

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Восстановление изношенных деталей почвообрабатывающей
техники сваркой и наплавкой»

Студент

А.И. Пакшин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.В. Ельцов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Цель бакалаврской работы - повышение производительности и качества при восстановлении изношенных деталей почвообрабатывающей техники.

Чтобы достичь поставленной цели в бакалаврской работе были решены следующие задачи:

выбран способ наплавки механизированной сваркой; подобрана присадочная проволока; выбрано оборудование, необходимое для осуществления процесса механизированной наплавки; разработана технология восстановления механизированной наплавкой; обеспечена безопасность и экологичность предложенных технических решений; экономически обоснованы результаты бакалаврской работы.

Восстановление деталей почвообрабатывающей техники выполняется, как правило, в условиях малых ремонтных предприятий и достаточно устаревшими методами – дуговой наплавкой штучными электродами.

В данной работе, по результатам анализа технологии наплавки штучными электродами, предложено применить способ механизированной наплавки. Используются компьютерные технологии для подбора наплавочного материала. Выполнен анализ опасных и вредных факторов, сопровождающих механизированную наплавку и рассчитаны экономические показатели нового техпроцесса. экономическая эффективность проекта.

В состав пояснительной записки входят 62 страницы формата А1, 6 рисунков, 11 таблиц. В состав графической части входят 4 листа формата А1 и 2 листа формата А0.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ исходных данных и известных технических решений.....	5
1.1 Конструкция и условия эксплуатации деталей почвообрабатывающей техники	5
1.2 Анализ базового технологического процесса	9
1.3 Анализ возможных вариантов восстановления наплавкой.....	13
1.4 Задачи бакалаврской работы.....	19
2 Разработка технологии механизированной наплавки.....	21
2.1 Выбор вспомогательных материалов.....	21
2.2 Разработка технологии механизированной наплавки лемеха плуга	30
3 Выбор оборудования для механизированной наплавки	32
4 Безопасность и экологичность проекта.	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	37
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	39
Заключение по разделу	39
5 Экономическая эффективность проекта.....	41
5.1 Исходные данные для экономического обоснования	42
сравниваемых вариантов	42
5.2 Определение норм штучного времени.....	43
5.3. Капитальные вложения в оборудование	45
5.4 Определение себестоимости двух вариантов.....	48
5.5 Цеховая себестоимость	52
5.6 Заводская себестоимость	52
5.7 Расчет экономической эффективности проекта.....	53
Выводы по экономическому разделу.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	57
В. Н. Никишин, В. Н. Пелешко, ЗАО «КЗГО» (Кривой Рог), А. А. Голякевич, Л. Н. Орлов, канд. техн. наук, ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (Киев) Применение порошковой проволоки для сварки и наплавки в ЗАО «Криворожский завод горного оборудования»	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

На нынешнем этапе развития человечества все больше сокращаются природные ресурсы, которые могут быть использованы для практических целей. Поэтому все более насущным становится решение проблем, связанных ресурсосбережением и с повышением срока эксплуатации деталей машин.

В сельском хозяйстве значительное количество металла расходуют на изготовление запасных частей для поддержания машинотракторного парка в работоспособном состоянии. Большинство изношенных деталей отправляют в металлолом, хотя некоторые из них их можно использовать повторно за счет восстановления и упрочнения. Поэтому внедрение различных способов восстановления и упрочнения деталей, наиболее часто выходящих из строя, является актуальной задачей.

Интенсивное развитие малых фермерских хозяйств и сельхозпредприятий, поставило проблему восстановления и упрочнения, интенсивно изнашиваемых деталей сельскохозяйственной техники применительно к условиям мелкосерийного производства. Анализ позволяет отнести к таким деталям в первую очередь рабочие органы почвообрабатывающей техники, такие как лемеха плугов, стрельчатые лапы культиваторов, диски борон, рабочие органы культиваторов - плоскорезов, картофелекопалок и комбайнов, ножи-ботворезы, и др. Высокая интенсивность износа указанных деталей обусловлена высокой твердостью компонентов почв.

Применяемые в промышленности в настоящее время технологии восстановления подобных деталей обладают низкой производительностью или экономически оправданы в условиях крупносерийного производства.

Поэтому сформулируем цель работы так: «Повышение производительности и качества при восстановлении изношенных деталей почвообрабатывающей техники».

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Конструкция и условия эксплуатации деталей почвообрабатывающей техники

В земледелии главным почвообрабатывающим инструментом является плуг. Главные рабочие части плугов показаны на рисунке 1.1. Это корпус, в состав которого входят отвал 1, стойка 2, тяги 3, нож 4, предплужник 5, лемех 6, полевая доска 7, почвоуглубительная лапа 8.

На режущую кромку лемеха и ножа приходится основные усилия при прохождении через пласты почвы. Поэтому для них характерным является износ и затупление. Кроме того, износу и затуплению подвержен отвал, предплужник, полевая доска. Все перечисленное негативно влияет на характеристики данного почвообрабатывающего орудия. Увеличивается сопротивление при прохождении через пласты почвы, следовательно трактор израсходует больше топлива, Также снижается качество оборота пластов почвы, пласты измельчаются и крошатся. Ухудшается заделка на глубину вспашки растительных остатков.

