

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 упрочнения рабочих органов землеройных и почвообрабатывающих машин УДК 631.31-2+621.878-2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Троянов П.А.		10.06.2017

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Дегтерев А.С.			10.06.2017

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н.		25.05.2017

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			29.05.2017

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		15.06.2017

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	Троянов Петр Анатольевич

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:	10.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Электроды марки Т-590 «СпецЭлектрод», пластины толщиной 10 мм.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i>	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	Дегтерев Александр Сергеевич
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	17.04.2017
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Дегтерев.А.С.			17.04.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Троянов П.А.		17.04.2017

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

Институт Электронного образования
 Направление подготовки 150301 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:	10.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.04.2017	1 Литературный обзор	25
02.05.2017	2 Материалы, оборудование и методы исследования	5
11.05.2017	3 Экспериментальная часть	35
16.05.2017	4 Выводы	10
23.05.2017	5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
03.06.2017	6 Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Дегтерев А.С.			20.04.2017

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		20.04.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Троянов Петр Анатольевич

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Суть работы заключается в совершенствовании технологии ручной дуговой наплавки покрытыми электродами марки Т590 ножей землеройной техники, полученные результаты: уменьшение времени процесса и применяемых сварочных материалов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.04.17
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н		16.04.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Троянов Петр Анатольевич		16.04.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Троянов Петр Анатольевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- Описание рабочего места сварщика на предмет возникновения:
 - вредных и опасных факторов производственной среды (возможность поражения электрическим током, световое излучение сварочной дуги, наличие в воздухе вредных смесей пыли, пожарная опасность, недостаточная освещенность на рабочем месте, отклонение параметров микроклимата от нормативных требований, физические перегрузки, повышенный уровень шума);
 - опасных факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы);
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (гидросферу, литосферу);
 - чрезвычайных ситуаций (техногенного, природного, социального, экологического и военного характера).
- Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: 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);
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые мероприятия по улучшению условий труда
 - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество);
 - пожаровзрывобезопасность (источники, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
- Охрана окружающей среды:
 - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
 - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
 - мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
- Защита в чрезвычайных ситуациях:
 - перечень возможных ЧС на объекте;
 - выбор и описание рекомендуемых действий при одной из ЧС.
- Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:
 - специальные (характерные для сварщика) правовые нормы трудового законодательства;
 - место сварщика в эргономической системе.

Перечень графического материала:

Отсутствует

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

01.03.17

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			01.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Троянов Петр Анатольевич		01.03.17

Реферат.

Выпускная квалификационная работа 91 страниц, 38 рисунок, 31 таблицу, источников 8 .

Ключевые слова: нож отвала, наплавка, доля основного металла, электроды Т-590.

Цель работы - разработка технологии ручной дуговой наплавки покрытыми электродами марки Т-590 рабочих кромок ножей отвала.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- сделан анализ отечественной литературы по исследуемому вопросу;
- подготовлены образцы и проведены эксперименты;
- проведен анализ содержания доли основного металла в наплавленном металле;
- разработана технологическая карта наплавки ножей отвала.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Доля основного металла – это отношение площади проплавленного металла к сумме площадей проплавленного металла и наплавленного.

В настоящей работе применены следующие обозначения и сокращения:

- РДН – ручная дуговая наплавка.

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;

- СТП 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	11
2. Литературный обзор.....	13
3. Методика и материалы исследования	21
4. Экспериментальная часть.....	28
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	43
6. Социальная ответственность.....	71
7. Заключение.....	89
Список используемой литературы.....	91
CD диск	

1. Введение.

Для поддержания асфальтированных дорог в хорошем состоянии дорожные организации, используют спецтехнику, в частности грейдеры. Рабочими элементами отвалов грейдеров, являются ножи. В ходе эксплуатации эти ножи подвержены интенсивному абразивному изнашиванию. Со временем их нижняя часть стирается, что приводит к неравномерной очистке дорожного полотна или некачественному выравниванию грунта. При глубоком же износе ножа происходит стирание самого отвала, что в дальнейшем увеличивает стоимость проведения ремонтных работ. Межремонтный период определяется рабочим километражем грейдеров и может достигать 10000 км. Ремонт, как правило, носит восстановительный характер. Изношенный нож снимают с отвала и восстанавливают наплавкой. В ООО «ТОМСКНЕФТЕХИМ» для этих целей используют ручную дуговую наплавку электродами марки Т-590. Однако, производственно-технологическая документация на данный вид работ в организации отсутствует. Сварщики выполняют наплавку, опираясь на собственный опыт и умение.

Целью настоящей работы является разработка технологии ручной дуговой наплавки покрытыми электродами марки Т-590 рабочих кромок ножей отвала.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Четко сформулировать требования, предъявляемые к упрочняющему слою на рабочей кромке ножа отвала.
- Изучить рекомендации производителя, касающиеся техники наплавки электродами марки Т-590.
- Из обзора литературы определить способы снижения доли основного металла в наплавленном слое, которые возможно применить при ручной дуговой наплавке покрытыми электродами.

- Провести практические эксперименты, на основании которых выявить наиболее эффективные способы снижения доли основного металла в наплавленном электродами марки Т-590 слое.
- Разработать технологическую карту наплавки ножей отвалов.

2. Литературный обзор.

2.1 Конструкция ножа отвала для грейдера.

Грейдер - это тяжелая дорожно-строительная техника, которая используется при строительстве и содержании дорог, в сельском хозяйстве и т.д. (рисунок 1). Основной функцией грейдера является срезание дорожного покрытия или грунта, профилирование и выравнивание. Таким образом грейдер осуществляет подготовительный процесс к строительству дороги.



Рисунок 1. Грейдер.

Главная рабочая часть грейдера - это отвал с ножами, который располагается на раме и может устанавливаться под разными углами. Нож грейдера - это расходный материал и в процессе эксплуатации ножи приходят в полную непригодность, поэтому во избежание простоев техники необходима своевременная замена изношенных частей (рисунок 2).



Рисунок 2. Нож отвала.

Ножи для грейдера изготовленные из износостойкой стали обладают высокой твердостью, ударной прочностью.[8]

Требования, предъявляемые к упрочняющему слою на рабочей кромке ножа отвала:

- Соответствие заданных геометрических параметров наплавленного слоя указанных в чертеже (рисунок 3). Высота наплавленного слоя не менее 2 мм. Ширина не менее 50 мм.
- Соответствие заявленной в ремонтной документации твердости наплавленного металла не менее 55 HRC
- Кратеры и поры размерами более 1 мм не допускаются. Поверхностные трещины с раскрытием более 1 мм. И трещины, переходящие в металл ножа не допускаются.
- Однородность наплавленного слоя (отсутствие наплывов и разрывов между смежными валиками, не заваренных кратеров).

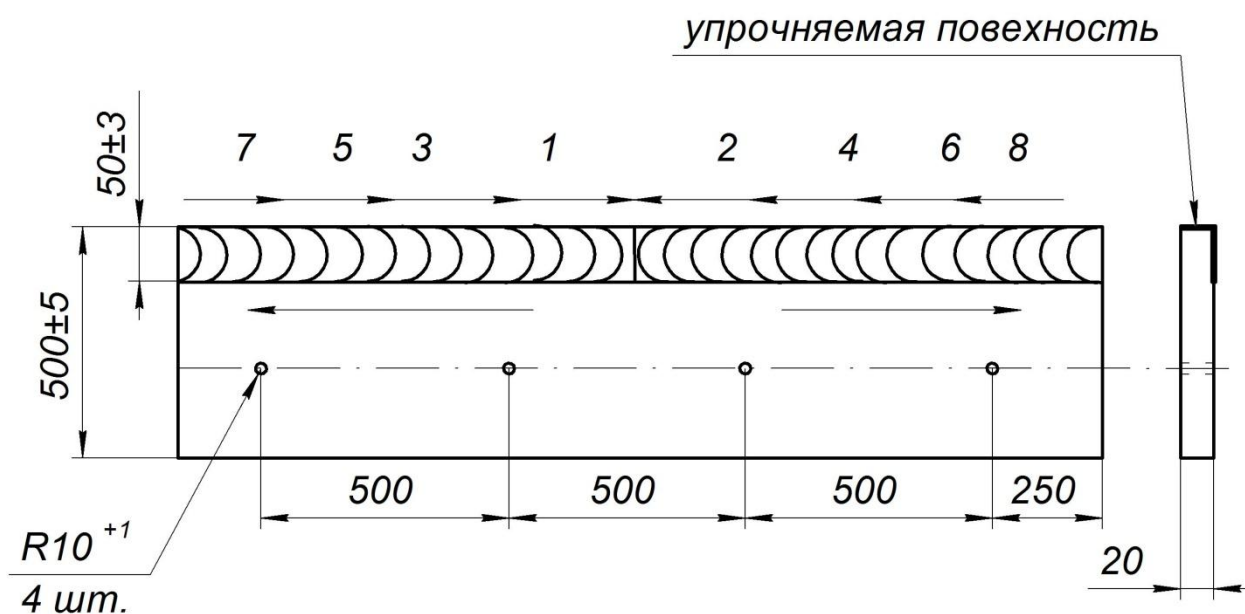


Рисунок 3. Чертеж ножа отвала.

2.2 Доля основного металла в металле наплавленного валика.

Доля основного металла в металле наплавленного валика — это отношение площади проплавленного металла к сумме площадей проплавленного металла и наплавленного, т.е. процентное содержание основного металла в наплавленном шве.

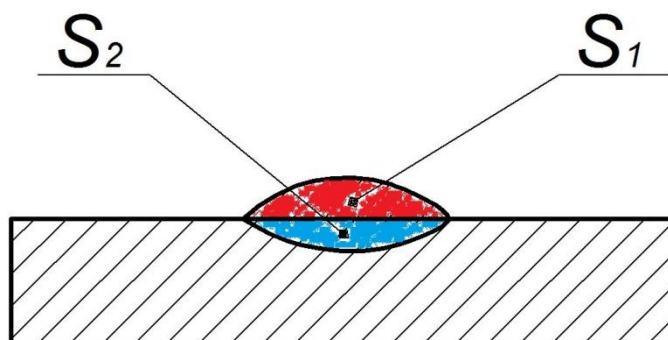
Доля основного металла рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{S_2}{S_1 + S_2} \times 100\%, \quad (1)$$

где, S_1 – площадь наплавленного металла валика, мм²;

S_2 – площадь проплавленного металла валика, мм²;

γ – доля основного металла в наплавленном валике, %.



При наплавке необходимо стремиться обеспечить малую долю основного металла, в металле покрытия. Разбавление наплавленного слоя основным металлом способствует снижению его эксплуатационных характеристик. Существует несколько способов уменьшить долю основного металла в наплавленном валике (рисунок 5). Рассмотрим их более подробно.



Рисунок 5. Способы воздействия на долю основного металла при РДН.

2.2.1 Наплавка двумя электродами.

Наплавка двумя электродами представляет из себя одновременное использование спаренных электродов (рисунок 6). При горении дуга переходит от одного края электрода к другому с большой частотой. Образуется общая сварочная ванна с небольшой глубиной проплавления основного металла, и формируется широкий валик, что увеличивает долю наплавленного металла и уменьшает долю основного металла в наплавленном шве.

