





Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

 УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Демченко
« _____ » _____ 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА


15.03.01. - «Машиностроение»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЖА ГРЕЙДЕРА
ЗЕМЛЕРОЙНОЙ МАШИНЫ
Пояснительная записка

Руководитель	 8.06.16 подпись, дата	<u>ст. преподаватель</u> должность, ученая степень	<u>А.А. Безруких</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 08.06.16 подпись, дата		<u>И.Г. Соболева</u> инициалы, фамилия
Консультант: Организационно- экономический раздел	 12.06.16 подпись, дата	<u>К.Т.Н., доцент</u> должность, ученая степень	<u>А.И. Демченко</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 08.06.16 подпись, дата	<u>ст. преподаватель</u> должность, ученая степень	<u>С.Л. Бусыгин</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« » 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту Соболева И.Г.
Группа ЗМГ 11-05Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии восстановления ножа грейдера землеройной машины»
Утверждена приказом по университету № 6177/с от 10.05.2016
Руководитель ВКР: А.А. Безруких, ПИ СФУ, Старший преподаватель
(инициалы, фамилия, место работы и должность)
Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Технические условия на изготовление.

Перечень рассматриваемых вопросов(разделов ВКР):


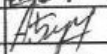
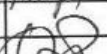

1. Литературно-патентный обзор
2. Технологическая часть
3. Конструкторская часть
4. Организационно-экономическая часть

Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Нож грейдера (1 лист формата А1);
2. Литературно-патентный обзор (1 лист формата А1);
3. Технология восстановления ножа грейдера (1 лист формата А1);
4. Приспособление для наплавки (1 лист формата А1);
5. Наплавка ножа грейдера (1 лист формата А1);
6. Техничко-экономические показатели (1 лист формата А1);

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	А.И. Демченко

				БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ		
Разраб.	Соболева И.Г.		29.06.16	Разработка технологии восстановления ножа грейдера землеройной машины	Лист	Листов
Пров.	Безруких А.А.		18.06.16		2	79
Н. контр.	Бусыгин С.Л.		17.06		ПИ СФУ	
Уте	Демченко А.И.		17.06		Каф. «Машиностроение»	

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 09.05.2016	ЛПО -100%	лист № 1
	по 15.05.2016	ТЧП - 40 %	
2	с 16.05.2016	КЧП – 40 %	лист № 2
	по 31.05.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.06.2016	ТЧП – 20 %	лист № 4
	по 26.06.2016	ОЭЧ – 100 %	лист № 5
		КЧП – 60 %	лист № 6
Всего	на 25.05.2016	100% по разделам	100%

КЧП – конструкторская часть

ТЧП – технологическая часть

ОЭЧ – организационно-экономическая часть

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ А.А. Безруких

(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

_____ И.Г. Соболева

(подпись, дата)

БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ

Лист

3

Реферат

В данной работе на основании патентных исследований и научно-технической литературы разработана технология изготовления и упрочнения рабочих органов землеройных машин на примере ножа грейдера. Подобраны технологическая оснастка, оборудование и приспособления, необходимые для осуществления разработанной технологии. Подобраны материалы, рассчитаны режимы наплавки. В конструкторской части описано разработанное приспособления необходимые для производства наплавочных работ, произведены необходимые расчеты. Произведен расчет экономической эффективности.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 79 страницы. Графическая часть представлена на 6 листах формата А1.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

Содержание

Введение	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	8
1.1 Роль наплавки в машиностроении и технике	9
1.2 Технология наплавки	10
1.3 Обзор существующих способов наплавки	11
1.3.1 Вибродуговая наплавка	11
1.3.2 Плазменная наплавка	13
1.3.3 Электронно-лучевая наплавка	13
1.3.4 Электрошлаковая наплавка	14
1.3.5 Ручная дуговая наплавка	15
1.3.6 Дуговая наплавка под флюсом	16
1.4 Автоматическая наплавка под слоем флюса	17
1.5 Анализ результатов патентно-информационных исследований	19
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	25
2.1 Описание изделия	26
2.2 Описание основного металла и его свариваемость	27
2.3 Описание предлагаемой технологии	29
2.4 Параметры технологических режимов	39
2.4.1 Образование наплавленного валика	39
2.4.2 Расчет режимов наплавки и размеров валика	43
2.4.3 Предупреждение образования трещин	46
2.4.4 Предупреждение образования пор	48
2.4.5 Удаление шлаковой корки	49
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	51
3.1 Общая характеристика механического оборудования	52
3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	52
3.3 Приспособление для наплавки	53

3.4 Расчет силы затяжки прижима	54
3.5 Расчет момента завинчивания	57
3.6 Проверка на смятие	57
3.7 Проверка на срез	58
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60
4.1 Определение типа производства	61
4.2 Расчет норм времени на наплавку по технологиям	61
4.3 Расчет фондов времени работы оборудования	62
4.4 Расчет потребности в сварочном оборудовании	64
4.5 Расчет капитальных вложений	65
4.6 Расчет текущих затрат на наплавку	65
4.7 Расчет приведенных затрат	75
4.8 Годовой экономический эффект	76
Заключение	77
Список литературы	78
Приложения	79

Введение

С каждым годом растет необходимость в восстановлении и ремонте механизмов машин и агрегатов. Новые передовые технологии и способы сварки и наплавки позволяют повысить производительность ремонтного механизма и увеличить срок службы с меньшими экономическими затратами по сравнению с приобретением новой детали, механизма или самого агрегата.

Проблема изготовления быстроизнашивающихся деталей все чаще ставится в экономических и в экологических аспектах. Известно, что для производства деталей расходуется миллиарды рублей. А на производство только 1 тонны стали расходуется в среднем 3 тонны железной руды, порядка 400 тонн кокса, 500-800 кВт ч электроэнергии, около 100 кг кислорода и 30 кг природного газа.

Для наплавки широко используются специальные сплавы, которые уменьшают износ деталей, увеличивая службу детали работающей в сложных условиях.

Разработка и использование ресурсосберегающих технологий упрочнения деталей неразрывно связаны с проблемой сокращения расходов наплавочных материалов, в большинстве случаев представляющих собой дорогостоящие высоколегированные сплавы. Особенно остро вопрос экономии наплавочных материалов стоит при наплавке деталей выходящих из строя с малой степенью износа

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1.1 Роль наплавки в машиностроении и технике

Большое количество деталей машин и механизмов выходит из строя в процессе эксплуатации вследствие стирания, ударных нагрузок, эрозии и т. д. Современная техника располагает различными методами восстановления и упрочнения деталей для повышения срока их службы.

Одним из методов восстановления и упрочнения деталей является наплавка. Наплавка – это нанесение слоя металла на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением. В литературе по общей наплавке [3] различают наплавку восстановительную и изготовительную.

Восстановительная наплавка применяется для получения первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей. В этом случае наплавленный металл близок к составу и механическим свойствам основному металлу.

Изготовительная наплавка служит для получения многослойных изделий. Такие изделия состоят из основного металла (основы) и наплавленного рабочего слоя. Основной металл обеспечивает необходимую конструкционную прочность. Слой наплавленного металла придает особые заданные свойства: износостойкость, термостойкость, коррозионную стойкость и т. д. Таким образом, наплавку производят не только при восстановлении изношенных, но и при изготовлении новых деталей машин и механизмов.

Наиболее широко наплавка применяется при ремонтных работах. Восстановлению подлежат конусные детали различных двигателей внутреннего сгорания, распределительные и коленчатые валы, клапаны, шкивы, маховики, ступицы колес и т. д. Важнейшие требования, предъявляемые к наплавке, заключаются в следующем:

- минимальное проплавление основного металла;
- минимальное значение остаточных напряжений и деформаций металла в зоне наплавки;

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

- занижение до приемлемых значений припусков на последующую обработку деталей.

1.2 Технология наплавки

Наплавка — это процесс нанесения при помощи сварки слоя металла на поверхность изделия. Путем наплавки получают изделия с износостойкими, кислотоупорными, жаростойкими, антифрикционными и тому подобными свойствами.

Наплавка может быть осуществлена многими способами. Наиболее широко для этой цели применяют различные виды и приемы дуговой сварки.

Перед началом наплавки устанавливают высоту наплавочного слоя. Перед наплавкой, как и перед сваркой, поверхность, подлежащая наплавке, должна быть очищена от грязи, ржавчины, окалины, масла и влаги. При наложении первого слоя наплавки стремятся каждый предыдущий валик перекрывать на 25—30% его ширины, сохраняя при этом постоянство его высоты.

При необходимости увеличить высоту наплавочного валика, производят наплавку следующего валика, очистив перед наплавкой наплавленный слой от неметаллических включений и шлака, образованных при наложении предыдущего слоя.

В зависимости от марки металла наплавка может производиться без подогрева изделия и с предварительным подогревом. Основными требованиями, предъявляемыми к качеству наплавки, являются: надежное сплавление основного металла с наплавленным; отсутствие дефектов в наплавленном металле; идентичность свойств наплавленного металла.

Надежное сплавление наплавки с основным металлом обеспечивается подбором силы тока, что для наплавочных установок с постоянной скоростью подачи электрода соответствует подбору скорости подачи проволоки или ленты.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

1.3 Обзор существующих способов наплавки

Наплавку можно производить почти всеми известными способами сварки плавлением. Каждый способ наплавки имеет свои достоинства и недостатки. Подробное описание современных способов автоматической и механизированной наплавки раскрывают в своих работах И.И. Фрумин, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев, В.А. Коротков, П.В. Гладкий, С.Ф. Гнюсов, К.С. Гнюсов, В.Г. Дураков, В.Ю. Мастенко [2, 3, 5, 6, 7, 8, 9].

Автор [3] в своих работах указывает, что наиболее удачно основные задачи процесса решаются при наплавке под флюсом, раскрывает непосредственно саму ее технологию. Особое внимание уделяется наплавке в защитном газе, электрошлаковой наплавке, наплавке токами высокой частоты. Так же, что различные способы электроимпульсной наплавки основаны на применении в качестве источника тепла искрового разряда или дуги весьма малой длительности (тысячи доли секунды). Электроимпульсная наплавка производится либо на воздухе, либо в струе воды или эмульсии, что позволяет уменьшить тепловое воздействие разряда на наплавляемую деталь. Электроискровым способом можно наплавлять слой твердого сплава на острия резцов, причем толщина наплавляемого слоя составляет от нескольких сотых до 0,1 мм [4, С 6 – 9].

1.3.1 Вибродуговая наплавка

Вибрационная (вибродуговая) наплавка, наплавка поверхностей вибрирующим плавящимся электродом (например, стальной проволокой); является разновидностью процесса сварки.

Была разработана с целью восстановления валов малого диаметра для сельскохозяйственной и автотракторной техники, оказалась широко востребованной в различных отраслях промышленности и признана за особый вид сварочной техники. Сущность этого способа состоит в том, что

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

деталь, вращающаяся в центрах токарного станка, наплавляется с помощью специальной головки. Головка обеспечивает подачу на деталь и вибрацию электродной проволоки диаметром 1,0—3,0 мм. К детали и проволоке подводится напряжение от источника питания. Для уменьшения зоны термического влияния и коробления наплавляемых деталей, а также увеличения твердости наплавленного слоя в зону дуги и на деталь подается охлаждающая жидкость — водный раствор кальцинированной соды. Охлаждающая жидкость защищает также расплавленный металл от окисления и азотирования. Вибрация электрода осуществляется с помощью электромагнитного вибратора, включенного в цепь переменного тока с частотой 50 пер/сек., или с помощью механического вибратора. Частота вибрации электрода при использовании электромагнитного вибратора составляет 100 гц. Механические вибраторы в зависимости от их конструкций могут обеспечивать различную частоту вибрации. [8, С. 12 – 13]

Сущность этого способа состоит в том, что деталь, вращающаяся в центрах токарного станка, наплавляется с помощью специальной головки. Головка обеспечивает подачу на деталь и вибрацию электродной проволоки диаметром 1,0—3,0 мм. К детали и проволоке подводится напряжение от источника питания. Для уменьшения зоны термического влияния и коробления наплавляемых деталей, а также увеличения твердости наплавленного слоя в зону дуги и на деталь подается охлаждающая жидкость — водный раствор кальцинированной соды. Охлаждающая жидкость защищает также расплавленный металл от окисления и азотирования.