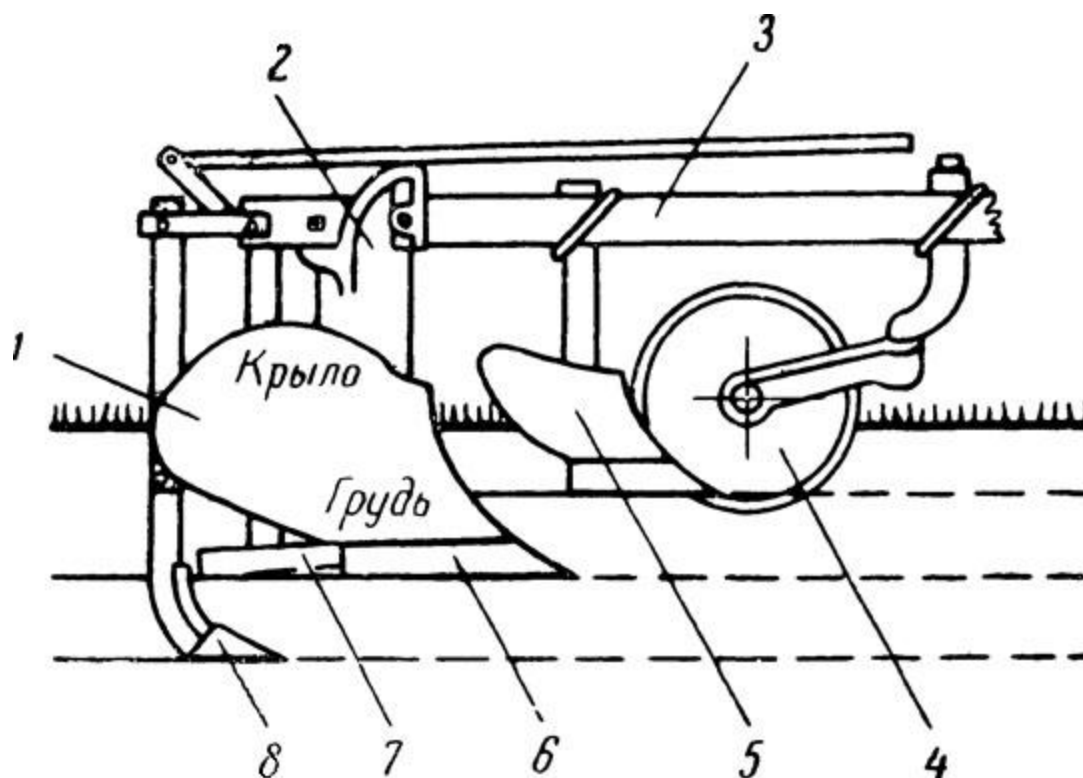


Рисунок 1.1 – Общий вид плуга

Главной рабочей частью плуга являются лемехи. Их классифицируют на две группы: трапецеидальные, у них прямолинейная режущая кромка, рисунок 1.2; долотообразные, у них утолщен и загнут вниз носок, рисунок 1.3.

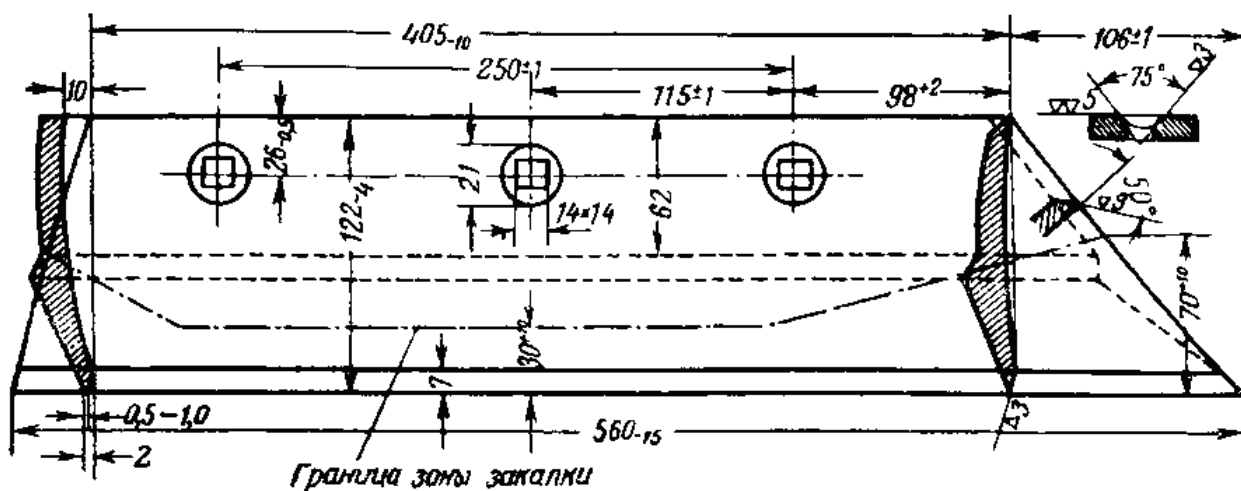


Рисунок 1.2 – Лемех трапецеидальной формы

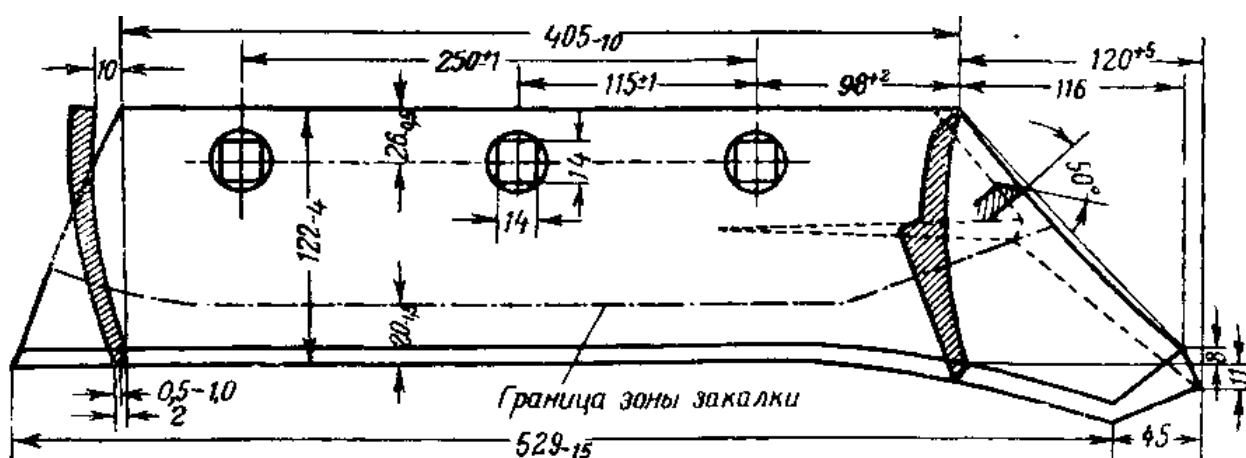


Рисунок 1.3 – Лемех долотообразной формы

Для изготовления лемехов применяют сталь марки Л65. Содержание элементов в составе данной стали регламентировано ГОСТом 14959 - 79, таблица 1.1.

Таблица 1.1 - Химический состав стали Л65, ГОСТ 14959 - 79

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
---	----	----	----	---	---	----	----

0,62-0,7	0,17-0,37	0,5-0,8	< 0,25	< 0,035	< 0,035	< 0,25	< 0,2
----------	-----------	---------	--------	---------	---------	--------	-------

После закалки и отпуска предел прочности данной стали 980 МПа, предел текучести 785 МПа, при относительном удлинении 10%.