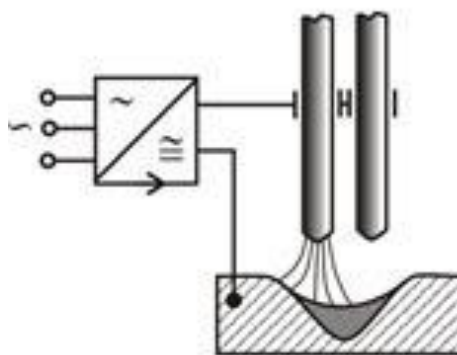


Рисунок 6. Наплавка двумя электродами.

2.2.2 Изменением рода, силы и полярности тока.

Род тока делится на постоянный и переменный (рисунок 7). Использовать переменный ток для наплавки можно, но применение ограничено видом покрытия электрода. На переменном токе не рекомендуют использовать электроды с основным покрытием. Применение постоянного тока ничем не ограничено и имеет большое применение в наплавке из-за возможности контролировать полярность.

При увеличении силы тока глубина проплавления увеличивается, при уменьшении силы тока проплавление уменьшается.

При наплавке постоянным током прямой полярности глубина провара

меньше на 40—50%, а при сварке переменным током — меньше на 15—20%, чем при сварке постоянным током обратной полярности.[5]



Рисунок 7. Полярность тока.

2.2.3 Изменение степени перекрытия смежных валиков.

Наплавка с перекрытием смежных валиков — это наплавка последующих валиков с перекрытием ширины предыдущего валика на $1/3$ (рисунок 8). При таком способе наплавки в образовании сварочной ванны участвует наплавляемый металл, расплавленный основной металл и $1/3$ часть от уже наплавленного валика. Так им образом происходит снижение проплавления основного металла, уменьшается участие основного металла в формировании наплавленного валика. Доля основного металла уменьшается [1].

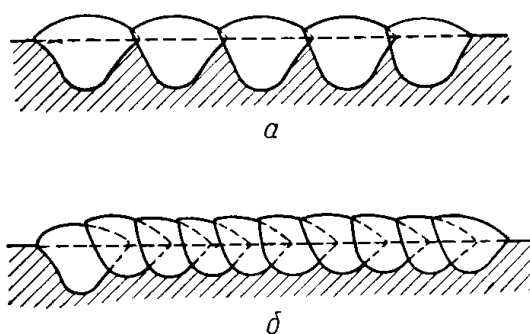
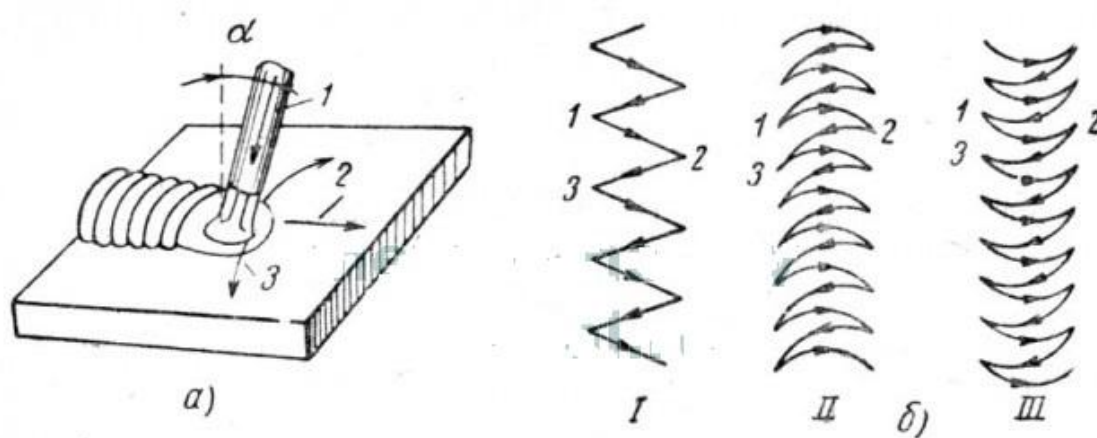


Рисунок 8. Схема наплавки валиков:

а) — большой шаг наплавки; б) — малый шаг наплавки.

2.2.4 Ведение поперечных колебаний.

Поперечное перемещение электрода сильно влияет на глубину провара и ширину шва, поэтому его широко используют при ручной наплавке для регулирования формы шва. Увеличение ширины поперечных перемещений конца электрода увеличивает ширину шва и уменьшает глубину провара, и наоборот. Это связано с соответствующим изменением концентрации тепла дуги в сварочной ванне. Существуют различные виды колебательных движений (рисунок 9)



а — перемещение электрода в трех направлениях, *б* — наплавка уширенных валиков; *I* — прямолинейное, *II* — криволинейное, выпуклостью в сторону сваренного участка, *III* — то же, выпуклостью в сторону несваренного участка

Рисунок 9. Схема колебательных движений электрода.

2.2.5 Изменение угла наклона электрода.

Существует три положения наклона электрода (рисунок 10). При сварке применяют одно из трех положений электрода в пространстве: вертикальное, наклон вдоль шва углом вперед и назад. Способ сварки углом вперед позволяет уменьшить глубину провара и увеличить ширину шва по сравнению со сваркой вертикальным электродом, в связи с понижением давления столба дуги.

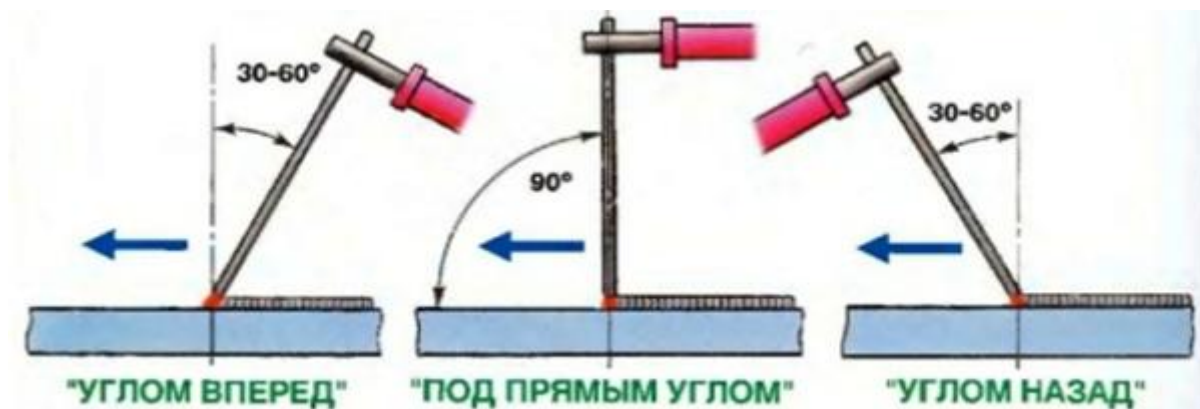


Рисунок 10. Положения электрода.

Сварку углом назад используют для увеличения глубины провара и уменьшения ширины шва. В этом случае в отличие от сварки вертикальным электродом наблюдается более интенсивное вытеснение расплавленного металла из-под основания столба дуги.

2.2.6 Изменение скорости.

Скорость сварки. При малых скоростях ручной сварки, составляющих 1 —1,5 м/ч, глубина провара получается минимальной, так как в этом случае интенсивность вытеснения жидкого металла сварочной ванны из-под основания столба дуги невелика. Образующийся у основания дуги слой жидкого металла препятствует проплавлению основного металла. Повышение скорости сварки до некоторого значения, соответствующего максимальной погонной энергии дуги, увеличивает глубину провара. Для практических пределов применяемых при сварке режимов скорость сварки незначительно влияет на глубину провара .[4]

2.2.7 Изменение скорости охлаждения детали.

На долю основного металла в наплавленном слое влияет интенсивность теплоотвода в наплавляемом изделии, который зависит от теплофизических свойств металла этого изделия, а также наличие искусственного регулирования термического режима наплавляемой детали

(сопутствующей наплавке интенсификации охлаждения различными приемами).

Использование принудительного охлаждения детали при наплавке способствует уменьшению проплавления металла наплавляемого валика. Чем быстрее будет охлаждение места наплавки, тем меньше глубина проплавления. Самым распространенным способом принудительного охлаждения является подача холодного воздуха к месту наплавки.[2]

2.2.8 Многослойная наплавка.

Многослойная наплавка – это наплавка валиков в несколько слоев.

Наплавку слоев выполняют с поперечным перекрытием предыдущего слоя (рисунок 11). После наплавки одного слоя поверхность тщательно очищают от шлака и брызг металла.

Применение многослойной наплавки позволяет уменьшить долю основного металла до минимального значения.

При многослойной наплавке состав каждого слоя отличается, так как различна доля участия основного металла (на который наплавляют) в образовании наплавленного слоя. Если при наплавке 1-го слоя основного металл непосредственно участвует в формировании шва, то при наплавке 2го и последующих слоев он участвует косвенно, определяя состав предыдущих слоев. При наплавке большого числа слоев состав металла поверхностного слоя может быть идентичен наплавленному металлу. [1]

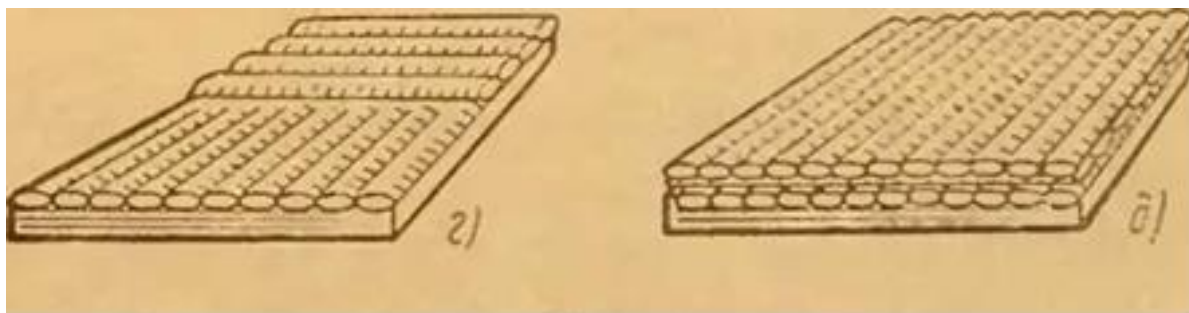


Рисунок 11. Многослойная наплавка.

3 Методика и материалы исследования.

3.1 Выбор материалов.

Для оценки эффективности способов влияния при РДН электроды марки Т-590 использовали пластины из Стали 20 толщиной 10 мм. для удобства дальнейшей обработки. Сталь конструкционная углеродистая качественная.

Применение: Сталь 20 применяют для производства малонагруженных деталей (пальцы, оси, копиры, упоры, шестерни), цементируемых деталей для длительной и весьма длительной службы (эксплуатация при температуре не выше 350° С), тонких деталей, работающих на истирание. Сталь 20 без термической обработки или после нормализации используется для производства крюков кранов, вкладышей подшипников и прочих деталей для эксплуатации под давлением в температурном диапазоне от -40 до 450°С .

Таблица 1– Химический состав стали 20, %.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.17 - 0.24	0.17 - 0.37	0.35 - 0.65	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Для нанесения покрытий использовались электроды Т-590 диаметром 4 мм производителя ООО «Спецэлектрод» (г. Москва).



Рисунок 12. Электроды Т-590.

Основное назначение электродов Т-590 наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания с умеренными ударными нагрузками. Наплавка в нижнем и наклонном положениях переменным током и постоянным током обратной полярности.