Вибрация электрода осуществляется с помощью электромагнитного вибратора, включенного в цепь переменного тока с частотой 50 пер/сек., или с помощью механического вибратора. Частота вибрации электрода при использовании электромагнитного вибратора составляет 100 гц. Механические вибраторы в зависимости от их конструкций могут обеспечивать различную частоту вибрации.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

1.3.2 Плазменная наплавка

В своей работе П.В. Гладкий, Е.Ф.Переpletчиков и И.А. Рябцев [25, С. 28 – 31] подробно раскрывают способы плазменной наплавки:

- наплавка проволокой или прутками.

Выполняют постоянным током прямой полярности [10, С. 21 – 24]. Дуга горит между вольфрамовым катодом и присадочной проволокой, подаваемой сбоку под прямым углом к оси плазмотрона. Между катодом и соплом плазмотрона постоянно горит слаботочная дежурная дуга, которая обеспечивает надежное возбуждение и устойчивое горение рабочей дуги.

- наплавка по неподвижной присадке.

Характерная особенность этой группы способов плазменной наплавки состоит в том, что в процессе наплавки присадка неподвижна относительно изделия.

- наплавка порошком.

Способ наплавки с вдуванием порошка в плазменную дугу является более универсальный и позволяет применять порошки любого состава. [7,]

Применение плазменной дуги создает новые возможности технологии наплавки. Уменьшение доли основного металла в наплавленном слое в результате минимального проплавления при хорошем формировании наплавленного валика высотой 1,5-6 мм является важным преимуществом плазменной наплавки. [11]

1.3.3 Электронно-лучевая наплавка

Электронно-лучевая наплавка позволяют получать градиентные покрытия со структурой и свойствами, обеспечивающие высокую стойкость покрытий одновременно к износу, эрозии и коррозии, в том числе при высоких температурах. Основана на явлении «вымораживания» порошка в

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

жидкометаллическую ванну расплава, создаваемую электронным лучом с линейной разверткой [12,13]. Наплавляемая деталь перемещается внутри вакуумной камеры относительно неподвижной электронной пушки и порошкового дозатора. При каждом последующем проходе «вмораживается» новая порция порошка и расплавляется предыдущая. [8]

Основные преимущества электронно-лучевой наплавки:

- высокое качество покрытий, отсутствие поволок и коробления основы;
- нанесение покрытий большой толщины (до 20 мм.);
- высокая производительность оборудования (25 мм²/сек при толщине 1мм);
- низкая себестоимость процесса наплавки (5-10 руб./см²) при толщине покрытия 1,5мм;
- наплавка монолитных покрытий с пористостью на уровне твердого сплава (не более 0,5%);
- полное (100%) использование и рафинирование наплавочного материала;
- высокий коэффициент полезного действия (около 90%);
- рабочее давление в вакуумной камере 0,5Па (технический вакуум);
- наплавка материалов, имеющих низкую взаимную растворимость и температуру плавления.

1.3.4 Электрошлаковая наплавка

В своей работе Фрумин И.И. [3] указывает, что электрошлаковая наплавка основана на способе сварки плавлением, изобретенным Г.З. Волошкевичем. Тепло, служащее для плавления металла, выделяется через расплавленный шлак. У наплавляемой поверхности создается ванночка жидкого шлака. Ток нагревает шлак до температуры более 2000°. При этом оплавляется поверхность изделия и с большой скоростью плавится

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

электрод. Капли металла электрода, сливаясь с расплавленным основным металлом, образуют тонкий слой шлака.

Различают наплавку с принудительным и свободным (ЭШН лентами) формированием наплавляемого слоя. По начальной стадии электрошлакового процесса различают «твердый» старт (наведение шлаковой ванны происходит непосредственно в зоне наплавки) и «жидкий» старт (в полость кристаллизатора заливают заранее приготовленный шлак).

Сущность ЭШН с принудительным формированием наплавляемого слоя заключается в следующем. В шлаковую ванну, находящуюся в полости, образованной наплавляемой поверхностью и водоохлаждаемым кристаллизатором, подается электродный присадочный материал. Ток, проходя между электродом и наплавленным металлом через жидкий шлак, разогревает его до высокой температуры, достаточной для расплавления подаваемого присадочного материала и оплавления поверхности изделия. Расплавленный металл опускается на дно шлаковой ванны и, кристаллизуясь, образует наплавленный слой.

В качестве присадочного материала используются один или несколько электродов из сплошных или порошковых проволок, ленты, пластинчатые электроды большого сечения, плавящиеся мундштуки и композиционные проволоки. При использовании неплавящихся электродов возможно применение электронейтральных некомпактных присадочных материалов: дроби, жидкого металла.

В статье В.В Глазова [1] приведена таблица, где указаны основные характеристики и область применения основных способов наплавки.

1.3.5 Ручная дуговая наплавка

Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами на поверхности деталей широко распространена, так как ее можно применять при различных конфигурациях деталей и типовом сварочном оборудовании — нужны

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

только наплавочные электроды и навыки сварщика. Но это так же трудоемкий и низкопроизводительный процесс, в связи с пониженными режимами и работой вручную. Однако ручную наплавку продолжают широко применять благодаря простоте и доступности процесса. Ручную дуговую наплавку выполняют покрытым плавящимся и неплавящимся электродами. Перед наплавкой плавящимся электродом поверхность детали должна быть тщательно зачищена, после чего приступают к наплавке металла отдельными валиками. Электроды выбирают исходя из условий эксплуатации наплавляемой поверхности. Производительность ручной дуговой наплавки покрытыми электродами составляет 0,8—3 кг/ч. Порошковые смеси наплавляют угольным (графитовым) электродом постоянным током прямой полярности. На очищенную от загрязнений поверхность насыпают тонкий слой флюса (0,2—0,3 мм), чаще всего прокаленную буру, затем слой шихты высотой 3—5 мм и шириной 20—60 мм. Дугу возбуждают на основном металле, затем переносят на шихту, шихта расплавляется с минимальным проплавлением основного металла.

1.3.6 Дуговая наплавка под флюсом

Название этого способа связано с тем, что дуга при наплавке электродными материалами (проволокой, лентой и др.) скрыта под слоем гранулированного флюса, предварительно насыпаемого на поверхность основного металла. Возможность наплавки при большой силе тока и высокой погонной энергии обеспечивает этому способу высокую производительность при хорошем качестве наплавляемого металла, и благодаря этому данный способ занимает господствующее положение в области автоматической наплавки. [14] Дуговая наплавка под флюсом имеет следующие преимущества:

1) высокая производительность процесса при наплавке изделий простой формы с большой площадью наплавляемой поверхности;

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

2) простота осуществления процесса, не требующего высокой квалификации сварщика;

3) возможность получения хорошего внешнего вида валика;

4) хорошие условия труда, связанные с отсутствием разбрызгивания электродного металла (поскольку дуга скрыта под слоем флюса).

Вместе с тем этому способу наплавки присущи следующие недостатки:

1) более высокая стоимость оборудования, чем для ручной дуговой наплавки покрытыми электродами;

2) непригодность для наплавки мелких изделий сложной формы;

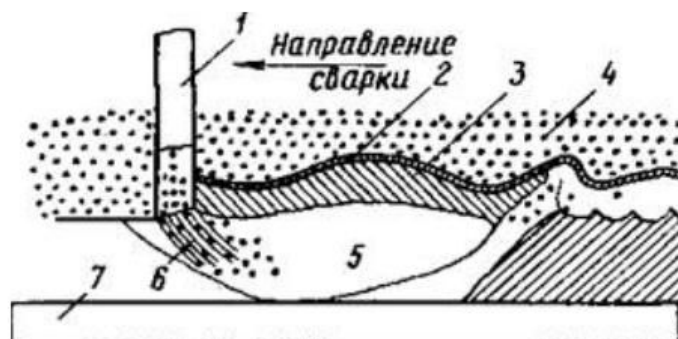
3) повышенная жидкотекучесть расплавленного металла и флюса.

1.4 Автоматическая наплавка под слоем флюса

Автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса — один из основных методов восстановления изношенных деталей, применяемых на предприятиях, ремонтирующих машины транспортного строительства. Сущность способа: электрическая дуга горит между электродной проволокой и наплавляемой деталью под защитой флюса. В зону горения дуги автоматически непрерывно и равномерно подается электродная проволока или лента. Сварочная или наплавочная проволока выпускается диаметром от 0,3 до 8 мм. Проволока может быть углеродистая и легированная. Ее маркируют с учетом назначения, химического состава и диаметра. Например, проволоку сварочную низкоуглеродистую диаметром 3 мм с содержанием углерода до 0,1% обозначают ЗСВ0.8; проволоку наплавочную легированную диаметром 4 мм с содержанием углерода 0,35—0,45% и марганца 0,7—1,0% обозначают 4Нп-40Г. Электродная наплавочная лента (обозначается ЛС) выпускается шириной от 30 до 100 мм как для однослойной наплавки (с литером А), так и для многослойной. Под действием температуры дуги (6000—7000° С) часть флюса расплавляется и на поверхности металла

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

создается шлаковый слой, защищающий расплавленный металл от вредного воздействия воздуха рисунок 1.1.



1 — электродная проволока; 2— шлаковая корка; 3— газовый пузырь; 4— флюс; 5— жидкая ванна; 6— сварочная дуга; 7— наплавляемая деталь

Рисунок 1.1 – Схема процесса наплавки под слоем флюса

Наличие защитного слоя способствует медленному охлаждению наплавленного металла, что оказывает положительное воздействие на формирование слоя наплавки, снижает пористость и затрудняет закалку поверхности.

Для наплавки под слоем флюса необходимо иметь следующее оборудование: наплавочную автоматическую головку, источник питания сварочным током, аппаратуру управления и регулирования процесса наплавки, механическое оборудование для установки и перемещения детали, крепления и перемещения головки, а также вспомогательного оборудования. Автоматизированы главные элементы сварочного процесса— подача проволоки к дуге, поддержание постоянного дугового промежутка и перемещение дуги вдоль свариваемого шва.

Автоматическая наплавка под слоем флюса по сравнению с ручным способом в несколько раз повышает производительность благодаря увеличению скорости наплавки и улучшает качество наплавки: шов

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

получается однородный и плотный, сохраняются легирующие добавки, качество наплавки не зависит от индивидуальных навыков сварщика; уменьшает расход материалов; почти полностью устраняет потери электродной проволоки; исключает изготовление электродов с обмазкой; позволяет использовать флюс 2—3 раза; сокращает расход электроэнергии в результате устранения непроизводительного нагрева основного металла, лучеиспускания и потерь на разбрызгивание и угар, имеющих место при ручном способе; снижает расходы, связанные с механической обработкой после наплавки, так как благодаря равномерной толщине наплавленного слоя уменьшается припуск для последующей обработки; улучшает условия труда сварщиков, так как отсутствует мощный световой поток, сопровождающий ручную сварку, и уменьшается выделение, вредных газов.