Также применяют сталь Л-53 ГОСТ 8531-78

Термическая обработка предусмотрена для повышения стойкости лемехов из данной стали против износа. Но условия работы лемехов при обработке почвы настолько тяжелы, что износ лемехов происходит достаточно быстро.

При совместном действии как нормального давления так и сдвигающего усилия в процессе трения почва уплотняется, скалывается и перемещается по рабочей поверхности, вследствие этого поверхностные слои металла интенсивно разрушаются.

В процессе износа лемеха происходит затупление лезвия и изменение форма носка. В процессе затупления лезвия происходит увеличение его толщины, и образование на его обратной стороне фаски. Как было указано выше при износе и повреждениях лемеха плуга его характеристики существенно снижаются. Он в меньшей степени заглубляется в почву, требуется большее усилие тяги трактора, а это увеличивает расход топлива, как правило дизельного. Кроме того, происходит нарушение устойчивости хода плуга.

Изношенный лемех плуга нуждается в замене или ремонте. Критерием замены или ремонта является изменение геометрических характеристик – толщины на 10 мм у трапецеидального лемеха или длины носка на 25 мм у лемеха долотообразной формы.

Традиционно ремонт лемеха производят обработкой давлением, имеется запас металла, т.н. магазин. Путем «оттяжки» лезвия магазин расходуют. Оттяжку лезвия производит кузнец. Затем выполняется заточка и термическая обработка. Ремонтируют лемеха как для восстановления их формы и размеров, так и для увеличения их износоустойчивости.

Если металла в «магазине» недостаточно для восстановления ковкой, применяют технологию наплавки слоя.

Для обоснованного выбора способа наплавки следует, в первую очередь определить свариваемость стали Л65. Вообще, определение свариваемости в ГОСТ 29273–92 сформулировано, примерно, так: «Металл поддается сварке при соответствующей технологии, если сваренные детали соответствуют техническим требованиям на конструкцию, которую они образуют». Таким образом, под свариваемостью подразумевают качественную характеристику, различную, для различных сталей. Материал, сварное соединение из которого невозможно получить одним способом, может быть успешно соединен сваркой другим способом. Исходя из этого, стали по свариваемости классифицируют на 4 группы. К первой группе относят стали с хорошей свариваемостью. При сварке данных сталей можно получить качественное соединение при использовании всех видов сварки, без подогрева и при обычных режимах.

Ко второй группе относят стали с удовлетворительной свариваемостью. При сварке данных сталей качественного соединения получить можно в узком диапазоне режимов сварки и при специальных технологических мероприятиях, при подогреве, предварительном, сопутствующем или после сварки.

К третьей группе относят стали с ограниченной свариваемостью. При сварке данных сталей можно получить удовлетворительное качество соединения в очень узком диапазоне режимов и обязательным является применение подогрева как до сварки и так после сварки. Кроме того, требуется и термическая обработка после сварки.

К четвертой группе относят стали с плохой свариваемостью. Несмотря на все технологические ухищрения во время сварки таких сталей или после сварки возможно образование трещин, закалочных структур и т.д.

Оценить свариваемость стали Л65 можно рассчитав значение углеродного эквивалента $S_{экв}$.

Воспользуемся формулой Красовского для определения углеродного эквивалента:

$$C_9 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} + 0,0024S \quad (1.1)$$

$$C_9 = 0,7 + \frac{0,8}{6} + \frac{0,25}{5} + \frac{0,25}{15} + 0,024 \cdot 4 = 0,8\% > 0.45\%$$

Поскольку процентное содержание эквивалента углерода превышает 0,5, предварительный подогрев нужен.

1.2 Анализ базового технологического процесса

Наиболее характерной и специфической операцией при ремонте и восстановлении является очистка деталей от различных загрязнений. Высокое качество очистки позволяет повысить производительность труда рабочих, занятых в ремонте и восстановлении, повысить качество ремонта и восстановления и, как следствие, долговечность и надежность отремонтированных и восстановленных деталей, узлов, машин. Также качество очистки оказывает влияние на культуру производства ремонтного и восстановительного участка.

Для очистки лемеха перед восстановлением применяют щелочной состав, водный раствор препаратов МЛ-51 или МЛ-52 при концентрации 10...30 г/литр. Температура состава 75...80°C.

В моющий состав МЛ-51 включены следующие компоненты: тринатрий фосфат в количестве 18 г/литр; сода кальцинированная в количестве 10 г/литр; каустическая сода в количестве 5 г/литр. Очистка производится в установке ММА1. Лемехи очищают в течение 30...40 минут. Затем осмотром лемехов и измерениями занимается дефектовщик. Он осматривает детали на наличие дефектов, измеряет величину износа. И принимает решение, металла в «магазине» достаточно для восстановления ковкой или требуется наплавка. В зависимости от принятого решения деталь передается кузнецу или сварщику которые производят с ней

подготовительные работы.

Важным при восстановлении наплавкой является выбор присадочного материала. Состав наносимого слоя во многом определяет эксплуатационные характеристики восстановленной детали. Поэтому внедряя базовую технологию в ООО «АГРОФИРМА РУСЬ» анализировали наплавочные электроды нескольких групп.

К первой группе относят электроды ОЗН-300М, ОЗН-400М, ОМГ-Н, ЦНИИН-4. Покрытие электродов данной группы основное. Сварка в нижнем положении.

Ко второй группе относятся электроды ОЗШ-2, ОЗШ-3, ОЗШ-7, ЭН-60М, ОЗИ-3. Покрытие основное,

Третья группа, электроды ОЗН-6, ОЗН-7, ОЗН-7М, ВСН-6, ЭНУ-2, Т-590, Т-620. Характерным является содержание в указанных электродах углерода в стержнях свыше 0,7%, так как условия эксплуатации требуют высокой твердости покрытия.

Четвертая группа – электроды ОЗИ-5, ОЗИ-6. Наплавка в нижнем положении постоянным током обратной полярности, покрытие специальное. В наплавленном металле электрода ОЗИ-5 около 9% молибдена и 19% кобальта. В наплавленном металле электрода ОЗИ-6 около 7,5% молибдена, 4% хрома, 2% вольфрама и углерода свыше 1%.