Коэффициент наплавки – 9,0 г/А·ч. Производительность наплавки – 1,9 кг/ч. Расход электродов на 1 кг наплавленного металла – 1,4 кг.

Твердость наплавленного металла без термообработки 61 HRC.

Таблица 2 – Химический состав наплавленного металла, %

C	Mn	Si	Cr	B
3,2	1,2	2,2	25,0	1,0

Электроды Т-590 обеспечивают получение наплавленного металла с высокой износостойкостью в условиях истирания абразивными материалами. Наплавленный металл имеет склонность к образованию мелких трещин, не снижающих, как правило, эксплуатационную стойкость наплавленных деталей. Не рекомендуется, во избежание выкрашивания, производить наплавку стальных деталей более чем в два слоя, чугунных – в один слой.

В качестве источника питания использовали, многопостовой сварочный выпрямитель ВКСМ-1000 рассчитан на одновременное питание шести сварочных постов с номинальным током по 300А. каждый. Внешняя характеристика выпрямителя ВКСМ-1000 жесткая. Последовательно в сварочную цепь был включен балластный реостат РБ-302.

3.2 Подготовка к работе.

Перед наплавкой поверхность выбранных пластин была зачищена до металлического блеска.

Электроды подвергли прокаливанию в специальной печи по рекомендации производителя в течении 2 часов при температуре 200 С⁰.

Упрочняющие покрытия наносили способом ручной дуговой наплавки покрытым электродом диаметром 4 мм. марки Т-590.

Наплавку образцов производили с соблюдением режимов и условий, установленных производителем: I=200-220А, постоянный ток обратной полярности.

Таблица 3. Режимы наплавки экспериментальных образцов.

№ экспери- мента	№ образца	Колебательные движения	Угол наклона электрода, °	Скорость сварки, м/ч.	Количество электродов	Величина перекрытия смежных валиков	Доля осн. металла в наплавленном, %.	
1	1.1	Отсутствуют	90	9,7	1	Нет (один валик)	52	
	1.2		50, углом назад	9,1			54	
	1.3		90	32,4			62	
	1.4		50, углом назад	31,6			64	
2	2.1	Круговые	70, углом назад	10,8	1			48
	2.2	Треугольником	70, углом назад	8,6				47
3	3.1	Отсутствуют	50, углом назад	9	2			40
	3.2			5,8	3			58
4	4.1				2	менее 1/3 ширины каждого валика	36	
	4.2					более 1/3 ширины каждого валика	26	

3.3 Способы наплавки.

Образцы наплавляли различными способами:

- С разной скоростью.
- С колебательными и без колебательных движениями.
- Под разными углами.
- Одним, двумя и тремя электродами.

В первом эксперименте наплавляли первый валик без колебательных движений под «прямым углом» за 47 секунд со скоростью 9,7 м/ч. Второй валик наплавляли без колебательных движений «углом назад» за 54 секунды со скоростью 9,1 м/ч. Третий валик наплавляли без колебательных движений под «прямым углом» за 16 секунд со скоростью 32,4 м/ч. Четвертый валик наплавляли без колебательных движений «углом назад» за 17 секунд со скоростью 31,6 м/ч.

Во втором эксперименте наплавляли первый валик наплавляли круговыми движениями за 45 секунд со скоростью 10,8 м/ч. Второй валик наплавляли треугольником за 60 секунд со скоростью 8,6 м/ч.

В третьем эксперименте наплавляли первый валик без колебательных движений двумя электродами «углом назад» за 60 секунд со скоростью 9 м/ч. Второй валик наплавляли без колебательных движений тремя электродами «углом назад» за 96 секунд со скоростью 5,8 м/ч. Плоскость скрепленных электродов была параллельна плоскости пластины. Электроды скрепляли тонкой медной проволокой на расстоянии 100 мм от их начала.

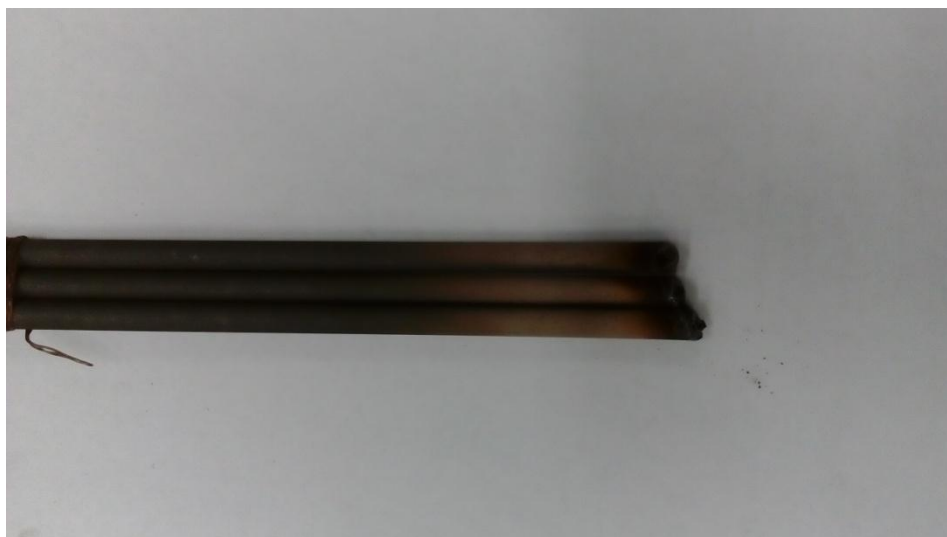


Рисунок 13. Три электрода в связке.

В четвертом эксперименте на первую пластину наплавляли 5 валиков в 1 слой с большим шагом наплавки и перекрытием предыдущего валика на 4-5 мм. На вторую пластину наплавляли 8 валиков в 1 слой с малым шагом наплавки и перекрытием в половину ширины предыдущего шва. В обоих случаях наплавку выполняли без колебательных движений двумя электродами «углом назад». Плоскость спаренных электродов была параллельна плоскости пластины.

3.4 Изготовление шлифов.

Для изучения структуры наплавленного металла вырезали образцы (рисунок 14) из центральной части наплавленных валиков и готовили шлифы.

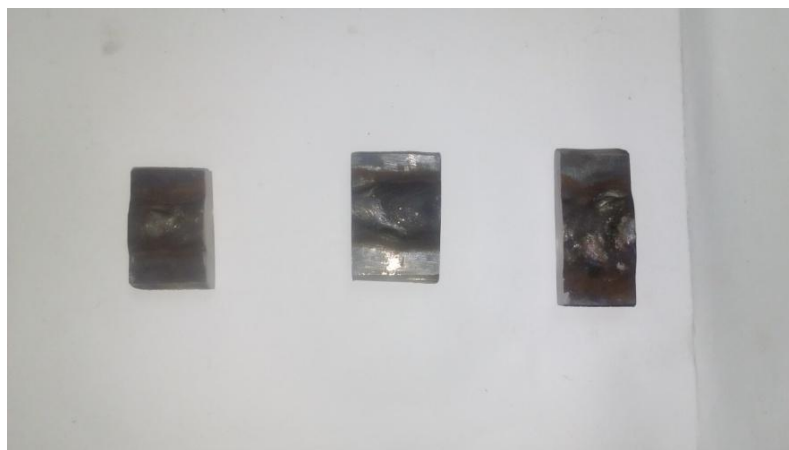


Рисунок 14. Вырезанные образцы.

Образцы шлифовали на шлифовальной шкурке тканевой водостойкой (рисунок 15), поставляемой по ГОСТ 13344-79.

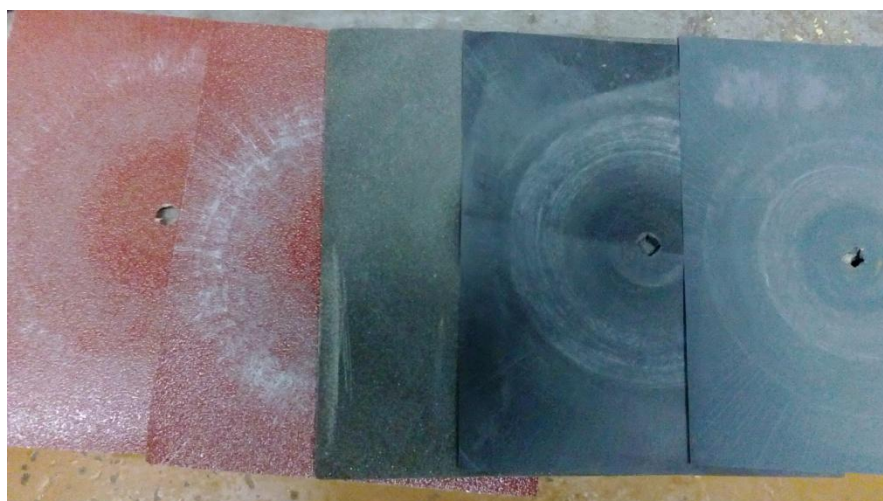


Рисунок 15. Шлифовальные шкурки.

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). Для выявления микроструктуры травление осуществляли в 4% спиртовом растворе HNO_3 .



Рисунок 16 . Образцы после травления.

3.5 Метод вычисления доли основного металла в наплавленном валике.

Готовые шлифы отсканировали на сканере с высоким расширением 600 dpi. Полученные снимки были загружены в программу компас (рисунок 17). И с помощью этой программы определили площади наплавленного и проплавленного металла валика.

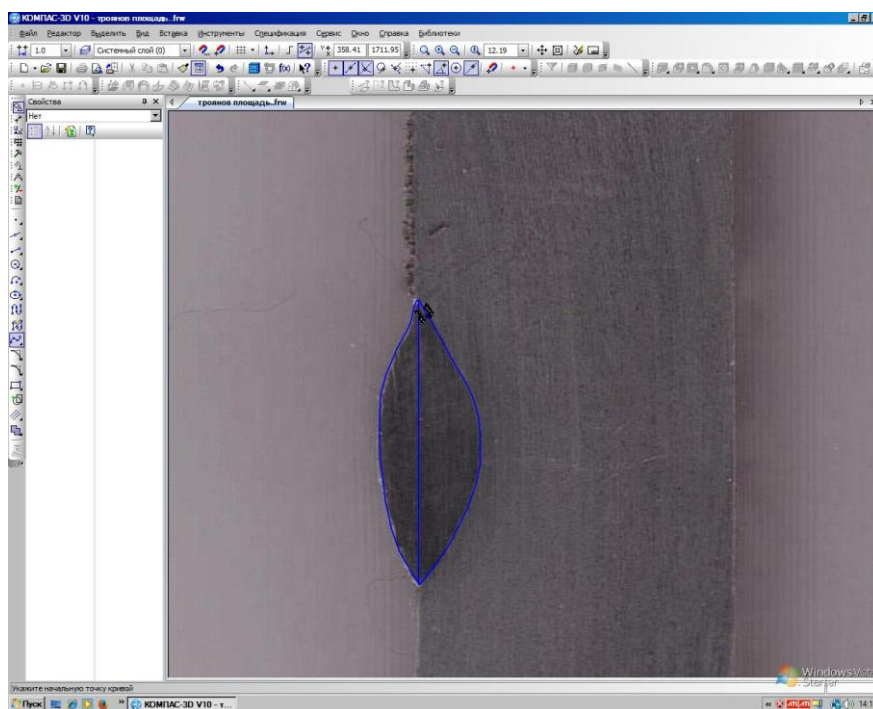


Рисунок 17. Определение площади поперечного сечения валика.