1.5 Анализ результатов патентно-информационных исследований

В начальной стадии разработки дипломного проектирования были проведены патентно-информационные исследования на предмет изучения способов наплавки плоских поверхностей. К изучению были приняты патенты и авторские свидетельства класса В23К.

АС 271681 Кл В23К 13/00

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано при производстве наплавленных деталей.

Предмет изобретения:

Способ индукционной наплавки, при котором на наплавляемую деталь наносят слой шихты твердого сплава, а затем расплавляют ее за счет тепла, выделяемого наплавляемой деталью. С целью повышения производительности процесса и улучшения качества наплавки между наплавляемой шихтой и индуктором помещают вспомогательный

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

токопроводящий элемент, нагревающийся в магнитном поле индуктора и обеспечивающий дополнительный нагрев шихты.

АС 866887 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к области сварки, в частности, к электродуговой наплавке и может быть применено для износостойкой наплавки деталей, работающих в условиях абразивного износа, например ножей дорожных машин.

Целью изобретения является повышение качества наплавки путем уменьшения волнистости кромок наплавляемого слоя, увеличение ширины наплавки и снижения потерь на разглаживание металла, что снижает расход наплавочного материала.

АС 556909 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к сварке, в частности, к наплавке износостойкими сплавами поверхностей кромок деталей машин, подверженных абразивному износу, например землеройных машин, витков шнеков и т.п..

Формула изобретения: Способ электродуговой наплавки поверхностей кромок пластинчатым электродом с принудительным формированием торцевой поверхности кромок. С целью повышения производительности за счет повышения коэффициента наплавки. При наплавке используют второй дополнительный электрод, который располагают своей широкой плоскостью параллельно торцевой поверхности наплавляемой кромки, причем широкие поверхности электродов располагаются взаимоперпендикулярно.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

АС 1700860 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к наплавке, в частности к способам наплавки плоских поверхностей, и может быть использовано для восстановления изношенных деталей.

Цель изобретения:

Повышение качества наплавки и производительности процесса. Плавление электродов установленных параллельно друг другу с зазором осуществляется одновременно в общую сварочную ванну, на которую с момента выхода процесса наплавки на установившийся режим воздействуют ультразвуковые механические колебания.

АС 2053068 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к дуговой наплавке плавящимся и неплавящимся электродом в защитных газах, а также к плазменно-дуговой наплавке и может быть использовано в различных отраслях промышленности при упрочняющей и восстановительной наплавке.

Формула изобретения: Способ, при котором процесс ведут в несколько проходов, а предварительно перед наплавкой проводят обработку наплавляемой поверхности с использованием окислительной среды. В процессе предварительной обработки образуют равномерный окислительный слой на наплавляемой поверхности, а наплавку всех слоев производят с одновременной подачей кислорода в зону, прилегающую к хвостовой части ванны. Повышение качества наплавленных слоев достигается путем уменьшения «блуждания» дуги, созданием всестороннего экранирования ее окисной пленкой и путем повышения качества управления процессом наплавки.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

АС 1120556 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к области сварки и может быть применено для упрочнения плоских поверхностей деталей машин, подвергающихся ударно-абразивному изнашиванию, например, молотки, броневые листы дробилок, зубья ковшей экскаваторов и т.д.

Целью изобретения является повышение качества наплавленного слоя за счет программирования (упорядочения) перемещения сварочной дуги. Данная цель достигается тем, что в способе наплавки плоских поверхностей лежачим пластинчатым электродом с легирующим покрытием, при котором токопровод присоединяют к одной из кромок электрода, находящийся на расстоянии от изделия, не превышающем длину дугового промежутка, этот пластинчатый электрод устанавливают под углом к наплавляемой поверхности, равным 2–12°.

АС 137207 Кл В23К 9/04

Электрод для наплавки плоских поверхностей, который, с целью увеличения производительности процесса наплавки плоских поверхностей и улучшения наплавления, выполнен конической, тарельчатой формы.

Предмет изобретения:

С целью улучшения условий кристаллизации наплавленного металла и повышения качества наплавки, электрод снабжен водоохлаждаемым кристаллизатором, выполненным в виде нескольких телескопически сцепленных цилиндрических кольцевых элементов.

АС 1581500 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к сварочному производству, в частности к плазменной наплавке на тонкие кромки деталей типа ножа, шнека.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>22</i>

Цель изобретения – повышение качества наплавки.

Формула изобретения: способ, при котором на наплавляемой поверхности создают ванну расплавленного металла, а порошкообразный материал подают в плазменную струю с целью повышения качества наплавки на тонкую кромку. Наплавку ведут плазмотроном со смещенным относительно оси сопла электродом. При этом ось электрода располагают с максимальным смещением от кромки в сторону изделия в плоскости.

АС 1660884 Кл В23К 9/04

Изобретение относится к сварочному производству и может найти применение при механизированной наплавке различного металла на поверхность детали.

Цель изобретения – увеличение производительности процесса и улучшение качества наплавки.

Формула изобретения: способ электродуговой широкослойной наплавки с применением кристаллизатора, который устанавливают с зазором относительно детали и перемещают по мере наплавки. С целью повышения производительности наплавки, ее выполняют косвенной дугой. Столб дуги направляют под углом 10–15° к вертикальной поверхности детали. Используют кристаллизатор длиной, соответствующей ширине детали, а после заполнения электродным металлом зазора между деталью и кристаллизатором, кристаллизатору сообщают шаговое перемещение.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

Вывод

Необходимо разработать технологию восстановления и упрочнения рабочих органов землеройных машин. По результатам изучения технической литературы и нормативно-технической документации предлагается технология, которая отличается большей производительностью и экономичностью.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

2.1 Описание изделия

В соответствии с заданием на дипломное проектирование деталью, для которой разрабатывается технология восстановления рабочей поверхности, является нож грейдера (рис.2.1)

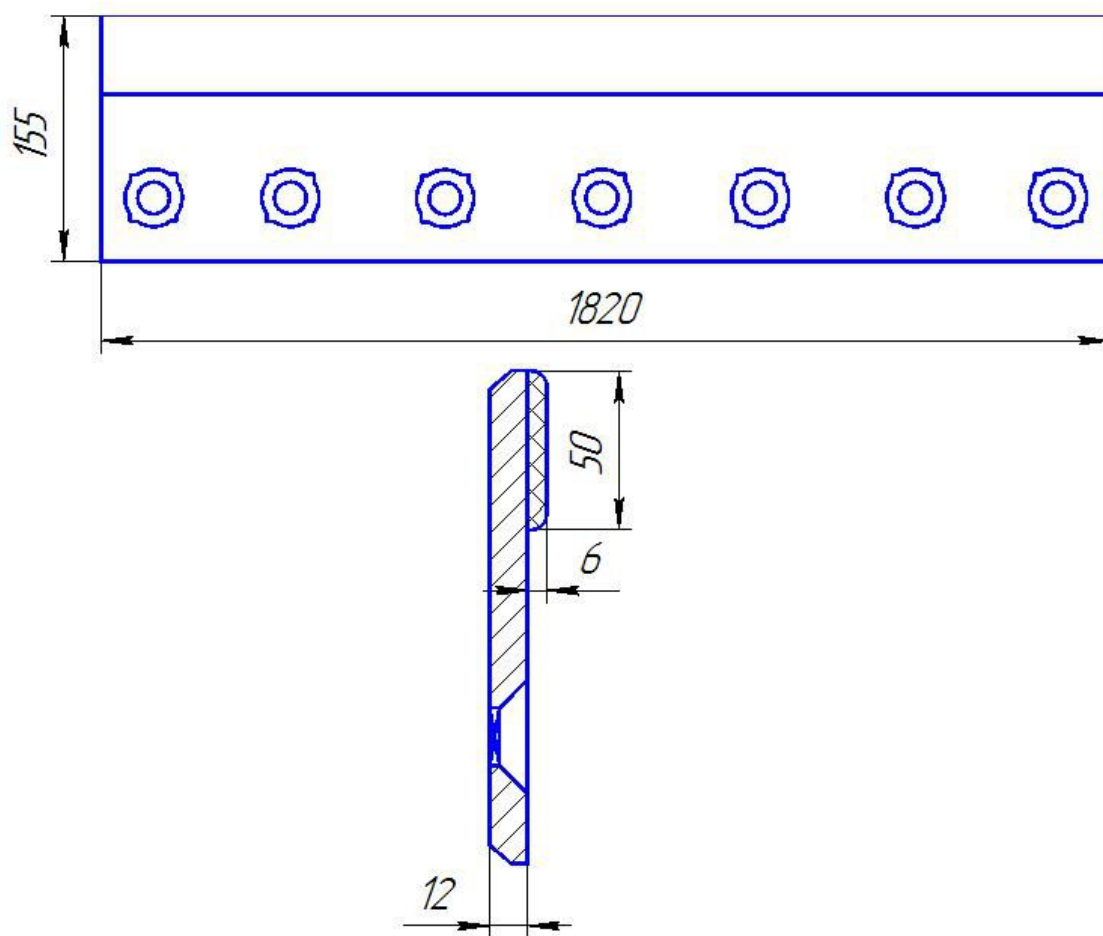


Рисунок 2.1 - Общий вид изделия

Изделие представляет собой плоскую листовую конструкцию размерами 1820x155мм. и толщиной 12мм. В нерабочей части имеется семь отверстий для крепления детали. Рабочая поверхность взаимодействует с грунтом, в результате чего испытывает различные виды изнашивания: абразивное, износ в результате трения, контактная усталость. Все это

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

приводит к выходу детали из строя. Поэтому для упрочнения рабочей поверхности на нее наплавляют слой из более износостойкого материала.

2.2 Описание основного металла и его свариваемость

Основным материалом, из которого изготавливаются нож грейдера, является низколегированная конструкционная сталь 09Г2С. Эту сталь выпускают по ГОСТ 19282-73, поставляют без термообработки в горячекатанном состоянии, листовые механические свойства которой приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Механические свойства стали 09Г2С

Марка стали	Предел прочности σ_b , (МПа)	Предел текучести σ_T , (МПа)	Относительное удлинение δ , (%)	Ударная вязкость (Дж/м ²)	
				20°С	-40°С
09Г2С	500	350	21	0,6	0,4

Применение низколегированных сталей с пределом текучести от 350 МПа и выше приводит к уменьшению массы изделия. Это является существенно-важным при конструировании различных агрегатов машин, а также для экономии металла, что, в конечном счете, понижает стоимость изделий.

Присутствие кремния хорошо раскисляет сталь, а наличие марганца в ней повышает ударную вязкость и хладноломкость. По сравнению с другими низколегированными сталями марганцевые позволяют получить сварные соединения более высокой прочности.

Добавление никеля позволяет повысить хладостойкость стали, а наличие небольшого количества меди повышает её стойкость против коррозии.

Таблица 2.2 – Химический состав стали.

Марка стали	Содержание элементов, (%)			
	C	Si	Mn	Прочие
09Г2С	≤0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	Cr,Ni,Cu≤0,3

Для оценки влияния легирующих элементов на свариваемость стали используют понятие эквивалента углерода. Для низколегированных сталей эквивалент углерода определяют по формуле (2.1):

$$C_{\text{э}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Cr}/5 + (\text{Ni} + \text{Cu})/15, \quad (2.1.)$$

где $C_{\text{э}}$ – эквивалент углерода %;

C, Mn, Cr, Ni, Cu, – легирующие элементы %.

$$C_{\text{э}} = 0,12 + 1,4/6 + 0,2/5 + (0,2 + 0,2)/15 = 0,42\%$$

При расчёте получили $C_{\text{э}} = 0,42 \% \leq 0,45 \%$, следовательно, свариваемость материала хорошая и при сварке данной стали не требуется специальных технологических мероприятий для предотвращения образования горячих трещин.