К пятой группе относятся электроды ЦН-6Л, ЦН-12М, Электроды ЦН-6Л предназначены для наплавки уплотнительных поверхностей деталей арматуры котлов, температура эксплуатации которых достигает 570°С при давлении до 78 МПа. Покрытие электродов основное. Стержень содержит 16% хрома, 5% кремния и 8% никеля. Наплавку такими электродами следует выполнять в нижнем положении постоянным током обратной полярности.

Температура службы наплавленных слоев, наносимых электродом ЦН-12М, до 700°С. Слой, наплаваемый данным электродом, кроме хрома, никеля, кремния содержит 6% молибдена и 4% марганца. Поэтому наплавленный слой еще устойчив к задиранию. Наплавку такими

электродами следует выполнять в нижнем положении постоянным током обратной полярности.

К шестой группе относят электроды ОЗШ-6 и ОЗШ-8. Электроды ОЗШ-6 предназначены для наплавки оборудования, эксплуатируемого при тяжелых температурно-деформационных условиях (до 950°C). Наплавка деталей из закаливающих сталей должна производиться после предварительного подогрева. Наплавку выполняют при минимальном тепловложении, вразброс, отдельными участками. Наплавку данными электродами следует выполнять в нижнем положении постоянным током обратной полярности. Покрытие основное. Наплавленный слой содержит 33% хрома, 10% никеля и молибден 2,5%.

Электроды ОЗШ-8 применяют для наплавки высоконагруженной кузнечно-штамповой оснастки горячего деформирования и деталей металлургического оборудования (геометрия таких деталей сложная, жесткость высокая), температура эксплуатации которых может достигать 1100°C. Наплавленный слой по содержанию легирующих компонентов почти такой же, как у электродов ОЗШ-6, несколько большее содержание молибдена. Наплавку электродами ОЗШ-8 следует выполнять в нижнем и наклонном положении постоянным током обратной полярности.

Таким образом, анализ показывает, что из перечисленных групп для лемехов плугов и прочей почвообрабатывающей техники могут подойти электроды третьей группы. Производственный опыт сварочного участка ООО «АГРОФИРМА РУСЬ» позволил остановиться на электродах наплавочных Т-590. Вообще, их используют для восстановления и упрочнения наплавкой деталей, изнашивающихся в процессе работы от взаимодействия с песком, землей. Это лапы культиваторов, диски, лемеха плугов, ножи в дорожных машинах, щеки дробилок и шнеки смесительных машин, зубья ковшей экскаваторов. Все это помогает избавиться от необходимости покупки новых деталей к ним, так как намного дешевле восстановить их при помощи наплавочных электродов.

Перед сваркой электроды, согласно инструкции, прокаливает 60 минут при температуре 240-260°C. Параллельно производим предварительный подогрев лемеха в электропечи СНО до температуры 250-300°C. Сразу из печи разогретый лемех отправляем на рабочий стол сварщика.

Для наплавки лемехов применяем электроды Т-590 с диаметром стержня 4—5 мм. Сила сварочного тока составляет 160—250 А. Напряжение дуги — 22—26 В. Наплавку выполняем короткой дугой, ток постоянный, полярность обратная. При наплавке перегрев наплавленного слоя не допускается. Для этого выполняем наплавку слоя отдельными валиками с последовательным охлаждением каждого валика. При этом, контролируем чтобы температура лемеха в целом не снизилась меньше, чем 200°C.

Обработка неровной поверхности восстановленного лемеха, заключается в проглаживании наплавленного слоя. Производится обработка следующим образом. Лемех греют до температур 500—600°. По достижении указанных температур скорость нагрева увеличивают и греют до температур 850—1200°. Наплавка выполняется в один слой, при наплавке в несколько слоев наблюдаются мелкие трещины. Наплавленный слой на наковальне ударяют молотом, по всей длине до уменьшения толщины лезвия в пределах 1—2 мм.

Лемех непосредственно после проглаживания, пока еще в нагретом состоянии, фиксируют в слесарных тисках и напильником заостряют его лезвие. После полного остывания лемеха с лицевой стороны выполняют заточку на абразивном круге.

Восстановленный лемех закаливают и проводят отпуск. Греют лемех до температур 780—820°. Следует обратить внимание на равномерность нагрева. Цвет нагрева светло-вишнево-красный. Горячий лемех опускают в ванну с водой, при этом возможно появление трещин на лезвии. Чтобы избежать данный технологический дефект выполняют предварительное охлаждение места перехода от носка к лезвию. Делают это так. К месту перехода, прикладывают на 2—3 сек. мокрую тряпку, затем лемех быстро

опускают в закалочную ванну.

Традиционной операцией после закалки является отпуск. Его применяют чтобы снизить хрупкость лемеха. Отпуск применяем низкий, греем лемех в печи СНО до 350°С и затем, медленно охлаждаем на воздухе.

Твердость закаленной части проверяют напильником. Он не должен оставлять следов.

Анализ базовой технологии, применяемой для восстановления лемехов плугов в ООО «АГРОФИРМА РУСЬ» показал, что у него есть определенные недостатки. Значительный расход дорогостоящего присадочного материала, по причине того, что остается огарок электрода, даже в случае применения не самодельных электрододержателей. В процессе наплавки сварщик выполняет контроль подачи электрода. От скорости подачи зависит длина дуги, а при наплавке на стали с высоким содержанием углерода она должна быть минимальна. В процессе наплавки сварщик выполняет контроль положения дуги (сварочной ванны) относительно соседнего валика. Кроме того, сварщик обеспечивает заданную скорость перемещения электрода в продольном направлении оси шва (скорость сварки). С учетом необходимости контроля большого количества параметров технологии наплавки, сварщик не может обеспечить высокую производительность процесса.

1.3 Анализ возможных вариантов восстановления наплавкой

Цель настоящей работы можно достичь выбрав способ наплавки, обеспечивающий заданные характеристики качества лемеха и высокую производительность. Дуговая наплавка плавящимися электродами с обмазкой (ММА - Manual Metal Arc), используемая в базовом варианте, и рассмотренная в разделе 1.2, обладает существенными недостатками. Главным является низкая производительность наплавки. При ручной дуговой наплавке сварщик зажигает дугу, поддерживает ее длину при наплавке валиков, выполняет перемещение дуги и подачу электрода в зону сварки по

мере его расплавления, вручную. Следовательно, от квалификации сварщика зависит и качество сварного соединения и производительность: насколько быстро сварщик зажжет дугу, уверенно поддерживает требуемую длину дуги, обеспечивает равномерность перемещения дуги при наложении валика. Иногда сварщику приходится выполнять дополнительные перемещения электрода в процессе наплавки, как правило, колебательные. Кроме того, все манипуляции сварщик должен выполнять так, чтобы обеспечить хорошее формирование наплавляемого слоя. Главным условием обеспечения этого является постоянная длина дуги и перемещение электрода по требуемой траектории. Нормальной при наплавке считают длину дуги $l_d = (0,5 \div 1,2)d$. Выдержать постоянную длину дуги под силу сварщикам высокой квалификации, чьи навыки обеспечивают равномерный подвод электрода к изделию, по мере расплавления стержня электрода.