4. Экспериментальная часть.

4.1 Эксперимент №1

В этой группе экспериментов исследуется влияние скорости и угла наклона электрода на долю основного металла в наплавленном.

Наплавка валика «углом вперед» не удовлетворила по качеству геометрии поверхности. Валик имел многочисленные разрывы, пустоты. При наплавки в таком положении расплавленный шлак затекал вперед сварочной ванны, что существенно препятствовало наплавочному процессу. Сварочная дуга часто прерывалась и плохо возбуждалась в месте обрыва. Было принято решение исключить этот способ из эксперимента.

В ходе наплавки образца №1.1 без колебательных движений, со скоростью 9,7м/ч, под «прямым углом», были обнаружены следующие особенности. Дуга горела удовлетворительно без прерываний. При формировании сварочной ванны расплавленный шлак затекал вперед и затруднял держать постоянную длину дуги. В начале наплавки перенос электродного металла был равномерный каплями среднего размера, но по мере нагревания, электрод раскалился, что привело к увеличению разбрызгивания электродного металла.

В итоге получился наплавленный валик с мелкой чешуйчатостью, хорошим усилением, без подрезов. Из-за отсутствия колебательных движений вести прямолинейность шва легко. Геометрия шва хорошая (рисунок 17).

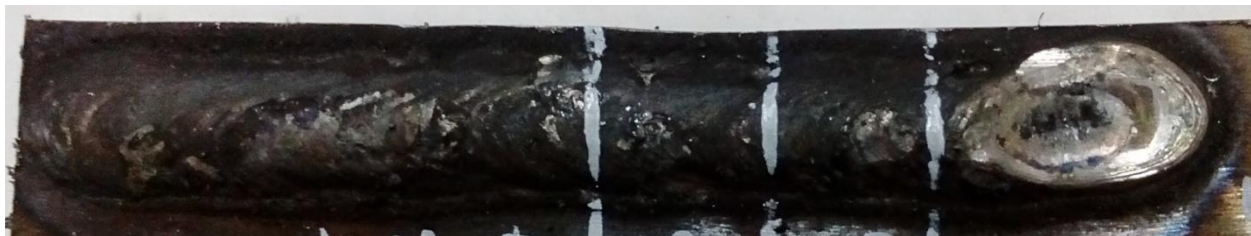


Рисунок 17. Наплавка без колебаний под «прямым углом» со скоростью 9,7м/ч.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 52% (рисунок 18).



Рисунок 18. Шлиф образца №1.1

В ходе наплавки образца №1.2 без колебательных движений со скоростью 9,1м/ч под 50^0 «углом назад» были обнаружены следующие особенности. Дуга горела удовлетворительно без прерываний. При формировании сварочной ванны расплавленный шлак вперед не затекал. Наплавлять по разметке было удобно. Длина дуги держалась стабильно.

Сварочная ванна формировалась хорошо. По завершению валика из-за сильного нагрева электрода разбрызгивание увеличилось.

В итоге получился наплавленный валик с мелкой чешуйчатостью. Из-за отсутствия колебательных движений вести прямолинейность шва легко. Геометрия шва хорошая (рисунок 19).



Рисунок 19. Наплавка без колебаний «углом назад» со скоростью 9,1м/ч .

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 54% (рисунок 20).



Рисунок 20. Шлиф образца №1.2.

В ходе наплавки образца №1.3 без колебательных движений, со скоростью 32,4м/ч, под «прямым углом», были обнаружены следующие особенности. Дуга горела не стабильно с короткими прерываниями. Перенос электродного металла был равномерный каплями среднего размера. Электрод раскалиться не успел.

В итоге получился наплавленный валик с вытянутой чешуйчатостью. Маленьким усилением. И из-за прерывания дуги и большой скорости усиление и ширина шва неравномерные. На протяжении всего шва подрезы (рисунок 21).



Рисунок 21. Наплавка без колебаний под «прямым углом» со скоростью 32,4м/ч.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 62% (рисунок 22).



Рисунок 22. Шлиф образца №1.3.

В ходе наплавки образца №1.4 без колебательных движений, со скоростью 31,6м/ч под 50^0 «углом назад», были обнаружены следующие особенности. Дуга горела не стабильно с короткими прерываниями. Сварочная ванна имела вытянутую овальную форму. Перенос электродного металла был равномерный каплями среднего размера. Электрод раскалиться не успел.

В итоге получился почти такой же шов, как и в образце №3. Чешуйчатость неравномерная и вытянутая (рисунок 23)

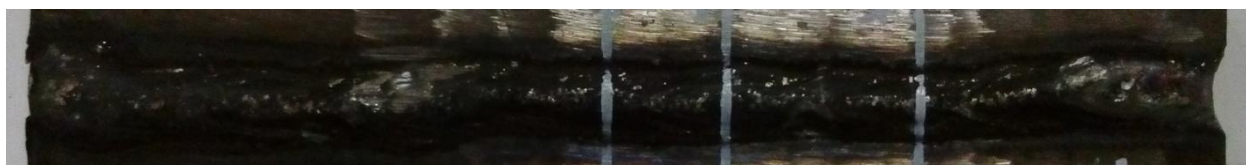


Рисунок 23. Наплавка «углом назад» со скоростью 31,6м/ч.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 64,6% (рисунок 24).



Рисунок 24. Шлиф образца №1.4.

Таким образом, увеличение скорости наплавки приводит к увеличению доли основного металла в наплавленном. И наплавку следует вести на малых скоростях. При наплавке «углом назад» покрытие формируется лучше, чем под «прямым углом» или «углом вперед». При этом на долю основного металла влияния не оказывает.

4.2 Эксперимент №2

В этой группе экспериментов исследуются влияние поперечных колебательных движений электрода на долю основного металла

наплавленного валика.

В ходе наплавки образца №2.1 круговыми движениями, со скоростью 10,8м/ч, были обнаружены следующие особенности. Дуга горела удовлетворительно без прерываний. Медленная скорость позволила отчетливо отслеживать формирование сварочной ванны. В начале наплавки перенос электродного металла был равномерный каплями среднего размера, но по мере нагревания, электрод нагрелся докрасна и увеличилось разбрызгивание электродного металла.

В итоге получился наплавленный валик с мелкой чешуйчатостью. С хорошим усилением. Из-за большого количества круговых движений и задымления прямолинейность шва не четкая (рисунок 25).



Рисунок 25. Наплавка круговыми движениями со скоростью 10,8м/ч.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 48% (рисунок 26).

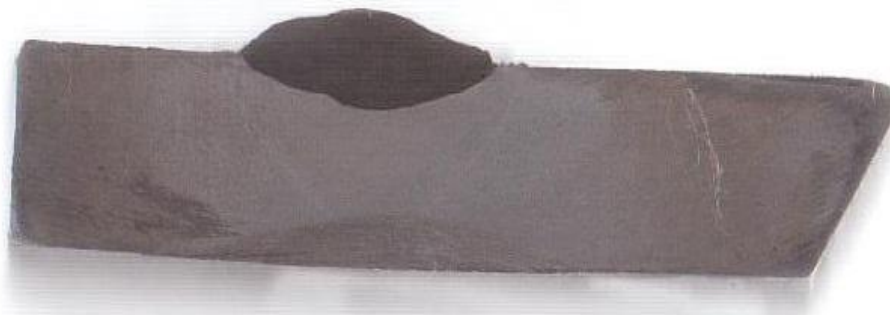


Рисунок 26. Шлиф образца №2.1.

В ходе наплавки образца №2.2 треугольными движениями, со скоростью 8,6м/ч, были обнаружены следующие особенности. Выполнять треугольные движения было затруднительно, что увеличило время наплавки. Из-за перехода от одного треугольника к следующему происходили небольшие рывки, что привело к неровной чешуйчатости. Дуга горела удовлетворительно без прерываний. В начале наплавки перенос электродного металла был равномерный каплями среднего размера, но по мере нагревания, электрод нагрелся докрасна и увеличилось разбрызгивание электродного металла.

В итоге получился наплавленный валик с неравномерной чешуйчатостью. С удовлетворительным усилением. Из-за большого количества треугольных движений и задымления прямолинейность шва не четкая (рисунок 27).



Рисунок 27. Наплавка треугольными движениями со скоростью 8,6м/ч.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 47% (рисунок 28).

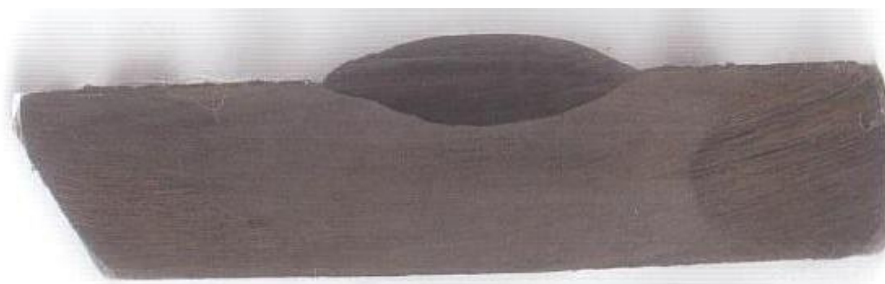


Рисунок 28. Шлиф образца №2.2

Уменьшить долю основного металла в наплавленном валике за счет применения колебательных движений не удалось. Поэтому мы остановились на наплавке без колебательных движений.

4.3 Эксперимент №3

В этой группе экспериментов исследуется влияние наплавки двумя и тремя электродами Т-590 на долю основного металла в наплавленном валике.

В ходе наплавки образца №3.1 без колебательных движений, со скоростью 9м/ч., под углом 50^0 , «углом назад», двумя электродами, были обнаружены следующие особенности. Дуга горела хорошо, почти все время держалась посередине двух электродов. Изредка и быстро перебегала от одного электрода на другой. Удвоение количества электродов на прежнее значение силы тока в 220 ампер отрицательно никак не сказалось. Длина дуги контролировалась легко. Горела дуга без прерывания. Сварочная ванна формировалась хорошо. Перенос электродного металла был равномерный каплями среднего размера. Электроды не нагревались до красна вплоть до полного использования.

В результате получился наплавленный валик с вытянутой чешуйчатостью. Монолитность шва хорошая. Геометрия шва удовлетворительная (рисунок 29).



Рисунок 29. Наплавка без колебательных движений со скоростью 9м/ч «углом назад» двумя электродами.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 40,1% (рисунок 30).



Рисунок 30. Шлиф образца №3.1.

В ходе наплавки образца №3.2 без колебательных движений, со скоростью 5,8м/ч., под углом 50^0 , «углом назад», тремя электродами, были обнаружены следующие особенности. Процесс наплавки резко усложнился. Дуга горела только на каком-то одном электроде. Из-за этого сварочную ванну формировать приходилось путем ожидания сплавления расплавленного металла с крайних электродов. Увеличение количества электродов до 3 штук при том же значении силы тока в 220 ампер привело к

ухудшению горения дуги. Дуга горела не удовлетворительно с небольшими прерываниями, как на малом токе.

В результате получился наплавленный валик с большой и не ровной чешуйчатостью. Усиление шва не большое, размытое. Ширина валика не равномерная. Качество наплавленного валика не удовлетворительное (рисунок 31).



Рисунок 31. Наплавка без колебательных движений со скоростью 5,8м/ч «углом назад» тремя электродами.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 58,6% (рисунок 32).