Использование стали 09Г2С соответствует всем требованиям, предъявляемым к ней при изготовлении ножа грейдера. Основные из требований являются: снижение массы конструкции, повышение надежности, сопротивление износу, возможность использования конструкции при повышенных и отрицательных температурах.

2.3 Описание предлагаемой технологии

Базовая технология восстановления ножа грейдера.

Первоначально для повышения износостойкости ножа грейдера землеройной машины, применялась ручная наплавка поверхности рабочей части электродами Т-590.

В данном проекте предложено заменить ручную наплавку на автоматическую под слоем флюса. При этом срок службы элемента конструкции может увеличиться, предположительно в три раза.

В соответствии с задачами дипломного проектирования предлагается технология восстановления и упрочнения рабочих органов землеройных машин, на примере ножа грейдера. Данная деталь испытывает абразивное изнашивание в результате взаимодействия с породой. В связи с объемным характером износа доля наплавляемого металла в общем объеме изнашиваемого металла составляет лишь около 10%. Поэтому предлагаемая технология направлена на то, чтобы повысить срок службы детали.

Операция 1. Очистка

Металл необходимо очистить от ржавчины, грязи, масла и т.п. Очистка производится в дробеструйной установке до металлического блеска. Оборудование для очистки металла – дробеструйная камера «Буран 4 М» (рисунок 2.2).

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29



Рисунок 2.2 - дробеструйная камера «Буран 4 М»

Аппараты предназначены для экологически безопасной очистки закрытой струей дробы сухих стальных конструкций от окалины, ржавчины и старых лакокрасочных покрытий. При эксплуатации аппаратов не требуются специальные помещения для работы, вентиляционное оборудование, оборудование для сбора и регенерации дробы, дорогостоящая спецодежда для оператора. Аппараты укомплектованы универсальной облегченной дробеструйной головкой с комплектом сменных насадок и щеток, соответствующих характеру обрабатываемой поверхности.

Аппарат – однокамерный с замкнутой циркуляцией абразива, пневмонагнетательной системой подачи абразива в рабочую зону, с воздухоотводным или эжекторным отсосом продуктов очистки и абразива; безпыльный; передвижной.

Использование в аппарате дробеструйной головки с новой конструкцией сопла, оригинальной системы отсоса и очистки воздуха позволяет существенно повысить производительность и качество очистки, а так же значительно уменьшить запыленность воздуха. Технические характеристики аппарата приведены в табл.2.3.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

Таблица 2.3 - Технические характеристики дробеструйной камеры «Буран 4М».

Наименование	Значение
Производительность очистки, м ² /ч	7-10
Давление воздуха, МПа:	
минимальное	0,5
максимальное	0,7
Расход воздуха, м ³ /мин:	
с эжектором	9
с воздуходувкой	3
Мощность, подводимая к приводу воздуходувной установки, кВт	7-10
Масса аппарата (без абразива), кг.	170
Масса засыпаемого абразива, кг.	70
Габариты, мм.	1245x800x2100

Операция 2. Рихтовка.

В процессе работы изделие может деформироваться. Для устранения деформаций необходимо отрихтовать очищенную деталь. Рихтовка – вид обработки, заключающийся в выравнивании искривленных поверхностей посредством приложения внешней силы (нагрузки). Необходимая величина нагрузки обеспечивается с помощью прессы. Для рихтовки изделия используется пресс П6330 (рисунок 2.3). Технические характеристики прессы приведены в табл.2.4.



Рисунок 2.3 - Пресс П6330

Таблица 2.4 - Технические характеристики прессы П6330

Наименование	Значение
Номинальное усилие, кН	1000
Ход ползуна, мм	500
Расстояние между столом и ползуном, мм	750
Мощность двигателя главного движения кВт	22
Размер стола ширина/длина мм	630/800
Габариты станка Длинна Ширина Высота (мм)	900_2150_2720
Масса кг	5290

Операция 3. Строгание.

Операцию строгание возможно производить при твердости слоя не более 40 HRC. Так как проектируемая технология предполагает получение твердости ниже 40 HRC, возможно применение любых способов механической обработки металла /10/.

Производится строгание изношенной поверхности, для устранения неровностей, при помощи строгального станка 7210 (рисунок 2.4). Технические характеристики оборудования приведены в табл.2.4.

Продольно-строгальный двухстоечный станок 7210 предназначен для строгания плоских поверхностей изделий из черных и цветных металлов в условиях единичного и серийного производства. На станке можно производить черновое, чистовое, а также отделочное строгание.

На станке могут быть обработаны горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости, а также продольные пазы различного профиля. Возможна также отделочная обработка деталей с точностью, указанной в акте приемки станка.



Рисунок 2.4 - Продольно-строгальный двухстоечный станок 7210

Таблица 2.4 - Технические характеристики строгального станка 7210

Наибольшие размеры обрабатываемой детали, мм.	1000x900x3000
Расстояние между стойками, мм.	1100
Пределы скоростей рабочего хода стола, м/мин.	4–90
Величина подачи суппортов, мм/дв. ход:	
горизонтальная	0,5–25
вертикальная	0,25–12,5
Габариты, мм.	7950x4000x3450
Масса, кг.	27500

Операция 4. Сборка в специальном приспособлении.

После того как были произведены подготовительные операции, изделие очищено, отрихтовано, а также подготовлен ровный слой для наплавки, нож устанавливается в специальное приспособление, показанное на рисунке 2.5.

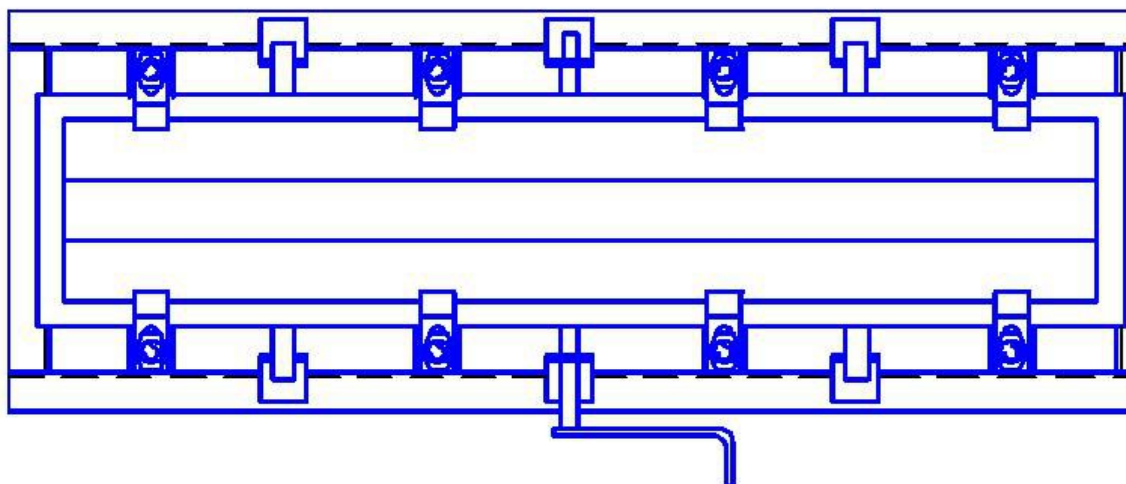


Рисунок 2.5 - Специальное приспособление для наплавки.

Работа приспособления описана в конструкторской части работы.

Операция 5. Наплавка

Высокая производительность процесса и качественное формирование наплавленного валика при использовании широкого диапазона марок сталей под слоем флюса нашли широкое применение в промышленности.

Наплавку производим наплавочной установкой У653А, технические характеристики установки приведены в табл.2.5.

Таблица 2.5 - Технические характеристики наплавочной установки У653А.

Сварочный ток при ПВ=60%, А	60-500
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	16-553
Амплитуда колебаний электрода, мм.	0-70
Диаметр электрода:	
сплошная проволока, мм.	1,2-5,0
порошковая проволока, мм.	2,0-3,6
Корректировка электрода:	
поперечное смещение, мм.	± 70
наклон, град.	± 30
Перемещение наплавочного автомата:	
горизонтальное, мм. не более	2150
вертикальное, мм. не более	500
Шаг наплавки, мм.	3,1-26
Габаритные размеры, мм.	2700x1300x3010

Наплавочная установка У653А является универсальной, на рисунке 2.6 показан вариант применения установки для наплавки цилиндрических поверхностей, на рисунке 2.7 для наплавки плоских поверхностей.



Рисунок 2.6 - Применение установки У653А для наплавки цилиндрических поверхностей



Рисунок 2.7 - Применение установки У653А для наплавки плоских поверхностей

Наплавочная установка питается от универсального сварочного выпрямителя ВДУ-506УЗ, имеющего крутопадающие и жесткие (пологопадающие) внешние характеристики.

Выпрямитель сварочный типа ВДУ-506 УЗ предназначен для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов однопостовой механизированной сварки в среде углекислого газа и под флюсом, а также для сварки порошковой проволокой. Выпрямитель может быть использован для работы со сварочными роботами и манипуляторами, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами. Климатическое исполнение выпрямителя «У», категория размещения 3, для работы при нижнем значении температуры окружающей среды от минус 10°С до +40°С.

Данный выпрямитель имеет напряжение холостого хода не более 85 В, номинальное же рабочее напряжение для жестких внешних характеристик 50 В (пределы регулирования— 18— 50 В), а для падающих внешних характеристик 46 В (пределы регулирования 22 — 46 В). Номинальный сварочный ток достигает 500 А. Пределы регулирования сварочного тока для

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

жестких внешних характеристик от 60 до 500 А, для падающих внешних характеристик от 50 до 500 А. Выпрямитель обеспечивает при номинальном напряжении сети легкое зажигание и устойчивое горение дуги при любом токе в пределах регулировочного диапазона.

Технические характеристики источника питания ВДУ-506 УЗ приведены в таблице 2.6

Таблица 2.6 - Технические характеристики выпрямителя сварочного ВДУ-506 УЗ .

Номинальный сварочный ток, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	60-500
Пределы регулирования напряжения, В	18-50
Первичное напряжение, В	220 или 380
Напряжение холостого хода, В	80
Мощность, кВт	40
КПД, %	82
Габаритные размеры, мм.	1275x816x940
Масса, кг.	380

Материалы: Наплавочная проволока Нп-65Г. Химический состав проволоки приведен в табл.2.7.

Таблица 2.7 - Химический состав проволоки

Марка проволоки	Содержание элементов, %					Твердость, НВ 230-310
	С	Mn	Si	Cr	Ni	
Нп-65Г	0,6-0,7	0,9-1,2	-	-	-	

При наплавке плоских поверхностей стремятся наплавить возможно большую площадь при наименьшей глубине проплавления основного металла. Для наплавки используется пензовидный флюс АН-348-АП.

Пензовидный флюс при всех способах наплавки дает в отношении формирования валика более благоприятные результаты, чем стекловидный.

Таблица 2.8 - Показатели качества флюса

Марка флюса	ТУ У 5416923.049-99			
	Насыпная масса	Содержание % масс, не более		
		С	S	P
АН-348-АП	0,9-1,2	0,1	0,09	0,10

Таблица 2.9 - Показатели механических свойств флюса

Марка флюса	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %
АН-348-АП	620	22,0

Пензовидный флюс АН-348-АП обеспечивает хорошее формирование металла шва с плавным переходом к основному металлу, без образования пилообразной поверхности по линиям сплавления. Отсутствуют поры и трещины, а показатели механических свойств сварного соединения и металла шва не ниже требований к основному металлу.