Подводя итог, можно сделать вывод, что сварщику приходится контролировать большое количество параметров технологического процесса, поэтому на качество сварного соединения влияют субъективные характеристики рабочего. При его утомлении существенно снижается производительность. Устранить перечисленные недостатки способа ММА можно применив механизированные и автоматические способы сварки. Они обеспечивают стабильное и высокое качество наплавленного металла.

Из механизированных способов наиболее популярна дуговая сварка в среде защитных газов.

Многочисленные разновидности данного способа объединяет главная особенность – подача газа при сварке в зону факела. Состав подаваемого газа отличен от состава атмосферного воздуха, рис. 1.5. Поэтому вокруг факела дуги обеспечивается создание среды, которая защищает расплавившийся основной металл и присадочный металл от вредного действия некоторых компонентов воздуха.

Используемые на практике варианты дуговой сварки в защитных газах многочисленны. Их можно классифицируют по способам обеспечения

газовой защиты, по химическому составу применяемого защитного газа, по типам электродов, по роду сварочного тока, по степени механизации процесса.

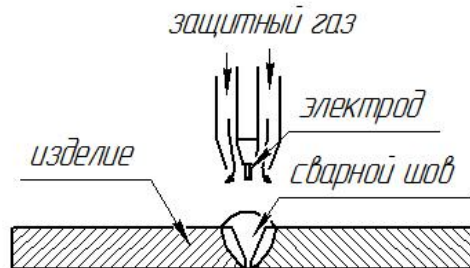


Рисунок 1.5 - Сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов

Чтобы выбрать правильный состав защитных газов, подаваемых в зону сварки, необходимо учесть химический состав металла, соединяемого сваркой, его физические свойства, толщину свариваемых деталей, применяемый электрод, и эксплуатационные требования к сварным швам. Например, для соединения сваркой металлов, с высокой химической активностью применяют инертные газы. Использование смесей, включающих в свой состав инертные и активные газы, позволяет повысить устойчивость горения дуги и обеспечить большую глубину проплавления свариваемого металла. Также сварка в смеси газов снижает разбрызгивание металла при сварке плавящимся электродом, позволяет увеличить скорость, и следовательно, производительность сварки.

К преимуществам сварки в среде защитных газов можно отнести следующие: сравнительно высокая мобильность; производительность существенно выше, чем при сварке штучными электродами; сварку допускается выполнять во всех пространственных положениях; толщина соединяемого металла варьируется в диапазоне толщин - менее миллиметра и до десятков миллиметров; весьма важным преимуществом является экономия присадочного материала, так как т.н. огарок электрода отсутствует.

Оборудование можно продемонстрировать на примере типового поста, на котором выполняется механизированная сварка в среде защитных газов,

Следовательно, главный недостаток при сварке в среде защитных газов - сравнительно сложное оборудование. И с учетом ограниченной длины шланга подвижность сварщика несколько ограничена. Другим недостатком способа механизированной сварки является повышенное разбрызгивание при выполнении сварки в среде углекислого газа.

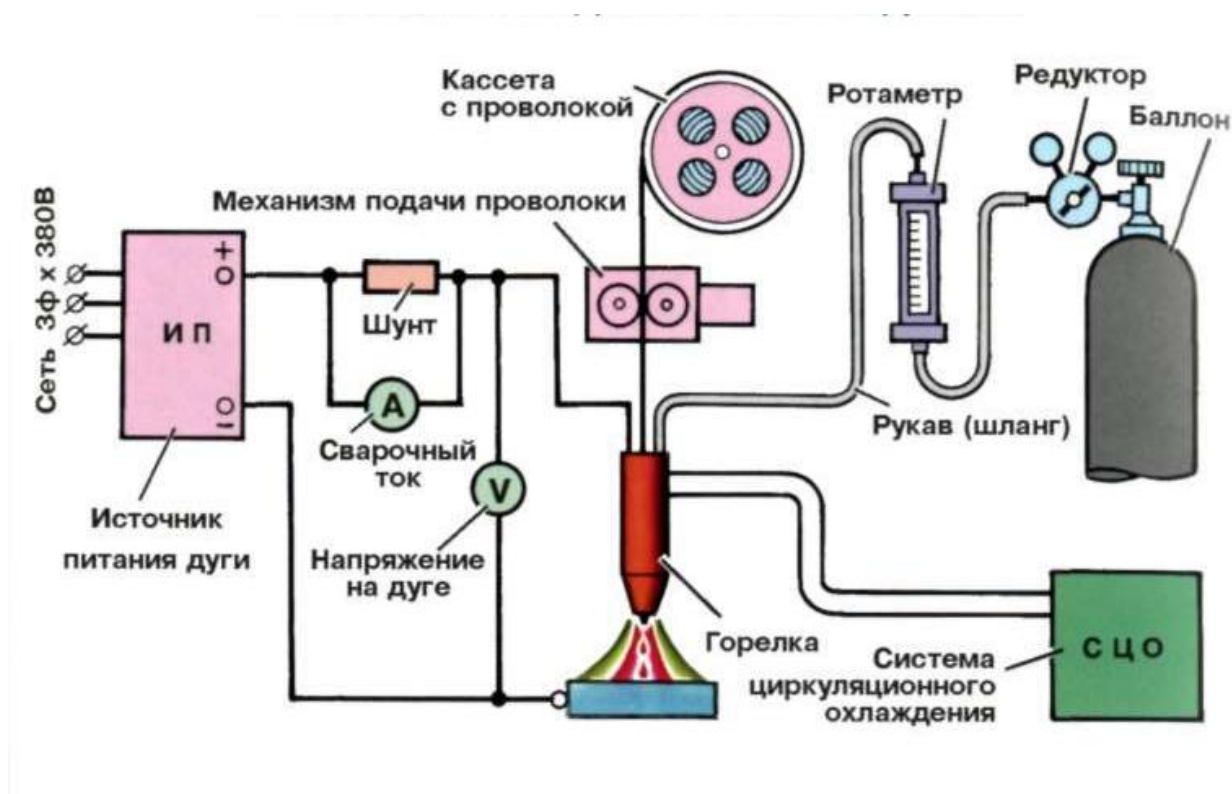


Рисунок 1.6 – Схема поста для сварки в среде защитных газов.