Рисунок 32. Шлиф образца №3.2.

При наплавке тремя электродами получить качественную наплавку не удалось. Неравномерное наплавление, обрывы дуги, наружные дефекты (кратеры, поры) и большая доля основного металла 58,6%. Наплавка двумя электродами показала хорошие результаты и меньшую долю основного металла в наплавленном валике 40%. Поэтому наплавку слоев решили

провести двумя электродами, без колебаний на малой скорости и «углом назад»

4.4 Эксперимент №4.

В этой группе экспериментов исследуется влияние степени перекрытия смежных валиков при наплавке двумя электродами Т-590 на долю основного металла наплавленного слоя.

В ходе наплавки образца №4.1 без колебательных движений «углом назад» двумя электродами были обнаружены следующие особенности. Наплавка проходила хорошо. При не большом перекрытии предыдущего валика сплавление с основным металлом хорошее. Дуга горит стабильно. Шлак вперед сварочной ванны не затекает. Сварочная ванна формируется хорошо.

В результате получился наплавленный слой. Валики с вытянутой чешуйчатостью. Монолитность слоя удовлетворительная. Геометрия наплавленных валиков удовлетворительная (рисунок 33).



Рисунок 33. Наплавленный слой с большим шагом перекрытия двумя электродами.

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 36% (рисунок 34).



Рисунок 34. Шлиф образца №9.

В ходе наплавки образца №4.2 без колебательных движений «углом назад» двумя электродами были обнаружены следующие особенности. Наплавка проходила хорошо. Частое перекрытие в $1/3$ - $1/2$ предыдущего валика позволило получить монолитность слоя. Дуга горела стабильно и без прерываний. Электроды не раскалялись, что позволило использовать их до конца. Остаток обмазки на стержнях электродов составляло не более 10 мм. Шлак вперед сварочной ванны не затекал. Сварочная ванна формируется хорошо.

В результате получился наплавленный слой. Валики с вытянутой чешуйчатостью. Монолитность слоя хорошая. Геометрия наплавленных валиков удовлетворительная (рисунок 35).

Исследование шлифов показало среднее значение доли основного металла равное 26% (рисунок 36).

На лучшем образце №4.2 была измерена твердость по Роквеллу значением 58 HRC. Что удовлетворяет рекомендации по наплавке ножа.

Наплавка слоя с частым перекрытием не менее $1/3$ от ширины предыдущего валика предпочтительней, чем наплавка с редким перекрытием $1/2$ и менее. Потому что наплавленный слой с частым перекрытием имеет меньшую долю основного металла 26% и большую твердость 58 HRC, чем наплавка с редким перекрытием 36% и 54 HRC.

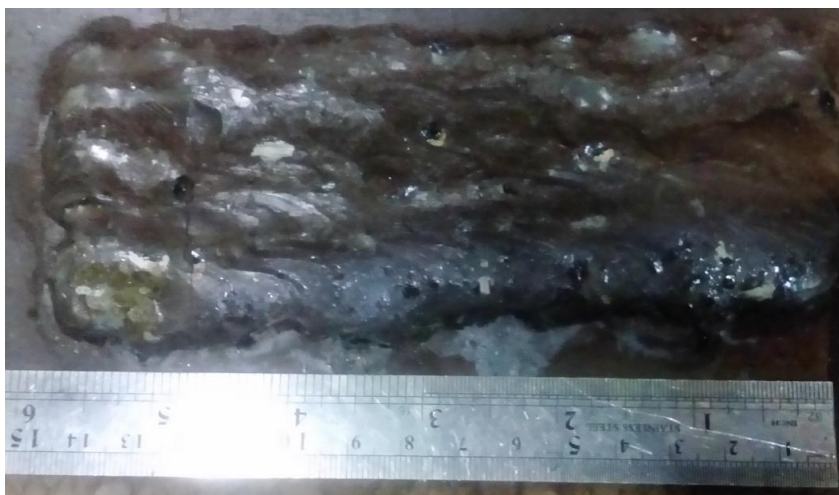


Рисунок 35. Наплавленный слой с малым шагом перекрытия двумя электродами.

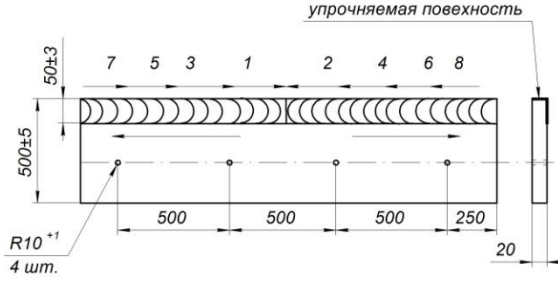
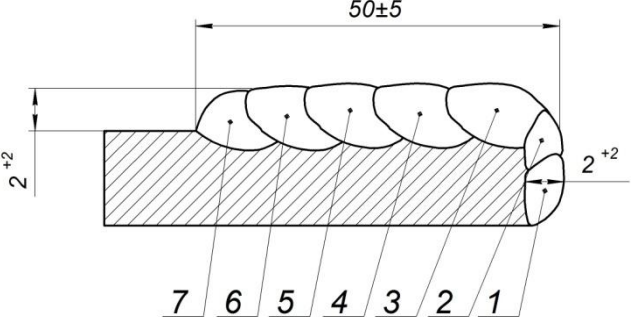


Рисунок 36. Шлиф образца №10.

Карта технологического процесса наплавки ножа отвала

Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	-
2	Способ наплавки	РДН
3	Основной материал (марки)	Сталь 20
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Т-590
6	Толщина наплавляемой деталей	20 мм
7	Радиус кривизны в зоне наплавки	Плоские детали
8	Назначение наплавки	Износостойкая
9	Вид наплавки	Однослойная однородная
10	Положение при наплавке	Н1
11	Вид покрытия электродов	Б(основное)
12	Режим подогрева	Без подогрева
13	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы Шва
	

Сварочное оборудование (тип)

ВД-506

Требования к сварочным материалам: прокалить электроды при температуре 200 °С в течение 2 часов.

Подготовка к наплавке: зачистить до чистого металла наплавляемую поверхность и прилегающие к наплавляемой зоне поверхности на ширину не менее 20 мм. Края наплавляемого ножа зафиксировать струбцинами. Зона наплавки должна быть проконтролирована на предмет отсутствия в остаточном слое металла других дефектов методами ВИК.

Параметры процесса наплавки ножа.

Номер слоя (валика)	Марка электродов	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1,2,3,...n	T590	4	Постоянный, обратная полярность	200-220	21...24

Технологические требования к наплавке: Наплавку следует выполнять двумя электродами «углом назад», дугу держать короткую. Плоскость скрепленных электродов должна быть параллельна плоскости ножа. Начинать наплавку с торца ножа согласно эскизу. Смежные валики должны перекрывать друг друга не менее чем на 1/3. Наплавку производить обратноступенчатым методом: от центра к краям отрезками по 200 мм. После завершения наплавки выполнить зачистку поверхности наплавленного металла от шлака. Работу следует осуществлять без длительных перерывов.

Требования к контролю качества наплавки: В процессе наплавки подлежат контролю: порядок наплавки, режим наплавки, толщина, ширина, взаимное перекрытие валиков. После наплавки контролю подлежат: размеры наплавленного слоя и его качество.

Метод контроля	НД на методику контроля	Требования к качеству	Объём контроля
ВИК	РД 03-606-03	Ширина наплавленного слоя на кромке не менее 50 мм. Высота не менее 2 мм. Ширина наплавленного слоя по всему торцу не менее 20 мм. Высота не менее 2 мм. Кратеры и поры размерами более 1 мм не допускаются. Поверхностные трещины с раскрытием более 1 мм. И трещины, переходящие в металл ножа не допускаются.	100 %
Твердость	ГОСТ 6996-66	55 HRC	Не менее 5 измерений на различных участках наплавленного слоя

Разработал:

Троянов П.А.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Название проекта: «Технология упрочнения рабочих органов землеройных и почвообрабатывающих машин».

Цель исследования в рамках проекта: совершенствование технологии ручной дуговой наплавки покрытыми электродами марки Т590 ножей землеройной техники».

Объект исследования: Образцы наплавленного металла, полученные различными способами.

5.1 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 наплавки, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результаты исследования могут быть применены на объектах с увеличенной износостойкостью.

- Сельское хозяйство.
- Городские коммунальные службы.
- Землеройные машины.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки 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:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 4.

Таблица 4 – 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	0,75	0,45
2. Уровень проникновения на рынок	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	4,25	3,4
<i>Примечание:</i> $B_{ф}$ – оценка профессиональных рисков при проведении работ; $B_{к1}$ – прогнозная оценка профессиональных рисков;							

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

5.1.3 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 сварочный комплекс для ручной наплавки ВДУ-506 и балластный реостат.

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

Таблица 5 – Классификация функций, выполняемых объектом

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
1. ВДУ 506	1	Источник питания для сварки		X	
2. Балластный реостат	1	Механизм регулировки силы тока		X	
3. Электроды T590	1	Расходные электроды		X	
4. Электрододержатель	1	Управление процессом сварки	X		
5. Кабель соединительный 15м	1	Подвод электроэнергии к источнику питания		X	
6. Зажим на деталь с	1	Крепление детали			X

кабелем 10м					
-------------	--	--	--	--	--

Исходя из таблицы 5 видно , что преобладает основная функция.

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

Для начала необходимо построить матрицу смежности функций, в которой определим более значимые из них.

Таблица 6 – Матрица смежности

	1	2	3	4	5	6
1. ВДУ 506	=	=	>	>	>	>
2. Балластный реостат	=	=	>	>	>	>
3. Электроды Т590	<	<	=	=	>	>
4. Электрододержатель	<	<	<	=	>	>
5. Кабель соединительный 15м	<	<	<	<	=	=
6. Зажим на деталь с кабелем 10м	<	<	<	<	=	=

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

Преобразовываем матрицы смежности в матрицы количественных соотношений функций.

Таблица 7 – Матрица количественных соотношений функций

	1	2	3	4	5	6	Итого	Вес
1. ВДУ 506	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	8	0,23
2. Балластный реостат	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	8	0,23
3. Электроды Т590	0,5	0,5	1	1	1,5	1,5	6	0,17
4. Электрододержатель	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,5	5,5	0,15
5. Кабель соединительный 15м	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	4	0,11
6. Зажим на деталь с кабелем 10м	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	4	0,11
Σ							35,5	1

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

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям.

Специальный источник сварочного тока:

ВДУ 506 – $8/35,5=0,23$;

Балластный реостат – $8/35,5=0,23$;

Электроды Т590 – $6/35,5=0,17$;

Электрододержатель – $5,5/35,5=0,15$;

Кабель соединительный 15м – $4/35,5=0,11$;

Зажим на деталь с кабелем 10м – $4/35,5=0,11$.

Обязательным условием является то, что сумма коэффициентов значимости всех функций должна равняться 1.

Стадия 4 Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции.

Таблица 8 – 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
1. ВДУ 506	1	Источник питания для сварки	20	5	6 000	1 000	3 000	10 000
2. Балластный реостат	1	Механизм регулировки силы тока	1	2	9 000	2 000	4 000	15 000
3. Электроды Т590	1	Расходные электроды	30	5	10 000	2 000	4 000	16 000
4. Электрододержатель	1	Управление процессом сварки	2	3	2 000	500	1 000	3 500
5. Кабель соединительный 15м	1	Подвод электроэнергии к источнику питания	5	4	5 000	1 000	2 000	8 000
6. Зажим на деталь с кабелем 10м	1	Крепление детали	5	2	3 000	800	1 500	5 300
								57800

В дальнейшем путем суммирования затрат по каждой функции определили общую стоимость каждой из них.

Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы на следующей стадии.

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально – стоимостной диаграммы (ФСД), рис. 37.

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), рис. 37.

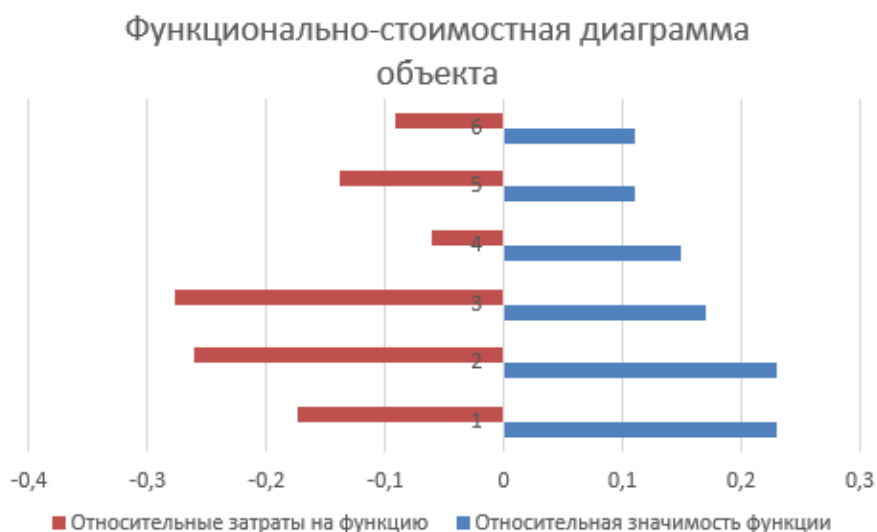


Рисунок 37 – Функционально-стоимостная диаграмма

Анализ ФСД, приведенный выше показывает явное наличие рассогласования по функции 4 к которой относится электрододержатель. 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) замена комплектующих на более дешевые отечественные аналоги.

В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны электрододержателя, оптимизация которой приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности.

5.1.4 SWOT-анализ

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

SWOT – это комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап – опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 9).

Таблица 9 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Простота технологии С4. Минимальное количество отходов производства	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца Сл3. Необходимость в специалисте для настройки и применения данной системы.
--	---	---

Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование инфраструктуры «ЦРП» В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Использование разработки в промышленных масштабах В5. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Конкуренция имеющихся технологий производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством		

Второй этап – выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (таблицы 10–13).

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	0	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	–	–	0
	B4	+	0	0	–
	B5	0	0	–	+

Вывод по таблице 4: коррелирующие сильных сторон и возможностей проекта – B1C1C3C4, B2C1C2C3C4, B3C1, B4C1, B5C4.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

Возможности		Сл1	Сл2	Сл3
--------------------	--	-----	-----	-----

проекта	B1	0	–	–
	B2	+	–	–
	B3	0	0	0
	B4	+	0	0
	B5	0	+	+

Вывод по таблице 11: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта – B2Сл1, B4Сл1, B5Сл2Сл3.

Таблица 12 – 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 12: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У2С1С4, У3С2.

Таблица 13 – 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 13: 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 8).

Таблица 14 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки
--	--	---

	ресурсоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Простота технологии С4. Минимальное количество отходов производства	Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца Сл3. Необходимость в специалисте для настройки и применения данной системы.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование инфраструктуры «ЦРП» В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Использование разработки в промышленных масштабах В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	В1С1и В2С1:Позволило провести исследования с минимальными затратами. В3С1и В4С1:Привлечет инвесторов и поможет в получении новых заказов. В2С2-В2С3:Исполнение проекта на профессиональном оборудовании . В5С4:При снижении затрат можем снизить себестоимость продукта и выйти на внутренний рынок.	В2Сл1и В4Сл1:Применить разработанную технологию и прорекламировать образец. В5Сл2и В5Сл3:Привлечь инвестора к демонстрации образца на их носителе и под контролем их специалиста . В1Сл2 и В1Сл3; В2Сл2 и В2Сл3: Развивать свою базу и кадры.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Конкуренция имеющихся технологий производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством	У1С3 и У1С4: Реклама и демонстрация продукта инвесторам. У2С1 и У2С4: Делать упор на инновации ТПУ и минимальные отходы производства. У3С2: Снижение трат на экологию привлечь инвестора.	У2Сл1: Создать образец для демонстрации потенциальным инвесторам. У2Сл3:При создании образца обучить своего специалиста. У3Сл1 и У3Сл3: Создать прототип под контролем специалиста со стороны инвестора.

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.

5.1.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (2)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	5
8.	Разработан бизнес-план	2	2

	коммерциализации научной разработки		
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
ИТОГО БАЛЛОВ		60	57

Таким образом, разработка считается перспективной, а знания разработчика выше среднего. Возможно привлечение в работу эксперта по проведению процедуры оценки уровня профессиональных компетенций сотрудников, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия.

5.2 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 [54].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [54].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [54].

1) Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 16.

Таблица 16 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Машиностроение	Модернизация и как следствие, уменьшение себестоимости, действующей на предприятии технологии наплавки изношенных деталей.
Строительная промышленность	

В таблице 17 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 17 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Цель данной дипломной работы заключается, в поиске возможных способов улучшений действующих на предприятии технологий наплавки электродами Т590 , что позволит повысить качество, увеличить объем выпуска, снизить себестоимость и накладные расходы на единицу продукции.
Ожидаемые результаты проекта:	Производственная карта ручной дуговой наплавки Т590.
Требования к результату проекта:	Требование: Выполнение поставленных задач Научное объяснение результатов экспериментов Заключение о результатах исследования

2) Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 18).

Таблица 18 - Рабочая группа проекта

п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Дегтерев А.С., ассистент ОТСП ИНК	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Троянов П.А., студент кафедры ОТСП	Исполнитель	Выполнение экспериментальной части

3) 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.

Таблица 19 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1.Источник финансирования	Компания ООО «ТОМСКНЕФТЕХИМ» ЦРП
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.02.2017 г.
3.2.2. Дата завершения проекта	02.06.2017 г.
3.3. Прочие ограничения и допущения	Ограничения по использованию сварочного аппарата.

В рамках процессов инициации были определены изначальные цели и предполагаемые результаты проекта. Зафиксированы изначальные финансовые ресурсы. Определены внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий

результат научного проекта.

5.3 Планирование управления проектом

5.3.1 План проекта

При создании нового технологического процесса предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант разработки процесса.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Таблица 20 - Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение ручной дуговой наплавки	
Практические исследования	9	Наплавка контрольных образцов исследуемыми методами.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной наплавки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	

5.3.2 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 $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

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

где $t_{ож\ i}$ – 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:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал}, \quad (5)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (6)$$

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

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

$T_{пр}$ – 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: $k_{кал} = \frac{365}{247 - 118} = 1,47$.

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 21).

Таблица 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоемкость работ		Длитель-	Длитель
----------	--------------------	--	----------	---------

работы	$t_{\min}$, чел- дни	$t_{\max}$, чел- дни	$t_{\text{ож}}i$, чел- дни	Исполнители	ность работ в рабочих днях T_{pi}	ность работ в календ арных днях T_{ki}
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 21 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 22).

Таблица 23 – 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.												

5.3.3 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты

Затраты на проведение научного исследования приведены в таблице 24. Большие затраты потребовались для проведения испытаний на источнике питания для ручной дуговой наплавки.

Таблица 24 – Затраты на сырье на проведение НИР

Наименование	Затраты, руб.	Примечание
Материалы	1000	В качестве материалов были использованы образцы из стали Ст20
Источником питания ВДУ-506 и балластный реостат	5000	Приведена стоимость использования источника в течение одного рабочего дня. Испытания проводились в течении 10 дней.
Электроды	2000	
Паста ГОИ №1-3	1000	
Алмазные пасты	1500	
Итого	55500	

В результате планирования был сформирован график реализации проекта, учтены расходы на материалы, зарплату. А также оценен наиболее правильный вариант разработки процесса.

5.3.4 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [54].

Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $З_{бт}=6595$ руб/мес, для руководителя (ассистента с ППС 1) - $З_{бп}=17000$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 1[54]:

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (1)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (2)$$

где $З_{\text{осн}}$ —основная заработная плата одного работника;

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

$З_{\text{дн}}$ —среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 3, [54]:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}}}{T}, \quad (3)$$

где $З_{\text{м}}$ — месячный должностной оклад работника, руб.;

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

Месячный должностной оклад работника [54]:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (4)$$

где $З_{\text{б}}$ — базовый оклад, руб.;

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

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

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

$$З_{\text{мп}} = 17000 \cdot 1.3 = 22100 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

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

$$З_{\text{дн.п}} = \frac{22100}{26} = 850 \text{ руб.}$$

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

$$З_{\text{осн.т}} = 329.75 \cdot 100 = 32975 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн.п}} = 850 \cdot 100 = 85000 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [54]:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} , \quad (5)$$

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

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

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

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$З_{\text{доп.т}} = 0.1 \cdot 32975 = 3297.5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп.п}} = 0.1 \cdot 85000 = 8500 \text{ руб.};$$

Итак, определяем полную зарплату работников:

$$С_{\text{зпт}} = 32957 + 3297.5 = 36254.5 \text{ руб.};$$

$$С_{\text{зпп}} = 85000 + 8500 = 93500 \text{ руб.}$$

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 6 [54]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (6)$$

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

Принимаем $k_{\text{внеб}} = 0.302$.

$$C_{\text{внеб.т}} = 0.302 \cdot 36254.5 = 10948.859 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{внеб.п}} = 0.302 \cdot 93500 = 28237 \text{ руб.}$$

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 [54]:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (7)$$

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

$$C_{\text{накл.}} = 0.8 \cdot 129754 = 103803,2 \text{ руб.};$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 25.

Таблица 25- Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работы Тисп, д	Заработная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник (техник)	1	100	6595	329.75	32975	8573.5
Руководитель (ассистент)	1	100	17000	850	85000	22100
Итого:	2	200			117975	

Таким образом, на основании полученных данных по отдельным статьям затрат составим калькуляцию плановой себестоимости НТИ (таблица 22).

Таблица 26 Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты	55500	п. 1
Затраты по основной заработной плате исполнителей	117975	п. 2
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	11797,5	п. 2
Отчисления во внебюджетные фонды	39185,8	п. 3
Накладные расходы	103803,2	п. 4
Итого	328261,5	

Из таблицы 11 видно, что для реализации проекта необходимо что бы бюджет НТИ составлял 328261,5 руб.

5.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

5.4.1 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 [54]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (20)$$

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 ручная дуговая наплавка покрытыми электродами. В качестве аналогов рассмотрим механизированную наплавку проволокой (аналог 1) и ручную дуговую наплавку в среде защитных газов (аналог 2).