Операция 6. Рихтовка

В процессе наплавки изделие деформируется. Для устранения остаточных деформаций необходимо отрихтовать изготовленную деталь. Необходимая величина нагрузки обеспечивается с помощью прессы. Для рихтовки изделия используется пресс П6330.

После рихтовки произвести визуальный контроль качества наплавленного слоя на предмет выявления недоплавленных участков и прочих дефектов наплавки.

Операция 7. Стругание

Производится стругание наплавленной поверхности, для устранения неровностей (припусков) и получения необходимых размеров, при помощи строгального станка 7210. Технические характеристики оборудования приведены в табл.2.4.

Операция 8. Контроль качества

Контроль качества проводится визуально, определяется величина отклонения от заданных размеров, формы. Кроме того определяется твердость наплавленного слоя при помощи специального оборудования.

Оборудование: штангенциркуль, линейка, твердомер.

2.4 Параметры технологических режимов

2.4.1 Образование наплавленного валика

Высокая производительность процесса и качественное формирование наплавленного валика при использовании широкого диапазона марок сталей, возможна при применении автоматической наплавки под слоем флюса.

При сварке и наплавке под флюсом температура газа в столбе дуги находится в пределах температуры от 4700 до 8500°C. Стальные электроды плавятся в дуге очень быстро. Расплавленный металл переносится в сварочную ванну каплями различного размера. Пролетая в дуге капли нагреваются до температуры 2200–2500°C. Капли электродного металла попадают на поверхность основного металла или в расплавленный флюс. Поскольку удельный вес жидкого металла больше чем флюса, происходит разделение металла и шлака. Металлические капли оседают в слое шлака и

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

сливаются с ванной; шлаковые капли всплывают в металлической ванне и присоединяются к шлаку.

Поток газов дуги оказывает давление на поверхность ванны. Давление дуги усиливается с увеличением плотности тока (при увеличении силы тока или уменьшении диаметра электрода) и ослабевает при увеличении дугового промежутка (при увеличении длины дуги). Давление дуги вызывает в сварочной ванне под электродом образование углубления, которое называется кратером. Чем глубже погружается дуга в толщу основного металла, тем больше глубина проплавления (провар) основного металла.

Процесс наплавки протекает нормально и приводит к образованию правильно сформированного валика только в том случае, если все время поддерживается постоянная разность уровней жидкого металла в кратере и ванне.

Если наплавляемый участок изделия наклонен в сторону перемещения электрода (сварка на спуск), происходит повышение уровня жидкого металла в ванне, по сравнению с уровнем при горизонтальном положении данного участка. Соответственно повышается уровень в кратере – металл как бы подтекает под дугу и вытесняет ее. Давление дуги ослабевает. В результате глубина провара уменьшается, а ширина наплавленного валика – увеличивается.

Опытным путем установлено, что такое улучшение формы наплавленного валика происходит при наклоне до 6-8°. При дальнейшем увеличении угла наклона появляются подвороты и непровары по краям валика. При наклоне 14-16° расплавленный металл не сплавляется с изделием и после затвердевания легко от него отделяется.

При наложении соседних наплавленных валиков производят перемещение электрода на величину, называемую шагом наплавки. Величина шага наплавки оказывает влияние не только на толщину наплавленного слоя, но и на долю участия основного металла в наплавленном.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

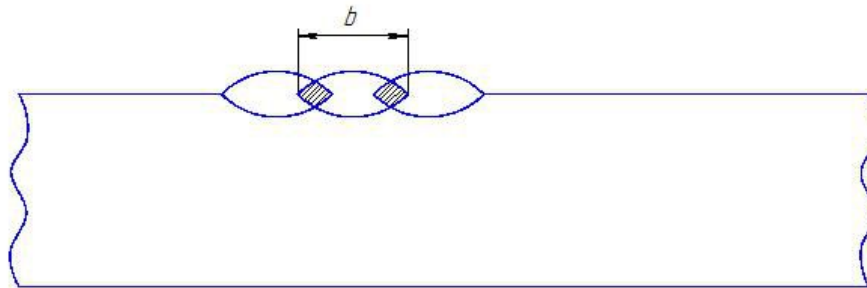


Рисунок 2.8 - Наплавка с различным шагом в долях от ширины наплавленного металла.

Если при шаге, равном $2/3$ ширины наплавленного валика, большая часть наплавленного валика не проплавляется, то при шаге, равном $1/3$ ширины – имеет место двух, а то и трех кратное переплавление. Это позволяет существенно снизить долю участия основного металла в наплавленном (рисунок 2.8).

Для качественного протекания процесса наплавки необходимо обеспечить надежную защиту зоны горения дуги сварочным флюсом. Толщина насыпаемого слоя должна составлять около 50 мм. Неудовлетворительное формирование наплавленного валика может происходить из-за нестабильного токоподвода в токоподводном мундштуке. Поэтому следует своевременно заменять сменные элементы мундштука по мере их изнашивания.

На стабильность дугового промежутка влияет величина вылета электрода (расстояние от среза токоподводящего мундштука до поверхности металла). Для тонких проволок (диаметр 2 мм.) вылет электрода составляет 25 мм., а для проволок большого диаметра – до 60 мм.

При многослойной наплавке следует удалять шлаковую корку перед наплавкой каждого последующего слоя. В противном случае в наплавленном слое возможно образование пор.

Наплавка на разогретую поверхность сопровождается ухудшением отделения шлаковой корки. Принятие мер по оптимизации настройки

наплавочной установки с целью обеспечения формирования наплавленных валиков с гладкой поверхностью и ровными очертаниями способствует улучшению отделяемости шлаковой корки, даже в условиях повышенного разогрева наплавляемой детали.

С увеличением напряжения дуги, при неизменной величине силы тока и скорости перемещения, увеличивается количество тепла, выделяемого на единицу длины валика. При этом растет длина дуги, улучшается нагрев краев ванны.

При чрезмерном увеличении напряжения расплавленный флюс начинает вытекать из зоны сварки и может увлекать за собой металл. Это особенно нежелательно при наплавке краевых участков изделий. Кроме того, с увеличением напряжения ухудшается устойчивость дуги.

Скорость наплавки оказывает существенное влияние на формирование наплавленного валика. При малых скоростях перемещения дуги (менее 20 м/час) на единицу длины наплавляется относительно много металла. Дуга вытесняется на поверхность. В среднем диапазоне скорости (20–40 м/час) увеличение скорости наплавки с одной стороны приводит к увеличению глубины проплавления, но одновременно уменьшается количество тепла, приходящегося на единицу длины валика. В диапазоне больших скоростей (более 50 м/час) увеличение скорости перемещения дуги уменьшает как глубину проплавления, так и ширину валика. При скоростях более 80-100 м/ч возникает зона несплавления: стойки кратера успевают остыть до подхода ванны. Для сварки на таких скоростях нужны специальные приемы.

Диаметр электродной проволоки также влияет на формирование наплавленного валика. Меняя сечения электрода при неизменной силе тока, мы меняем плотность тока, изменяя тем самым давление дуги на сварочную ванну.

2.4.2 Расчет режимов наплавки и размеров валика

Основными параметрами режимов сварки (наплавки) под флюсом, оказывающими влияние на размеры и форму швов, являются: величина сварочного тока, плотность тока в электроде, напряжение дуги, скорость сварки, химический состав грануляции флюса, род тока и его полярность.

Величина сварочного тока:

$$J_{ce} = j \cdot F \quad (2.2)$$

где j – плотность тока, А/мм²;

F – площадь сечения проволоки, мм.

При диаметре проволоки 2 мм.

$$F = 3,14 \text{ мм}^2;$$

$$j = 65 \square 200 \text{ А/мм}^2$$

Тогда:

$$J_{ce} = 204 \square 628 \text{ А,}$$

принимаем $J_{ce} = 400 \text{ А.}$

С величиной сварочного тока связана глубина провара:

$$h = k \cdot J_{ce} \quad (2.3)$$

где k – коэффициент пропорциональности

$$k = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ мм/А}$$

Тогда:

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

$$h = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ мм}$$

Определим ширину шва:

$$b = \varphi_{np} \cdot h \quad (2.4)$$

где φ_{np} – коэффициент формы провара. Для автоматической сварки

$\varphi_{np} = 0,8 \div 3,4$. Принимаем $\varphi_{np} = 3$.

Тогда:

$$b = 3 \cdot 4 = 12 \text{ мм.}$$

Шаг наплавки при перекрытии равном 1/3 за один проход составляет 4мм., для принятого диаметра электрода и силы сварочного тока.

Определим оптимальное напряжение дуги:

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{\square 3}}{\sqrt{d_{\partial}}} \cdot J_{св} \pm 1 \quad (2.5)$$

Подставив полученные ранее значения, найдем напряжение дуги:

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{\square 3}}{\sqrt{2}} \cdot 400 \pm 1 = 33 \div 35 \text{ В.}$$

Скорость перемещения дуги:

$$V_{н.д.} = \frac{\alpha_n \cdot J_{св}}{F_M \cdot \gamma \cdot 100} \quad (2.6)$$

где $\alpha_n = 11,6 \pm 0,4$ – коэффициент наплавки при сварке постоянным током обратной полярности, г/(А ч). Принимаем $\alpha_n = 12$

Действительный коэффициент наплавки при данном вылете можно определить по формуле:

$$\alpha_{н.д.} = \alpha_n + \Delta\alpha_n \quad (2.7)$$

где $\Delta\alpha_n = 1$ – увеличение коэффициента наплавки за счет предварительного нагрева вылета электрода.

$$\alpha_{н.д.} = 12 + 1 = 13 \text{ г/(А ч)}$$

Площадь сечения наплавленного металла:

$$F_M = 075 \cdot b \cdot q \quad (2.8)$$

где q – величина усиления.

$$q = \frac{b}{\varphi_{\Phi}} \quad (2.9)$$

где $\varphi_{\Phi} = 5 \square 8$ – коэффициент формы усиления шва. Принимаем $\varphi_{\Phi} = 5$.

Тогда $q = 2,4 \text{ мм.}$, $F_M = 0,22 \text{ см}^2$.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

Определим скорость наплавки

$$V_{н.д.} = \frac{13 \cdot 400}{0,22 \cdot 7,8 \cdot 100} = 30 \text{ м/ч}$$

Скорость подачи сварочной проволоки

$$V_{н.пр.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot J_{св}}{\pi \cdot d_э^2 \cdot \gamma} \quad (2.10)$$

$$V_{н.пр.} = \frac{4 \cdot 13 \cdot 400}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7,8} = 212,3 \text{ м/ч}$$

Количество проходов наплавки определить по степени износа рабочей поверхности.

2.4.3 Предупреждение образования трещин

Значение наличия трещин в наплавленном слое зависит от условий работы изделия. Трещины недопустимы, если они могут вызывать поломку изделия. Различают три вида трещин: кристаллизационные, околошовные и термические.

Кристаллизационные, или горячие, трещины возникают в процессе кристаллизации наплавленного металла под действием растягивающих напряжений, вызванных неравномерным нагревом массивного изделия.

Опасно появление в затвердевающем металле жидких прослоек по границам уже затвердевших кристаллов. Жидкие прослойки получаются и в случае, когда сталь, наряду с углеродом, содержит такие элементы как

ванадий, вольфрам, хром. При этом так же возникает опасность возникновения трещин.

Проще всего можно предупредить образование трещин, если уменьшить или исключить поступление в слой примесей, вызывающих образование трещин. При сварке такой путь используется очень часто, но при наплавке он мало пригоден. Поэтому приходится изыскивать такие способы предупреждения образования трещин, которые позволяют получать наплавленный металл нужного химического состава.