Другим вариантом механизированной сварки (наплавки) является сварка порошковой проволокой.

Наибольшее применение нашли порошковые проволоки трубчатой конструкции, рисунок 1.7, (а, б, в). Путем введения внутрь сердечника части оболочки, рисунок 1.7, (г, д, е, ж, з) обеспечивают равномерное плавление сердечника улучшают защиту металла от воздуха.

Согласно стандарта AWS A3.0 сварку порошковой проволокой обозначают как FCAW – Flux Cored Arc Welding (Дуговая сварка порошковой проволокой).

Если порошковая проволока может быть использована для сварки без применения дополнительной защиты места сварки, то способ обозначают FCAW*NG. Если сварку выполняют в защитных газах, то способ обозначают FCAW*AG если в активных газах, и FCAW*IG если в инертных газах.

Оборудование для наплавки порошковой проволокой практически идентично с оборудованием для сварки проволокой сплошного сечения. Важной характеристикой источника питания является обеспечение постоянного напряжения на сварочной дуге, так как небольшие изменения напряжения плохо сказываются на качестве наплавленного металла.

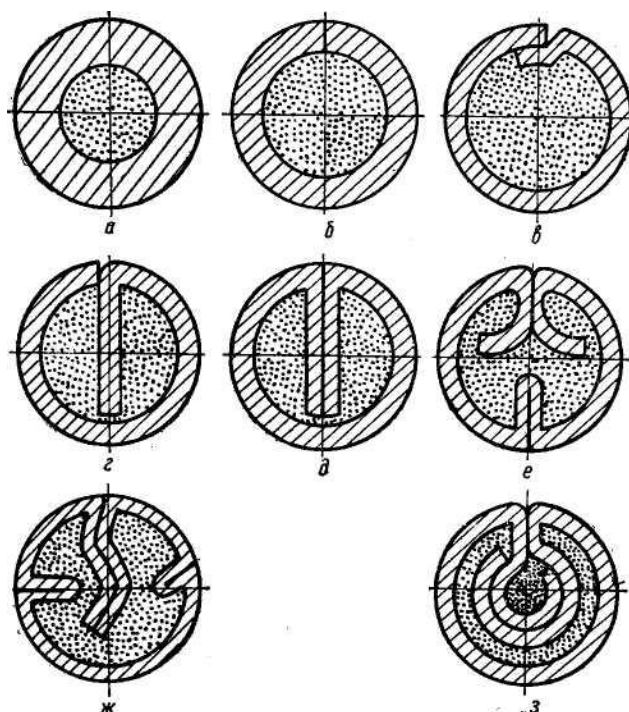


Рисунок 1.7 - Виды порошковой проволоки по форме сердечника

В случае дуговой наплавки порошковой проволокой используют силу сварочного тока меньшей величины. При этом способе уменьшается глубина проплавления основного металла и, как следствие, уменьшается перемешивание наплавочного материала и основного, в результате свойства наплавленного металла в большей степени соответствуют условиям эксплуатации.

Важным при наплавке порошковой проволокой является поддержание

высоких значений скорости сварки, достигающей до 14-20 м/час, тогда как при прочих равных условиях скорость наплавки покрытыми электродами 4-8 м/час.

Возможно применение сварки под слоем флюса, рисунок 1.8. В случае наплавки лемеха под слоем флюса логично применить механизированную сварку. Принцип наплавки под слоем флюса следующий. Дугу зажигают между наплавляемой деталью и плавящимся электродом, предварительно, перед дугой наносят флюс слоем требуемой толщины. За счет тепла горячей дуги под слоем флюса формируется сварочная ванна. Тепло горячей дуги расходуется также на плавление части флюса. При этом происходит образование слоя жидкого шлака. Своим давлением горячие газы и пары металла оттесняют слой шлака и образуется закрывающий зону горения сварочной дуги пузырь. После перемещения дуги расплавленный металл кристаллизуется и образуется наплавленный валик, и на поверхности валика образуется шлаковая корка. Важным преимуществом является высокая степень защиты зоны сварки и остывающего шва от атмосферного воздуха образовавшейся шлаковой коркой.

Поскольку газы и неметаллические загрязнения переходят в шлак, происходит рафинирование металла. Помимо этого, происходит обжатие дуги за счет увеличения давления в плавильном пространстве из-за облегания дуги шлаком, а это повышает эффективный коэффициент полезного действия сварочной дуги и ее проплавляющую способность.

Также из-за облегания плавильного пространства шлаком исключается разбрызгивание металла, а это позволяет увеличивать силу сварочного тока, в сравнении с ручной сваркой. Причем, потери электродного металла незначительны, не более 2-4 %. Еще одним преимуществом является отсутствие излучения сварочной дуги – она закрыта слоем флюса. Поэтому сварщику не требуется защитная маска и специальная защитная одежда.

Однако сварка под флюсом обладает некоторыми недостатками. Ее сложно реализовывать в иных пространственных положениях шва, кроме

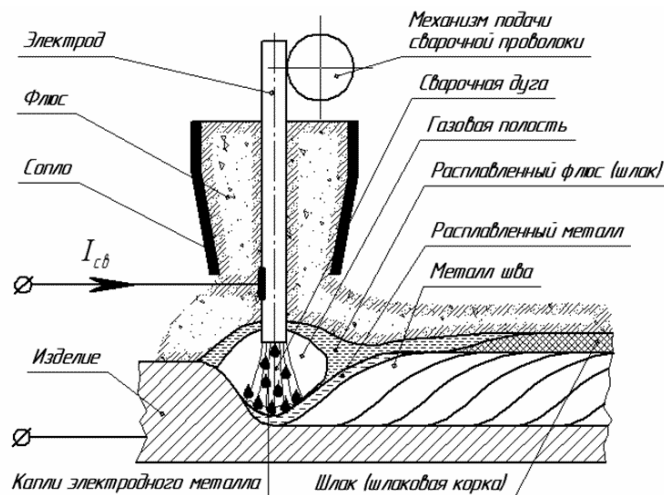


Рисунок 1.8 – Схема дуговой сварки под слоем флюса

Сложно обеспечивать контроль процесса горения дуги и формирования сварного шва, так как все закрыто флюсом. Особенно это неудобно при механизированной сварке, когда сварочной головкой управляет оператор. Определенную опасность для рабочих представляет пыль флюса и пары флюса. Немаловажным недостатком для условий ремонтных мастерских является и то, что для осуществления технологии сварки под флюсом требуется дорогостоящее и конструктивно сложное оборудование.