Таблица 27 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Сложность постановки эксперимента	0.4	3	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0.1	5	4	2

3. Энергосбережение	0.15	5	2	1
4. Безопасность	0.15	5	4	2
5. Стоимость эксперимента	0.2	4	2	4
Итого	1			

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

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

$$I_m^{a1} = 0.4 \cdot 3 + 0.1 \cdot 4 + 0.15 \cdot 2 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 2 = 2,9;$$

$$I_m^{a2} = 0.4 \cdot 4 + 0.1 \cdot 2 + 0.15 \cdot 1 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 4 = 3,05.$$

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация проекта в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

В рамках выполненной работы был проведен технико–экономический анализ исследования технологического процесса ручной дуговой наплавки покрытыми электродами Т590.

В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны аппарата для сварки, 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) замена комплектующих на более дешевые отечественные аналоги.

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. И это позволит нам выйти на внутренний рынок.

Так же был составлен план исследования, в котором распределялись основные функции проекта между руководителем и дипломником. Кроме этого был рассчитан бюджет научного исследования, в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также заработные платы участников проекта, он составил 328261,5 руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса ручной дуговой наплавки, по сравнению с другими способами наплавки, следовательно разработанная технология финансово выгодна, так как затраты на ее разработку и дальнейшее продвижение на рынок окупаемы, следовательно цель работы достигнута.

6 Социальная ответственность

6.1 Анализ сварочного производства

В данном разделе рассматривается вопрос охраны труда сварщика на стадии ручной дуговой наплавки покрытыми электродами Т590 ножей для землеройной техники. Листовые ножи с наплавкой (в дальнейшем, изделия), предназначены для установки на ковш трактора К700, размещенных на нижней части ковша, для увеличения износоустойчивости рабочей зоны. Организация и выполнение сварочно-наплавочных работ должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003 — 86 «ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности».

Общий размер цеха составляет 250 м². Рабочее место на сварочном участке, занимает площадь 30 м². Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика должна быть не меньше 4,5 м².

На участке изготовления корпуса идентифицированы следующие вредные и опасные факторы производственной среды:

- возможность поражения электрическим током;
- световое излучение сварочной дуги;
- наличие в воздухе вредных смесей, пыли;
- пожарная опасность;
- недостаточная освещенность на рабочем месте;
- отклонение параметров микроклимата от нормативных требований;
- физические перегрузки;
- повышенный уровень шума.

6.1.1 Микроклимат

Существенное влияние на состояние организма работника и его работоспособность оказывает микроклимат в производственных помещениях, под которым понимают климат внутренней среды этих помещений. Он определяется совместным действием на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Человек работоспособен и хорошо себя чувствует, если оптимальные значения температуры окружающего воздуха составляют – 18-20°C, относительная влажность - 40-60%, а скорость движения воздуха – 0,1-0,2 м/с.

Нормирование параметров микроклимата заключается в установлении их оптимальных или допустимых величин в отношении конкретных производственных условий. Оно проводится с учетом следующих характеристик: степени тяжести выполняемой работы; времени года; количества избыточного тепла, поступающего в рабочую зону от оборудования (СанПиН 3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах") [20].

Работа сварщика по тяжести труда относится к III категории работ, тяжелая - затраты энергии составляют 291-349 Вт (251-300 ккал / ч).

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в теплый и холодный периоды приведены в таблице 28.

Таблица 28 - Оптимальные и допустимые микроклиматические условия в рабочей зоне для помещений (согласно СанПиН 3359-16)

	Время года	Категория тяжести работ	Температура воздуха, ° С	Относительна я влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м / с
Опт има льн ые пар аме тры	Холодный Теплый	Тяжелая - III	16-18 18-20	40-60 40-60	0,3 0,4

Допустимые параметры	Холодная Теплая	Тяжелая - III	13-19 15-26	75 75	0,5 0,6-0,5
----------------------	--------------------	---------------	----------------	----------	----------------

Допустимые значения температуры воздуха в производственных помещениях на постоянных рабочих местах, представленных в таблице 39, можно повышать в теплый период года при сохранении приведенных там же значений относительной влажности воздуха следующим образом:

- в помещениях с незначительным избытком явной теплоты - на 3°C, но не более чем до 31°C;

- при значительных излишках явной теплоты - 5°C (до 33°C);

- в помещениях, где по технологии производства требуется искусственное поддержание соответствующей температуры и относительной влажности воздуха независимо от величины избытка явной теплоты - 2°C (до 30°C).

Эффективным средством микроклимата в производственных помещениях является вентиляция, которая представляет собой комплекс средств, обеспечивающих воздухообмен, то есть удаление загрязненного нагретого влажного воздуха и подача свежего, чистого воздуха, соответствующего нормативным нормам.

Согласно СанПиН 3359-16, температура внутренних поверхностей помещений (стены, пол, потолок), а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или его защитных устройств (экранов и т.п.), не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха для данной категории работ - тяжелая III, указанных в таблице 39.

Помещения, в которых проходит механизированная дуговая сварка оснащены приточно-вытяжной вентиляцией не менее чем с трехкратным обменом.

6.1.2 Повышенный уровень шума

Основными источниками шума являются станки для резки металла, сварочная дуга и источники питания. Источником питания (ИП) сварочной дуги называют устройство, которое обеспечивает необходимый род и силу тока дуги.

Уровень шума от сварочной дуги определяется стабильностью ее горения. Поэтому при сварке покрытыми электродами и другими сварочными материалами, в содержании которых присутствуют элементы-стабилизаторы дуги, уровень шума не превышает допустимого уровня звукового значения.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СанПиН 3359-16. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»[21]. Эквивалентный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБА. Согласно СанПиН 3359-16 максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 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.

Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация» [22]. 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, проводя 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;

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний» [23]. Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противοшумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противοшумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противοшумные шлемы и каски; противοшумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума») [24].

6.1.3 Недостаточная освещенность

По категориям зрительных работ полуавтоматическая сварка относится к восьмой категории - общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор). Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95»

[25] требования к освещению помещений промышленных предприятий приведены в таблице 29.

Таблица 29 - Требования к освещению помещений промышленных предприятий (согласно СанПиН 2.2.4.3359-16)

Разряд зрительных работ	Общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор)			
Контраст объект с фоном	Независимое от характеристик фона и контрастности объекта			
характеристика фона				
Искусственное освещение	Освещенность, лк	При системе комбинированного освещения	Всего	-
			В т.ч. от общего	-
		При системе общего освещения		200
	Совокупность нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		Р	40
			Кп, %	20
Естественное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			3
	При боковом освещении			1
Совмещенное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			1,8
	При боковом освещении			0,6

Источником освещения на участке изготовления трубных соединений обеспечивается комплекс факторов, основные из которых: характер работы, условия среды и размеры помещения. Анализируя эти факторы, делаем вывод, что наиболее удобным источником является комбинированное освещение.

6.1.4 Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение сварочной дуги

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.

Невидимые ультрафиолетовые лучи оказывают вредное влияние на глаза, поражая сетчатку и роговую оболочку их, и кожу человека.

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.

Допустимые величины ультрафиолетового излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах (облученность) от производственных источников с учетом спектрального состава излучения для областей:

- длинноволновой - 400 – 315 нм - УФ-А
- средневолновой - 315 – 280 нм - УФ-В
- коротковолновой - 280 – 200 нм - УФ-С

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т.д.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200-315 нм) не должна превышать 1 Вт/м².

В случае превышения допустимых интенсивностей облучения должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению интенсивности излучения источника или защите рабочего места от облучения (экранирование), а также по дополнительной защите кожных покровов работающих.

6.1.5 Наличие в воздухе вредных веществ: паров, газов, пылей (аэрозолей) и их смесей

При выполнении сварочных работ используется присадочная проволока Св-08Г2С и защитная среда – смесь газов (аргон 75%, углекислый газ 25 %).

В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Основными компонентами пыли при сварке оказываются окислы железа, марганца, хрома, кремния, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, которые входят в состав покрытия и металла проволоки является хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется вредными газами окиси углерода.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 41 согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»[30].

Таблица 30 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) наиболее часто встречающихся вредных веществ (ВВ) в воздухе рабочей зоны (РЗ) сварочных цехов и атмосферном воздухе населенных пунктов [1].

ВВ	ПДК, мг/м ³		Класс опасности	Агрегатное состояние
	в воздухе РЗ	в атмосферном воздухе		
Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)	5	0,4/0,06	2	П
Алюминий и его сплавы, оксид алюминия (в том числе, с примесью диоксида кремния) в виде аэрозоля конденсации	2	-	4	А
Бериллий и его соединения	0,001			
Ванадий и его соединения: - дым пятиоксида ванадия	0,1		1	
- пыли трехоксида и пятиоксида ванадия	0,5		2	
Вольфрам	6		3	
Железа оксид с примесью оксидов марганца (до 3 %), легированные стали и их смеси с алмазом до 5 %			4	
Железа оксид с примесью оксидов фтористых или 3...6 % марганцовых соединений	4			
Кадмия оксид	0,1/0,03*		1	

Кобальт металлический,	0,5	0,001	2	
------------------------	-----	-------	---	--

оксид кобальта				
Марганец (до 20 % в сварочном аэрозоле)	0,2	0,01		
Медь металлическая	1/0,5*	-		
Молибден (растворимые соединения в виде аэрозоля конденсации)	2		3	
Молибден, нерастворимые соединения	6			
Никель, оксид никеля	0,05			
Озон	0,1			П
Свинец и его неорганические соединения	0,01/0,005*	0,001	1	А
Титан и его оксиды	10	-	4	
Торий	0,05		1	
Углерода оксид	20	5/3	4	П
Феррохром металлический	2	-	3	А
Фтористый водород	0,5/0,1*	0,02	2	П
Фтористо-водородной кислоты соли (хорошо растворимые в воде)	2	0,03		А
Хромовый ангидрид, хроматы, бихроматы	0,01	-	1	
Цинка оксид	0,5	0,05	2	

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования, различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10...50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкая (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылесадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовленные из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); электрофильтры,

улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

6.1.6 Электробезопасность

Для выполнения сварки используется источник питания ВДУ-506. Номинальное напряжение холостого хода источников питания дуговой сварки не должно превышать 14 Вольт.

Безопасность работы с электрооборудованием достигается при выполнении следующих условий:

1. Исправное состояние всех электрических блокировок.
2. Надежное защитное заземление корпусов всех блоков аппаратуры.
3. Исправное состояние электронной пушки и сварочной камеры.

Меры безопасности при работе и обслуживании аппаратуры согласно правила устройства электроустановок - 84:

- обязательное заземление всех блоков аппаратуры с помощью кабелей заземления, которыми комплектуется аппаратура;
- места подключения заземления должны быть обозначены знаками;
- величина сопротивления контура заземления не должна превышать 4 Ом;
- пересечение контура заземления должно быть не менее 80 мм².

По электробезопасности помещения подразделяются на 3 группы [29]:

1. Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°C, с влажностью 40-50%.

2. Помещение с повышенной опасностью (где имеется один из следующих признаков: повышенная температура, влажность 70-80%,

токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие заземления, большого количества оборудования).

3. Помещения особо опасные, в которых имеется наличие двух признаков из второй группы или имеются в помещении едкие или ядовитые взрывоопасные вещества.

6.1.7 Расчёт защитного заземления

У сварочного оборудования система заземления состоит из заземлителей металлических предметов, углубленных в землю, заземляющих проводников и заземляющей магистрали.

Заземляющий проводник одним концом присоединяется к корпусу оборудования, а другим концом к заземляющей магистрали. Соединение заземлителей с элементами электроустройств должно быть надежно закреплено посредством сварки. В качестве материала для выполнения заземлений применяют сталь.