Расположение легкоплавких прослоек зависит от формы поперечного сечения наплавляемого валика. Кристаллы всегда растут перпендикулярно к поверхности охлаждения. Поэтому при глубоком узком валике возможна встреча кристаллов по оси сечения шва: у стыка кристаллов собираются вредные примеси, что облегчает появление трещин.

Форму сечения валика оценивают с помощью коэффициента формы – отношения ширины валика к глубине провара. Чем больше коэффициент формы, тем меньше вероятность образования трещин. Изменяя режим наплавки можно получить желаемую форму сечения наплавленного валика.

Затвердевание наплавленного металла от жидкого до совершенно твердого протекает спокойно, образование трещин удается предупредить. Изделия малых размеров нагреваются в процессе наплавки за счет распространения тепла дуги. При наплавке массивных изделий необходим подогрев.

Чем больше склонность наплавляемого металла к образованию кристаллизационных трещин, тем выше должна быть температура. Ввиду сложной зависимости склонности к образованию трещин от химического состава наплавляемого металла и флюса, необходимая температура подогрева определяется для каждой марки наплавляемого металла отдельно.

Околошовные трещины располагаются в основном металле вблизи границы наплавленного валика. Важнейшая причина образования околошовных трещин – неблагоприятное сочетание напряжений, вызванных

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

неравномерным нагревом изделия и напряжений, возникающих в результате закалки околошовной зоны. Для предупреждения околошовных трещин используется предварительный подогрев изделия. Уменьшая скорость охлаждения металла околошовной зоны добиваются того, чтобы закалка металла была устранена.

Термические, или холодные, трещины возникают большей частью в процессе охлаждения наплавленного изделия, под действием остаточных напряжений. Мерой предупреждения здесь также служит подогрев детали.

2.4.4 Предупреждение образования пор

Наплавленный металл получается пористым при наличии ржавчины на сварочной проволоке или на наплавляемой поверхности изделия. Образованию пор способствует влажность флюса и попадание во флюс масла, стружек или других материалов, содержащих водород. Плохая защита дуги и сварочной ванны от азота из воздуха также приводит к образованию пор.

Режим наплавки оказывает влияние на образование пор. Если скорость охлаждения велика, то рост кристаллов наплавленного металла может обогнать рост и всплытие пузырьков газов в сварочной ванне, и в наплавленном слое образуются поры. Образование пор увеличивается при увеличении скорости перемещения дуги, при уменьшении силы тока, при понижении температуры основного металла.

Причинами образования пор в кристаллизующемся металле являются:

1. Изменение растворимости водорода и азота в железе в зависимости от температуры.
2. Образование в расплавленном металле пузырьков нерастворимых в нем газов.

В ванне расплавленной стали, может происходить взаимодействие между примесями железа. Важны реакции кислорода с углеродом и

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

водородом. В результате этих реакций образуются газы – окись углерода и водяной пар. Эти газы в жидкой стали практически не растворимы, а поэтому вызывают возникновение пузырьков и образование пор.

Для связывания водорода в состав флюса вводят в определенных количествах кремнезем (песок содержит 96-98% кремнезема) и фтористый кальций. Важно также связать кислород, растворимый в сварочной ванне. Для этого в ванну вводят примеси, обладающие большим сродством к кислороду – кремний, алюминий, титан. Они образуют с кислородом тугоплавкие окислы, и кислорода не хватает для образования газов.

Чтобы связать кислород, нужно иметь в сварочной ванне не менее 0,1% кремния или 0,05% алюминия.

Количество примесей, вводимых для борьбы с образованием пор, нужно выбирать так, чтобы не вызвать появление трещин или иных дефектов наплавки.

2.4.5 Удаление шлаковой корки

Шлаковую корку необходимо удалять при многослойной наплавке, чтобы предупредить образование шлаковых включений и непроваров в наплавленном слое.

Большое влияние на легкость удаления шлаковой корки оказывает техника наплавки – порядок наложения отдельных валиков, выбор режимов. При нарушении заданной технологии наплавки наблюдается очень прочное удержание шлаковой корки на поверхности наплаваемого изделия, вследствие заклинивания, обусловленного различием теплового расширения металла и шлака. Если после затвердевания шлаковая корка оказывается зажатой между выступом на поверхности изделия и наплавленным валиком, то при охлаждении корка заклинивается, так как сокращение металла происходит гораздо быстрее, чем шлака.

Температура затвердевания шлака на 300–400°С ниже температуры затвердевания металла. Соприкасаясь с поверхностью застывшего металла, жидкий шлак может окислять железо и на поверхности наплавленного валика образуется тончайшая пленка закиси железа. Эта пленка весьма прочно сцепляется с металлом.

При наличии в шлаке окислов ванадия, а также глинозема, на границе с окисной пленкой образуются особые химические соединения и шлак, как бы достраивает пленку на металле. В результате шлаковая корка оказывается прочно сцепленной с металлом.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы. Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям являются:

- свободный доступ к деталям;
- обеспечение рациональной последовательности сборки;
- обеспечение минимального числа кантовых изделий;
- безопасность в работе;
- прочность и жесткость приспособления.

3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования.

В данной работе в предлагаемом технологическом процессе используются сборочные и сборочно-сварочные приспособления для восстановления ножа грейдера.

3.3 Приспособление для наплавки

Для наплавки рабочей поверхности ножа грейдера разработано специальное приспособление (рис.3.1).

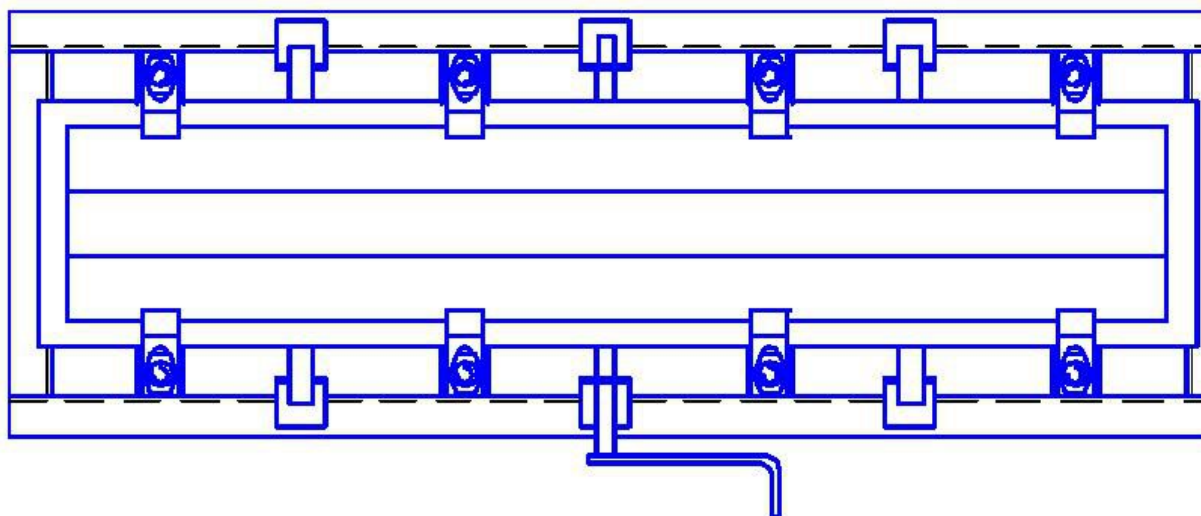


Рисунок 3.1 - Приспособление для наплавки рабочей поверхности ножа грейдера

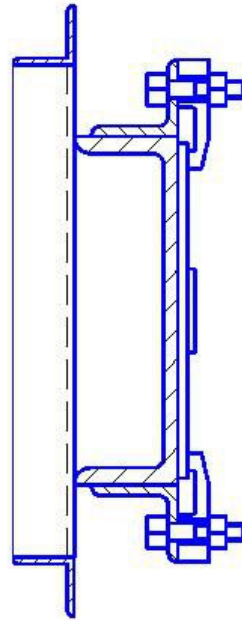


Рисунок 3.2 - Схема крепления ножа рычажными прижимами

Данное приспособление представляет собой стол, на котором крепится швеллер с направляющими осями. На него укладывается лист основного металла. Лист крепится к приспособлению с помощью ручных рычажных прижимов, по четыре с каждой стороны. Усилия прижимов регулируются с помощью болтов (рис.3.2). Наплавка производится по центру листа. После наплавки лист режется на две равные части, в результате за одну операцию изготавливаются сразу две детали.

3.4 Расчет силы затяжки прижима

Из конструктивных соображений выбираем болты М24.

Определим силу затяжки по энергетической теории прочности, через эквивалентное напряжение:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_p^2 + \tau_k^2} \leq [\sigma]_p \quad (3.1)$$

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

где σ_p – напряжение растяжения в поперечном сечении, Н/мм²;

τ_k – наибольшее напряжение кручения в поперечном сечении нарезанной части болта, Н/мм²;

$[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение, Н/мм².

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n]} \quad (3.2)$$

где σ_T – предел текучести материала болта, Н/мм²;

$[n]$ – требуемый коэффициент запаса.

При неконтролируемой затяжке для болтов из углеродистой стали М24 $[n] = 3$.

Используя таблицу стандартов принимаем $\sigma_T = 200$ Н/мм².

Тогда:

$$[\sigma]_p = \frac{200}{3} = 66,67$$

$$\sigma_p = \frac{P_{зат}}{F_1} \quad (3.3)$$

$$\tau_k = \frac{M_p}{W_1} \quad (3.4)$$

где $P_{зат}$ – сила затяжки болта, Н;

M_p – момент в резьбе, Н*мм.;

F_1 – площадь поперечного сечения по внутреннему диаметру резьбы, мм²;

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

W_1 – момент сопротивления сечения по внутреннему диаметру, мм³.

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \quad (3.5)$$

$$W_1 = \frac{\pi \cdot d_1^3}{16} \quad (3.6)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы

Тогда:

$$F_1 = \frac{3,14 \cdot 21,9^2}{4} = 376,5$$

$$W_1 = \frac{3,14 \cdot 21,9^3}{16} = 2061,3$$

$$M_p = P_{зат} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \text{tg}(\varphi + \phi) \quad (3.7)$$

где d_2 – наружный диаметр резьбы, мм;

φ – угол подъема резьбы;

ϕ – приведенный угол трения.

$$\varphi = 9,5^\circ, \quad \phi = 3,24^\circ$$

Тогда:

$$M_p = P_{зат} \cdot \frac{24}{2} \cdot \text{tg}(9,5 + 3,24) = 2,7 P_{зат}$$

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Подставив все значения в формулу (3.1), выразим и посчитаем усилие затяжки:

$$P_{зат} = 1100$$

3.5 Расчет момента завинчивания

$$M_{зав} = 0,5 \cdot P_{зав} \cdot d_2 \cdot \left[\frac{D_{cp}}{d_2} \cdot f + \operatorname{tg}(\varphi + \phi) \right] \quad (3.8)$$

где f – резьба на торце гайки $f = 0,15$;

D_{cp} – средний диаметр, мм;

$$D_{cp} = \frac{D_1 + d_{отв}}{2} \quad (3.9)$$

где D_1 – наружный диаметр, мм;

$d_{отв}$ – диаметр отверстия, мм.

Тогда:

$$M_{зав} = 0,5 \cdot 1100 \cdot 24 \cdot \left[\frac{30}{24} \cdot 0,15 + \operatorname{tg}(9,5 + 3,24) \right] = 5500$$

3.6 Проверка на смятие

Резьбовое соединение необходимо проверить на износ, так как имеет место относительное скольжение поверхностей резьбы болта и гайки. В качестве предельного параметра при расчете принимаем допускаемое напряжение на смятие $[\sigma]_{см}$.