1.4 Задачи бакалаврской работы

Целью данной работы является повышение производительности и качества при восстановлении изношенных деталей почвообрабатывающей техники.

Анализ конструктивных особенностей деталей почвообрабатывающей техники, условий их эксплуатации, базового технологического процесса восстановления наплавкой штучными электродами ОЗН-6, ОЗН-7, ОЗН-7М, ВСН-6, ЭНУ-2, Т-590, Т-620, для которых характерно содержание в стержне углерода в стержнях свыше 0,7%, позволяет выделить основной недостаток, низкую степень механизации и автоматизации процесса наплавки. Учитывая мелкосерийный характер производства в ремонтных мастерских из различных вариантов механизации и автоматизации процесса дуговой сварки

предпочтительно применение механизированной сварки порошковой проволокой.

Следовательно, чтобы достичь поставленной в работе цели требуется решить следующие задачи:

- 1) Выбрать присадочные материалы и режимы сварки;
- 2) На основе сделанного выбора разработать технологический процесс механизированной наплавки;
- 3) Обеспечить безопасность и экологичность предложенных технических решений;
- 4) Провести экономическое обоснование предложенных решений.

2 Разработка технологии механизированной наплавки

2.1 Выбор вспомогательных материалов

В первом разделе работы были выявлены недостатки способа наплавки, применяемого в ООО «АГРОФИРМА РУСЬ». Главный недостаток используемого метода ММА (ручная дуговая сварка штучными электродами) - необходимость контролировать сварщику множество параметров процесса. Получается, что качество соединения и производительность главным образом зависят от квалификации сварщика. Альтернативой применяемому варианту ручной дуговой сварки, по результатам анализа признан способ механизированной сварки порошковой проволокой.

Для разработки технологии наплавки лемеха плуга механизированным способом выберем сначала сварочные материалы.

При разработке технологического процесса наплавки важной является задача выбора присадочных материалов. Необходимо помнить, что марка присадочного материала определяет химический состав наплавленного металла и, соответственно, механические свойства и эксплуатационные свойства сварного шва. Поэтому задача выбора присадочных материалов должна учитывать условия эксплуатации в данном случае лемеха плуга.

Следовательно, при выборе сварочных материалов необходимо учитывать следующее:

- выбранный способ наплавки;
- химический состав металла лемеха плуга;
- условия эксплуатации лемеха плуга.

Способ сварки, выбранный по результатам анализа оказывает основное влияние на выбор видов требуемых для его реализации сварочных материалов. Для выбранного по результатам анализа способа наплавки - механизированная самозащитной проволокой, можно указать один вид сварочных материалов - проволока электродная.

При выборе типа и марки сварочных материалов в общем случае следует стремиться к совпадению химического состава свариваемого металла и наплавленного металла, т.к. при этом может быть достигнута равнопрочность основного и наплавленного металла, и обеспечено сопротивление коррозионному воздействию внешней среды на наплавленный слой.

Необходимо помнить, что не всегда совпадает химический состав присадочного металла и химический состав металла шва. Это происходит потому, что при сварке активно протекающие металлургические процессы в сварочной ванне, могут привести к отличию конечного химического состава наплавленного слоя и присадки. Часть элементов может выгореть, часть после химических реакций может перейти в шлак и т.д.). Поэтому выбор присадочного материала по химическому составу следует производить после анализа химического состава наплавленного металла.

Значительную роль при выборе присадочных материалов играют условия, при которой эксплуатируется лемех. При разных условиях эксплуатации хорошая работоспособность наплавленного слоя будет обеспечиваться разными по химическому составу наплавочными материалами.

При выполнении сварного шва в расплавленном металле сварочной ванны энергично протекают металлургические реакции, следствием которых является отличие химического состава закристаллизовавшегося металла шва от химического состава присадочного металла. В ходе металлургических реакций выгорает часть элементов, некоторые из них, в результате проходящих металлургических реакций переходит в шлак и т.д.). Поэтому выбирают присадочный материал того или иного химического состава основываясь на данных анализа химического состава наплавленного металла.

Выбирая сварочный материал химическому составу также следует помнить о том, что необходимо учитывать комплексное взаимодействие сварочных материалов при формировании сварного соединения. В этом

случае можно обоснованно назначить сочетание сварочных материалов: защитный газ – проволока; флюс-проволока, и т.д. Так как одна и та же проволока но при взаимодействии с разными флюсами даст разные химические составы наплавленного металла. Аналогичные проблемы и при выполнении сварных швов в среде защитных газов. Так, при сварке в активных газах, углекислого, например, выгорают некоторые химические элементы. При сварке той же проволокой в среде инертных газов указанное выгорание практически отсутствует. Поэтому, чтобы при выполнении сварного шва в разной защитной газовой среде был обеспечен одинаковый химический состав наплавленного металла необходимо при сварке в активных газах использовать присадочный материал более легированный, чем при сварке в инертных газах.

Значительно влияют на выбор сварочных материалов и условия при которых конструкция эксплуатируется, рабочая температура, например, рабочее давление и другие. При разных условиях эксплуатации к сварным швам предъявляют разные требования к свойствам, и, соответственно к его химическому составу. Например, если химический состав среды предъявляет высокие требования к стойкости при межкристаллитной коррозии, то необходимо применение специальных сварочных материалов, более легированных и дорогих.

Для квалифицированного подбора наплавочного материала можно рекомендовать применение систем искусственного интеллекта, экспертных систем. Например, экспертной системы «ASWARE». С экспертными системами мы познакомились при изучении дисциплины «САПР в сварке». Экспертные системы относят к системам искусственного интеллекта. Экспертные системы предназначены для автоматизации задач и процессов принятия решений. В нашем случае речь идет о выборе из большого многообразия наплавочных материалов. Каждый из них обладает высокой стойкостью в определенных условиях эксплуатации восстанавливаемого изделия. Кроме того, должны быть учтены особенности взаимодействия

наплавленного металла с основным материалом. Поэтому для выполнения поставленной задачи рекомендовано привлечь экспертную систему.