Допускаемые параметры силы тока не должны превышать $I < 0,1$ А; напряжения $U < 36$ В; сопротивления $R_{\text{земл}} < 4$ Ом.

Дополнительные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые [7].

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 90 В, а сжатой дуги 200 В. В соответствии с законом Ома при неблагоприятном состоянии сварщика через него может пройти ток, близкий к предельному:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{90}{1000} = 0,09 \text{ А}.$$

Всё применяемое сварочное оборудование питается от сети напряжением 380 В.

В качестве электродов–заземлителей принимаем трубы диаметром 40 мм, толщиной стенки 4 мм, и длиной 3000 мм. Трубы присоединяются к соединительной полосе и устанавливаются на глубину 800 мм от поверхности земли.

Расстояние между электродов–заземлителей вычисляем по формуле:

$$a = l_0 \cdot (1...3); \quad (41)$$

где l_0 – длина электрода–заземлителя, мм.

$$a = 3000 \cdot 1 = 3000 \text{ мм.}$$

Наибольшее допустимое сопротивление заземлителя равно 4 Ом.

Для почвы «суглинок» удельное сопротивление, $\rho_r = \text{Ом} \cdot \text{см}$.

С учётом возможности просыхания грунта летом и промерзания зимой, расчётное сопротивление для электрода–заземлителя ρ_z и для соединительной полосы ρ_n , вычисляем по формулам:

$$\rho_z = \rho_r \cdot K_z; \quad (42)$$

$$\rho_n = \rho_r \cdot K_n; \quad (43)$$

где K_z, K_n – повышающие коэффициенты.

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

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

Величину сопротивления одной трубы, забитой в землю, вычисляем по формуле:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_m}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot h_m + l_m}{4 \cdot h_m - l_m} \right); \quad (44)$$

где l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина заложения трубы в грунт, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см;

d – наружный диаметр трубы, см;

ρ_z – удельное расчётное сопротивление для электрода–заземлителя, Ом*см.

$$R_{\text{э}} = \frac{1,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 300}{4} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 230 + 300}{4 \cdot 230 - 300} \right) = 53,8 \text{ Ом.}$$

В соответствии с [14, рис.31] принимаем $R_{\text{э}} = 58 \text{ Ом.}$

Требуемое количество заземлителей n , вычисляем по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{r_{\text{э}}}; \quad (45)$$

где $r_{\text{э}}$ – допустимое сопротивление заземлителя, равное 4 Ом.

$$n = \frac{58}{4} = 14,5.$$

Так как трубы соединяются полосой, уменьшаем количество труб до 14 штук.

Длина соединительной полосы l_n , вычисляем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1). \quad (46)$$

$$l_n = 1,05 \cdot 3 \cdot (14 - 1) = 41 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы R_n , вычисляем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}; \quad (47)$$

где ρ_n – удельное сопротивление грунта для полосы, Ом*см;

h_n – глубина заложения полосы в землю, см;

l_n – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см.

$$R_n = \frac{4,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4100} \cdot \ln \frac{2 \cdot 4100^2}{80 \cdot 5} = 19,8 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление R_c , вычисляем по формуле:

$$R_c = \frac{R_{\text{э}} \cdot R_n}{R_{\text{э}} \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n}; \quad (48)$$

где $\eta_n, \eta_{\text{э}}$ – коэффициенты использования полосы и трубы соответственно.

$$R_c = \frac{58 \cdot 19,8}{58 \cdot 0,76 + 19,8 \cdot 0,62 \cdot 14} = 5,31 \text{ Ом.}$$

Так как $R_c > 4 \text{ Ом}$, то принимаем $a = 6000 \text{ мм.}$

$$l_n = 1,05 \cdot 6 \cdot (14 - 1) = 82 \text{ м.}$$

$$R_n = \frac{4,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 8200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 8200^2}{80 \cdot 5} = 11,1 \text{ Ом.}$$

$$R_c = \frac{58 \cdot 11,1}{58 \cdot 0,76 + 11,1 \cdot 0,74 \cdot 14} = 4 \text{ Ом.}$$

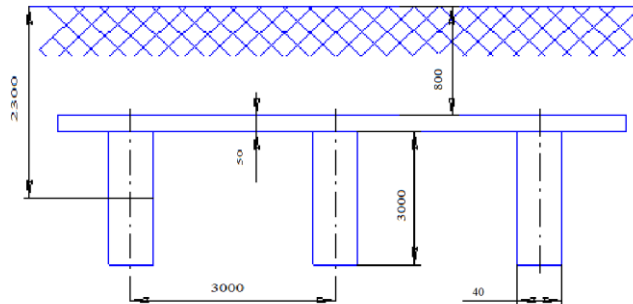


Рисунок 38 – Схема установки заземлителей

Таким образом, результирующее сопротивление защитного заземления при рассчитанном количестве электродов не превышает допустимого.

Полученная величина при проверке удовлетворяет нормам. Следовательно, диаметр заземлителя $d=4$ мм при числе заземлителей $n=14$ на расстоянии метра друг от друга. Длина соединительной полосы метров, сопротивление соединительной полосы Ом при глубине заложения 80 м является достаточным для обеспечения защиты при данной схеме расположения заземлителей.

6.1.8 Противопожарная безопасность

Цех, в котором находится сварочный участок, по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории А (Взрывоопасные), 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 31 - Классификация пожаров и рекомендуемые огнетушащие вещества ГОСТ 27331-87«Пожарная техника. Классификация пожаров» [27]

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)

План эвакуации из сварочного цеха (рисунок 38) предназначен для обеспечения безопасности сотрудников при возникновении пожара, здесь указываются все возможные выходы, наиболее благоприятные пути следования и места размещения оборудования, применение которого поможет избежать неблагоприятной ситуации.

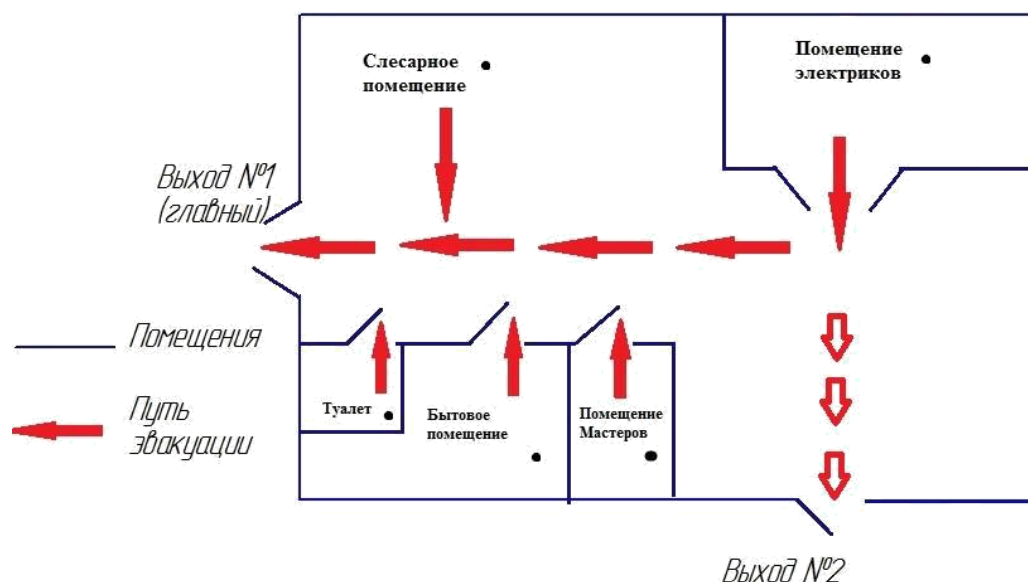


Рисунок 38 - План эвакуации из сварочного цеха ЦРП

6.2 Охрана окружающей среды

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» [31]. Степень очистки сточных производственных вод должна устанавливаться согласно СНиП 2.04.02 «Водоснабжение наружные сети и сооружения» [32] и должна отвечать требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Экология и переработка отходов, в том числе и сварочного производства одна из кардинальных проблем, стоящих перед человечеством и всей мировой экономикой.

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.

В контейнерах исключается попадание атмосферных осадков и раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

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 [8].

5.3 Чрезвычайные ситуации

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При подготовке сборочно-сварочных работ, инженеру сварочного производства необходимо руководствоваться следующими документами:

1. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95».

2. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996г. №36).

4 ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

6. ГОСТ 12.1.010-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования».

7. СанПиН 3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

8. ГОСТ 12.3.003 — 86 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Общие требования безопасности».

7. Заключение.

Из проделанной работы сделали вывод:

а) Наплавка на большой скорости привела к увеличению доли основного металла в наплавленном. Шов сформировался с подрезами. Поэтому необходимо производить наплавку с малой скоростью.

б) Наплавка с изменением наклона электрода показала эффективность способа «углом назад». Геометрия наплавленного валика хорошая. Шлак в сварочную ванну не затекал, что облегчило процесс наплавки

в) Наплавка с колебательными движениями не смогла уменьшить долю основного металла в наплавленном валике. Различные колебания увеличили время наплавки валика. И усложнили процесс наплавки. Поэтому мы продолжили наплавку валиков без колебательных движений.

Из-за высокого сварочного тока, доля основного металла оставалась высокой. При наплавке одним электродом ток был выбран таким, что бы процесс шел стабильно без каких-либо перерывов и формировался качественный валик, но при этом электрод нагревался до красна в ряде случаев отлетала обмазка к концу электрода, что не позволило использовать его полностью. Тогда было принято решение применить наплавку двумя электродами, не меняя силу тока. Опираясь на полученные знания, выбрали способ и режим наплавки (без колебаний, «углом назад», со скоростью 9м/ч). Получили долю основного металла в 26% . Электроды не раскалялись, что позволило использовать их до полного сгорания.

Этим способом наплавили слой из несколько валиков с малым шагом перекрытия. Твердость наплавленного слоя превысила требуемое значение в 55 HRC, и составило 58 HRC. Этим мы экспериментально подтвердили, что можно наплавить упрочняющий слой на ноже отвала. То есть обеспечить твердость в первом проходе больше 55 HRC наплавкой двумя электродами Т-590.

Применили полученные результаты и разработали технологическую карту с рекомендациями по наплавке двумя электродами марки Т-590 упрочняющего слоя на ноже отвала.

Список литературы:

1. Акулов А.И., Алехин В.П., Ермаков С.И. «Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки», Издательство: Машиностроение, 2003 год, 560 стр.
2. Воцанов К.П. «Ремонт оборудования сваркой» Издательство: Машиностроение, 1967 год, 111стр.
3. Геворкян В.Г. «Основы сварочного дела» Издательство: Высшая школа, 1991 год, 239 стр.
4. Малышев Б.Д., Мельник В. И., Гетия И. Г. «Ручная дуговая сварка» Стройиздат, 1991 год, 320 стр.
5. Фролов В. В. «Теория сварочных процессов» Издательство Высшая школа, 1988 год, 559 стр., с иллюстрациями.
6. Справочник сварщика. Под ред. В. В. Степанова. Изд. 3-е М., «Машиностроение», 1974 год, 520 стр.
7. Сайт производителя Т590 СпецЭлектрод г.Москва.
<http://www.spetselectrode.ru/electrod/t590.htm>
8. Сайт завода "УфаДорМаш" в г. Уфе.
<https://ufadormash.ru/products/nozhi-na-grejderyi-i-traktoryi>