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$\sigma_{см} = \frac{P_{зат}}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot h} \leq [\sigma]_{см} \quad (3.10)$$

где z – число рабочих витков резьбы, $z = 6,35$;

h – рабочая высота профиля, мм; $h = 1,6$.

$$[\sigma]_{см} \approx 0,5[\sigma]_p = 33,33$$

Тогда:

$$\sigma_{см} = \frac{1100}{6,35 \cdot 3,14 \cdot 24 \cdot 1,6} = 1,5 < [\sigma]_{см}$$

3.7 Проверка на срез

$$\tau = \frac{P_{зат}}{\pi \cdot d_1 \cdot H \cdot k_n} \leq [\tau]_{ср} \quad (3.11)$$

где H – высота гайки, мм; $H = 5$.

k_n – коэффициент полноты резьбы, $k_n = 0,87$

$[\tau]_{ср}$ – допускаемое напряжение на срез.

$$[\tau]_{ср} = (0,15 \div 0,2)\sigma_T$$

Принимаем $[\tau]_{ср} = 40$

Тогда:

$$\tau = \frac{1100}{3,14 \cdot 21,9 \cdot 5 \cdot 0,87} = 3,7 \leq [\tau]_{ср}$$

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Нагрузочную способность болтов большего диаметра трудно использовать полностью, так как напряжения смятия $\sigma_{сМ} < \tau$, а $[\sigma]_{сМ}$ в два раза больше $[\tau]$.

Поэтому контроль затяжки болтов должен производиться не только при заводской сборке, но также в процессе эксплуатации и ремонта. Несоблюдение этих условий может привести к поломке прижимного механизма.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59

4. ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

Введение.

В соответствии с задачами дипломного проектирования предлагается технология изготовления и упрочнения рабочих органов землеройных машин, на примере ножа грейдера. Данная деталь, в результате взаимодействия с породой, подвержена влиянию абразивного износа по всей поверхности кромки контакта, что существенно снижает ее срок службы. В связи с объемным характером износа доля наплавляемого металла в общем объеме изнашиваемого металла составляет лишь 5–10%. Поэтому предлагаемая технология направлена на то, чтобы повысить срок службы детали.

Первоначально для повышения износостойкости ножа грейдера землеройной машины, применялась ручная наплавка поверхности рабочей части электродами Т-590.

В данном проекте предложено заменить ручную наплавку на автоматическую под слоем флюса.

4.1 Определение типа производства

Исходя из веса изделия (30 кг.) и готовой программы выпуска (1000 шт.), по табличным данным определяем, что тип производства ножа грейдера – серийный.

4.2 Расчет норм времени на наплавку по технологиям

Расчет норм времени производится по формуле:

$$t_{шт} = t_0 + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (4.1)$$

где $t_{шт}$ – штучное время, Н.ч;

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

- t_0 – основное время сварки, Н.ч;
 $t_{вн}$ – вспомогательное непереключаемое время, затрачиваемое на действия рабочего, необходимые для выполнения основной работы, Н.ч;
 $t_{обс}$ – время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом, Н.ч;
 $t_{отд}$ – время на отдых и личные нужды рабочего, Н.ч;

Базовая технология:	Проектируемая технология:
$t_0 = T_H = 1,4$ ч	$t_0 = T_H = 0,43$ ч
$t_{вн} = 0,2$ ч.	$t_{вн} = 0,2$ ч.
$t_{обс} = 0,1(t_0 + t_{вн})=0,13$ ч.	$t_{обс} = 0,1(t_0 + t_{вн})=0,063$ ч.
$t_{отд} = 0,07 (t_0 + t_{вн})=0,09$ ч.	$t_{отд} = 0,07 (t_0 + t_{вн})=0,044$ ч.
$t_{шт} = 1,1+0,2+0,13+0,09= 1,52$ ч.	$t_{шт} = 0,43+0,2+0,063+0,044= 0,737$ ч.

4.3 Расчет фондов времени работы оборудования

Расчет фондов времени оборудования.

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле:

$$F_{\partial}^0 = F_{НОМ}^0 \cdot k_{ППР} \quad (4.2)$$

где F_{∂}^0 - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

$F_{НОМ}^0$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.

k – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,

$$k = 0,97;$$

Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

$$F_{НОМ}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_н}{D_н}, \quad (4.3)$$

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 252$ дня;

$Ч_н$ – число часов работы в неделю, $Ч_н = 40$ ч;

$D_н$ – число дней работы в неделю, $D_н = 5$ дней;

$$F_{НОМ}^0 = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016$$

$$F_{\phi} = 2016 \cdot 0,97 = 1955$$

Действительный фонд времени рабочего

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле:

$$F_{\phi}^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \quad (4.4)$$

где F_{ϕ}^p - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F_{НОМ}^p$ - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;

k_0 – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, $k = 0,88$ (18);

$$F_{НОМ}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_н}{D_н}, \quad (4.5)$$

где $Ч_н$ – число часов работы в неделю рабочего, $Ч_н = 40$ ч.

$$F_{НОМ}^p = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016 \text{ ч.}$$

$$F_{\phi}^p = 2016 \cdot 0,88 = 1818 \text{ ч.}$$

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

4.4 Расчет потребности в сварочном оборудовании.

Расчетное количество сварочном оборудовании, необходимое для выполнения планового задания, находится по формуле (18):

$$C_p = \frac{t_{шт} \cdot N}{F_{\delta}^0 \cdot k_B \cdot k_{ППР}}, \quad (4.6)$$

где C_p – расчетное количество сварочного оборудования, шт;

$t_{шт}$ – штучное время, ч;

N – годовая программа выпуска, шт./год;

F_{δ}^0 – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

k_B – коэффициент выполнения норм выработки, $k_B = 1,2$;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий простой оборудования в аварийном ремонте, вследствие занятости рабочих сварщиков при выполнении других работ, $k_{пр} = 0,85$;

Базовая технология:

$$C_p = \frac{1,52 \times 1000}{1955 \times 1,2 \times 0,85} = 2,11$$

Принятое количество сварочного оборудования

$$C_{пр} = 3 \text{ шт.}$$

Проектируемая технология:

$$C_p = \frac{0,737 \times 1000}{1955 \times 1,2 \times 0,85} = 0,94$$

Принятое количество сварочного оборудования

$$C_{пр} = 1 \text{ шт.}$$

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

4.5 Расчет капитальных вложений.

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{пр}} \quad (4.7)$$

где $K_{\text{общ}}$ – общие капитальные вложения, руб;

$K_{\text{об}}$ – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб;

$K_{\text{пр}}$ – капитальные вложения в сборочно – сварочное приспособления, руб;

Базовая технология:

$$K_{\text{об}} = 45500 * 3 = 136500 \text{ руб.}$$

Проектируемая технология:

$$K_{\text{об}} = 49000 + 700000 = 749000 \text{ руб.}$$

Так как при базовом и проектируемом варианте используется одно и тоже приспособление, капитальные вложения на приспособления не учитываются.

4.6 Расчет текущих затрат на наплавку

Базовая технология

Текущие затраты на изготовление ручной дуговой наплавкой включают затраты: на материалы в данном случае это сварочные электроды типа Т - 590 стоимостью 200 руб./кг, затраты на заработную плату рабочих участвующих в технологическом процессе, затраты на технологическую электроэнергию стоимостью 3 руб. за 1 кВт.ч, затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Текущие затраты определяются по формуле:

$$Z_{\text{т}} = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}}, \quad (4.8)$$

где $Z_{\text{м}}$ - затраты на материалы, руб.;

$Z_{\text{зп}}$ - затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$ - затраты на электроэнергию, руб.;

$Z_{\text{об}}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб. (при 40 часовой неделе $N_{\text{ч}} = 1995$).

Затраты на материалы.

Для расчета затрат на наплавочные материалы необходимо определить расход материалов на наплавку изготавливаемой поверхности рабочей части. Для определения расхода материалов рассчитаем объем и массу наплавленного металла.

Затраты на наплавочные материалы определяются по формуле:

$$Z_{\text{м}} = P * C_{\text{м}}, \quad (4.9)$$

где $Z_{\text{м}}$ - затраты на наплавочные материалы, руб.;

P — расход наплавочных материалов, кг.;

$C_{\text{м}}$ — стоимость материалов, руб./кг.

Объем наплавленного металла определяется по формуле:

$$V = L * B * H, \quad (4.10)$$

где V — объём наплавленного металла, см³;

L - длина наплавки, см;

B - ширина наплавки, см;

H - толщина наплавленного слоя, см.

$$V = 182 * 5 * 0,6 = 436,8 \text{ см}^3.$$

Масса наплавленного металла определяется по формуле:

$$M = V * \rho, \quad (4.11)$$

где M - масса наплавленного металла, гр.;

V - объем наплавленного металла, см³;

ρ - плотность наплавленного металла, гр./ см³;

(для стали $\rho = 7,85$ гр/ см³).

$$M = 436,8 * 7,85 = 3428,9 \text{ гр.}$$

Расход наплавочных материалов определяется по формуле:

$$P = M * k_3, \quad (4.12)$$

где M - масса наплавленного металла, гр.;

k_3 - коэффициент расхода электродов ($k_3 = 1,7$).

$$P = 3428,9 * 1,7 = 5829,1 \text{ гр.} = 5,83 \text{ кг}$$

На сегодняшний день стоимость электродов типа Т - 590 составляет 200руб./кг.

$$Зм = 5,83 * 200 = 1166 \text{ руб.}$$

Проектируемая технология

Для расчета затрат на проволоку и флюс необходимо определить расход материалов на наплавку слоя изготавливаемой поверхности рабочей части ножа грейдера. Для определения расхода проволоки и флюса рассчитаем объем и массу наплавленного металла.

Затраты на проволоку определяются по формуле:

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

$$Z_{\text{мп}} = P_{\text{п}} * C_{\text{п}}, \quad (4.13)$$

где $Z_{\text{мп}}$ - затраты на проволоку, руб.;

P - расход проволоки, кг.;

$C_{\text{п}}$ - стоимость порошковой проволоки, руб./кг.

Затраты на флюс определяются по формуле:

$$Z_{\text{мф}} = P_{\text{ф}} * C_{\text{ф}}, \quad (4.14)$$

где $Z_{\text{мп}}$ - затраты на флюс, руб.;

P - расход флюса, кг.;

$C_{\text{ф}}$ - стоимость флюса, руб./кг.

Объем наплавленного металла $V = 436,8 \text{ см}^3$.

Масса наплавленного $M = 3428,9 \text{ гр.}$

В образовании наплавленного слоя участвуют проволока и флюс. Причем масса флюса составляет примерно 50% от массы проволоки. Рассчитаем в отдельности массу проволоки и массу флюса:

$$M_{\text{ф}} = M/3 = 3428,9/3 = 1143 \text{ гр.}$$

$$M_{\text{п}} = 2M/3 = 2285,9 \text{ гр.}$$

Расход проволоки определяется по формуле:

$$P_{\text{п}} = M_{\text{п}} * k_{\text{п}}, \quad (4.15)$$

где $M_{\text{п}}$ - масса проволоки, гр.;

$k_{\text{п}}$ - коэффициент расхода проволоки ($k_{\text{п}} = 1,1$).

$$P_{\text{п}} = 2285,9 * 1,1 = 2514,5 \text{ гр.} = 2,51 \text{ кг}$$

На сегодняшний день стоимость проволоки типа НП-65Г составляет 250руб./кг. Тогда затраты на проволоку составляют:

$$З_{\text{мп}} = 2,51 * 250 = 627,5 \text{ руб.}$$

Расход флюса определяется по формуле:

$$P_{\text{ф}} = M_{\text{ф}} * k_{\text{ф}}, \quad (4.16)$$

где $M_{\text{ф}}$ - масса флюса, гр.;

$k_{\text{ф}}$ - коэффициент расхода флюса ($k_{\text{ф}} = 0,8$).

$$P_{\text{ф}} = 1143 * 0,8 = 914,4 = 0,91 \text{ кг.}$$

На сегодняшний день стоимость флюса типа АН-348-АП составляет 55руб./кг. Тогда затраты на флюс составляют:

$$З_{\text{мф}} = 0,91 * 55 = 50 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы составят:

$$З_{\text{м}} = 627,5 + 50 = 677,5 \text{ руб.}$$

Итого затраты на материалы для наплавки рабочей поверхности одного ножа грейдера при помощи автоматической наплавки составят 677,5 руб.

Затраты на заработную плату

Базовая технология

$$З_{\text{з.п.}} = З_{\text{о.п.}} + З_{\text{д.п.}} + O_{\text{с}}, \quad (4.17)$$

где $З_{\text{о.п.}}$ – основная заработная плата, руб.;

$З_{\text{д.п.}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$O_{\text{с}}$ – отчисления на социальное страхование, руб.

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

Для расчета затрат на заработную плату необходимо знать время затрачиваемое на операцию и заработную плату рабочего.

Затраты на заработную плату одного рабочего определяются по формуле:

$$Z_{o.p.} = T * K_T * K_d, \quad (4.18)$$

где T - время, затрачиваемое на операцию, н.час.;

K_T – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч;

$$K_T = 70 \text{ руб/ч}$$

K_d – коэффициент, учитывающий величину доплат к тарифной з/плате.

$$K_d = 1,6$$

Время, затрачиваемое на наплавку, определяется по формуле:

$$T_n = M / k_n / I, \quad (4.19)$$

где T_n - время, затрачиваемое на наплавку, н.час.;

M - масса наплавленного металла, гр.;

k_n - коэффициент наплавки, гр./А

(для ручной дуговой $k_n = 7,8$ гр./А)

I - сила тока, А.

$$T_n = 3428,9 / 7,8 / 400 = 1,4 \text{ н.час.} = 84 \text{ мин.}$$

Тогда основная заработная плата:

$$Z_{o.p.} = 1,4 * 70 * 1,6 = 156,8 \text{ руб.}$$

Определяем дополнительную заработную плату (рассчитываем в процентах от основной з/платы):

$$Z_{d.p.} = Z_{o.p.} * g / 100, \quad (4.20)$$

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

где g – процент дополнительной з/платы, $g = 15\%$

$$З_{д.п.} = 156,8 * 15 / 100 = 23,52 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды определяем в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы:

$$O_c = (З_{о.п.} + З_{д.п.}) * C / 100 \quad (4.21)$$

где C – процент отчислений; $C = 31,2\%$.

$$O_c = (156,8 + 23,52) * 31,2 / 100 = 56,26 \text{ руб.}$$

$$З_{з.п.} = 156,8 + 23,52 + 56,26 = 236,6 \text{ руб.}$$

Итого затраты на заработную плату составляют 236,6 руб.

Проектируемая технология.

Для расчета затрат на заработную плату необходимо знать время затрачиваемое на операцию и заработную плату рабочего.

Затраты на заработную плату одного рабочего определяются по формуле:

$$З_{о.п.} = T * K_T * K_d, \quad (4.22)$$

где T - время, затрачиваемое на операцию, н.час.;

K_T – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч;

$$K_T = 50 \text{ руб/ч}$$

K_d – коэффициент, учитывающий величину доплат к тарифной з/плате.

$$K_d = 1,6$$

Время, затрачиваемое на наплавку, определяется по формуле:

$$T_H = M / k_H / I, \quad (4.23)$$

где T_H - Время, затрачиваемое на наплавку, н.час.;

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

М - масса наплавленного металла, гр.;

k_n - коэффициент наплавки, гр./А

(для автоматической под слоем флюса $k_n = 20$ гр./А)

I - сила тока, А.

$$T_{н.} = 3428,9 / 20 / 400 = 0,43 \text{ н.час.} = 26 \text{ мин.}$$

Тогда основная заработная плата

$$Z_{о.п.} = 0,43 * 50 * 1,6 = 34,4 \text{ руб.}$$

Определяем дополнительную заработную плату (рассчитываем в процентах от основной з/платы):

$$Z_{д.п.} = Z_{о.п.} * g / 100, \quad (4.24)$$

где g – процент дополнительной з/платы, g = 15%

$$Z_{д.п.} = 34,4 * 15 / 100 = 5,16 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды определяем в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы:

$$O_c = (Z_{о.п.} + Z_{д.п.}) * C / 100 \quad (4.25)$$

где C – процент отчислений; C = 31,2%.

$$O_c = (34,4 + 5,16) * 31,2 / 100 = 10,8 \text{ руб.}$$

$$Z_{з.п.} = 34,4 + 5,16 + 10,8 = 50,4 \text{ руб.}$$

Итого затраты на заработную плату составляют 50,4 руб.

Затраты на электроэнергию.

Затраты на электроэнергию единицей оборудования определяются по формуле:

$$Z_3 = T * P * C_3, \quad (4.26)$$

где Z_3 - затраты на электроэнергию, руб.;

T - основное время, затрачиваемое на операцию, н. час;

P - мощность единицы оборудования, кВт;

C_3 - стоимость 1 кВт. ч, руб. ($C_3 = 3$ руб.)

$$Z_3 = 1,4 * 20 * 3 = 84 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на электроэнергию определяются путем сложения затрат на электроэнергию всего оборудования, предназначенного для основной операции.

Итоговые затраты на электроэнергию по базовой технологии составляют 84 руб.

Проектируемая технология.

$$Z_3 = 0,43 * 40 * 3 = 51,6 \text{ руб}$$

Суммарные затраты на электроэнергию определяются путем сложения затрат на электроэнергию всего оборудования, предназначенного для основной операции.

Итоговые затраты на электроэнергию по проектируемой технологии составляют 51,6 руб

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

Базовая технология.

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования включают амортизационные отчисления, затраты на текущий ремонт и обслуживание

оборудования, необходимо знать время затрачиваемое на операцию, балансовую стоимость единицы оборудования и норму амортизационных отчислений.

Затраты на содержание и эксплуатацию единицы оборудования определяются по формуле:

$$З_{об} = (A_o + З_{тр}) * T / N_{ч}, \quad (4.27)$$

где $З_{об}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

A_o - амортизационные отчисления, руб./год;

$З_{тр}$ - затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования, руб./год;

T - полное время затрачиваемое на операцию, н.час;

$N_{ч}$ - число рабочих часов в году;

(при 40 часовой неделе $N_{ч} = 1995$)

Затраты на амортизацию единицы оборудования определяют исходя из его балансовой стоимости и норм амортизационных отчислений:

$$A_o = C_{об} * n * N_a * k_{загр} / N * 100, \quad (4.28)$$

где $C_{об}$ - балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

n - количество единиц оборудования;

N_a - норма амортизационных отчислений, %;

$k_{загр}$ - средний коэффициент загрузки оборудования (для всего оборудования $k_{загр} = 1$),

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования определяют по формуле:

$$З_{тр} = P_o * C_{об} * n * k_{загр} / 1000 * 100, \quad (4.29)$$

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт, % ;

(при работе в одну смену $P_o = 11$ %)

$C_{об}$ - балансовую стоимость единицы оборудования, руб.;

n - количество единиц оборудования;

$k_{\text{загр}}$ - средний коэффициент загрузки оборудования (для всего оборудования $k_{\text{загр}} = 1$),

$$Z_{\text{пр}} = 11 * 39500 * 3 / 1000 * 100 = 8,69 \text{ руб}$$

Итого затраты на содержание и эксплуатацию оборудования составят 26.07руб.

Проектируемая технология

$$Z_{\text{пр}} = 11 * 749000 * 1 / 1000 * 100 = 42,39 \text{ руб}$$

Итого, текущие затраты по представленным технологиям составят:

Базовая технология:

$$Z_{\text{т1}} = 1166 + 236,6 + 84 + 26,07 = 1680,67 \text{ руб.}$$

Проектируемая технология:

$$Z_{\text{т2}} = 677,5 + 50,4 + 51,6 + 42,3 = 821,5 \text{ руб.}$$

4.7 Расчет приведенных затрат

Приведенные затраты на выполнение годовой программы выпуска определяют по формулы:

$$W = N * C_{\text{м}} + E_{\text{н}} * K_{\text{общ}}, \quad (4.30)$$

где W – приведенные затраты, руб;

$C_{\text{м}}$ – текущие затраты, руб/шт;

N – годовая программа выпуска, шт/год;

$E_{\text{н}}$ – нормативные коэффициент экономической эффективности,

$$E_{\text{н}} = 0,25;$$

$K_{\text{общ}}$ – общие капитальные вложения, руб.

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Базовый вариант	Проектируемый вариант
$W_B = 1000 * 1166 + 0,25 * 136500 =$ $= 1210125 \text{ руб}$	$W_{\Pi} = 1000 * 821,5 + 0,25 * 749000 =$ $= 1008750 \text{ руб}$

4.8 Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_T = W_6 - W_{\text{пр}} \quad (4.31)$$

где \mathcal{E}_T – годовой экономический эффект,

$$\mathcal{E}_T = 1210125 - 1008750 = 201375 \text{ руб};$$

Результаты расчетов сведены в таблицу графической части проекта.

Вывод

По сравнению с базовой технологией, проектируемая является более выгодной. Экономический эффект достигается за счет снижения трудоемкости, а так же за счет уменьшения технологических затрат на изготовление изделия.

Заключение

В дипломном проекте на основании патентных исследований и научно-технической литературы разработана технология восстановления и упрочнения рабочих органов землеройных машин на примере ножа грейдера. Подобраны технологическая оснастка и приспособления, необходимые для осуществления разработанной технологии. Подобраны материалы, рассчитаны режимы наплавки, спроектировано приспособление для производства наплавочных работ. Спроектирован участок наплавки. Результаты экономического анализа подтвердили целесообразность и эффективность предлагаемой технологии

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

Список литературы

1. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1987 – 460 с.
2. Сварка и сварочные материалы. Справочник. Т.1,2/ под ред. В.Н. Волченко. М.: Металлургия.
3. Метлин Ю.К., Новиков И.В., Сварочные и наплавочные работы при ремонте деталей строительных машин. Справочник. М.: Стройиздат, 1981 – 160 с.
4. Фрумин И.И. Автоматическая наплавка под слоем флюса. М.: МАШГИЗ, 1959 – 111 с.
5. Иванов М.Н. Детали машин – М.: Высшая школа, 1984 – 336с.
6. Акулов А. И., Бельчук Г.А. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977 – 431с.
7. Метлин Ю.К., Новиков И.В., Акильев С.А. Сварочные и наплавочные работы при ремонте деталей строительных машин. Справочник. М.: Стройиздат, 1981 – 160с.
8. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. М.: Машиностроение, 1980 – 319с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.3 / М.Машиностроение, 1982 – 516с.
10. Ангелло Г.Н. ISSN 1812-9498. Вестник АГТУ. 2008 №2.
11. Толстов И.А., Коротков В.А. Справочник по наплавке. Челябинск: Металлургия, 1990 – 384с.
12. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1989–496с.

					БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

Приложение

					<i>БР – 15.03.01 – 071107921 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79