Создание экспертных систем для разработки технологий наплавки особенно актуально так как при разработке технологии нанесения слоев на изношенные поверхности необходимо учитывать целый комплекс факторов – эксплуатационных, стоимостных, технологических и пр. В сочетании с необходимостью выбора наплавочного материала по минимальной цене, учета возможности последующей механической обработки можно отнести задачу выбора наплавочного материала к задачам проектирования, требующим при решении как анализа, так и синтеза процесса.

В Тольяттинском государственном университете экспертная система ASWARE, установлена в секции «Оборудование и технология пайки» кафедры СОМДиПП. Разработчик экспертной системы Институт электросварки имени Патона (Украина). Экспертная система ASWARE предназначена для проектирования технологии наплавки разнообразной номенклатуры деталей, изношенные поверхности которых требуют восстановления наплавкой. Общее их число в системе составляет свыше 500 деталей, для разных отраслей машиностроения.

По сходным условиям работы и изнашивания в ASWARE наплавляемые детали объединены в 42 группы. Поэтому возможны два варианта поиска подходящего наплавочного материала:

- 1) по условиям работы и видам изнашивания, характерным для данной группы деталей;
- 2) заданием индивидуальных условий работы и видов изнашивания конкретной детали.

Поскольку в нашем случае необходимо обеспечить максимально возможное увеличение продолжительности срока службы лемеха, то производим поиск наплавочного материала по второму пути.

В нашем случае способ наплавки задан – это дуговая сварка плавящимся электродом порошковой проволокой.

Начиная работу с системой указываем группу деталей, к которой относится лемех плуга. Анализ имеющихся групп и их характеристик позволяет отнести детали к группе №6. Это рабочие органы с/х почвообрабатывающих и уборочных машин (лемехи плугов, культиваторов - плоскорезов, картофелекопалок и комбайнов, лапы культиваторов, ножи-ботворезы, диски борон и т.д.). Виды изнашивания данной группы абразивное, ударноабразивное изнашивание.

После выбора группы №6 появляется поле с пиктограммами. Среди пиктограмм выбираем ту, на которой геометрия рисунка совпадает с геометрией лемеха плуга и с клавиатуры вводим размеры детали.

Затем программа предоставляет возможность выбора группы металла изделия. В программе нет возможности ввода химического состава детали. Из предложенного меню выбираем сталь нелегированную или низколегированную, содержащую более 0,4% углерода. Из последующего меню выбираем пункт “условия работы и виды изнашивания задаются”. В системе ASWARE есть сведения о 230 наплавочных материалах разных типов. Как было указано выше, при выборе типа наплавочного материала следует учесть условия работы и виды износа. Задаем следующие условия работы и виды изнашивания:

Виды трения – трение скольжения, трение с абразивной прослойкой;

Давление в контакте – менее 50 МПа;

Вид нагрузок – постоянные, с ударами малой интенсивности;

Контртело – абразив незакрепленный;

Температура контртела – от 10 до 150°C;

Среда – некоррозионная

Температура среды - от 10 до 150°C;

Давление среды – атмосферное;

Виды изнашивания – абразивное, ударноабразивное изнашивание.

Программа, проведя анализ введенной информации о геометрических размерах изделия, материале изделия, условиях эксплуатации изделия предоставляет пользователю список наплавочных материалов.

Проводим анализ материалов предложенных экспертной системой в зависимости от конкретных производственных условий и эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям. В данном анализе учитываем механические характеристики наплавленного металла, необходимость термообработки, наличие требуемого парка металлорежущего оборудования и оснастки. Проведение данного анализа облегчается машиной за счет предоставления дополнительного окна с информацией о химическом составе наплавляемого материала, его механических свойствах и сварочно-технологических характеристиках.

Химический состав предлагаемых машиной материалов следующий.

Проволока ПП-Нп-25Х5ФМС: С - 0,3 %; Si - 0,9 %; Mn - 0,8 %; Cr - 4 %; W - 2 %; Mo - 2,2 %; V - 0,2 %.

Проволока ПП-Нп-30Х4В2М2ФС: С - 0,3 %; Si - 0,9 %; Mn - 0,8 %; Cr - 4 %; W - 2 %; Mo - 2,2 %; V - 0,2 %.

Проволока ПП-Нп-35В9Х3СФ: С - 0,35 %; Si - 0,8 %; Mn - 0,9 %; Cr - 3 %; W - 9 %; V - 0,3 %.

Проволока ПП-Нп-200Х12ВФ: С - 1,8 %; Si - 0,4 %; Mn - 0,3 %; Cr - 12 %; W - 1 %; V - 0,25 %.

Проволока ПП-Нп-200Х15С1ГРТ: С - 2 %; Si - 1,5 %; Mn - 1 %; Cr - 15 %; Ti - 0,6 %; В - 0,7 %.

Проволока Нп-45Х2В8Т: С - 0,4-0,5 %; Si - 0,4-0,7 %; Mn - 1,0-1,4 %; Ni - ≤ 0,6%; Cr - 2,2-3,0 %; W - 8,0-9,5 %; V - 0,3-0,5 %.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-25Х5ФМС следующие: Коэффициент наплавки составляет 23 г/Ач;

Расход проволоки на 1 кг наплавленного металла, кг -1,05

Формирование наплавленного металла -хорошее

Склонность к образованию трещин -умеренная

Твердость после наплавки HRC -40...46

Твердость после отпуска HRC -47...50

Обрабатываемость наплавл. металла - резанием удовлетворительная.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-25Х5ФМС следующие: стойкость при абразивном изнашивании – низкая; при гидроабразивном изнашивании – средняя; при окислительном изнашивании – высокая; при заедании – средняя; термоусталость – высокая.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-30Х4В2М2ФС следующие: Коэффициент наплавки составляет 23 г/Ач

Расход проволоки на наплавку 1 килограмма слоя, кг - 1,05

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - умеренная

Твердость после наплавки HRC - 47...51

Обрабатываемость наплавл. металла - шлифованием.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-30Х4В2М2ФС следующие: стойкость при абразивном изнашивании - средняя

при окислительном изнашивании - высокая

при заедании - средняя

термоусталость - высокая

сопротивление ударным нагрузкам - высокое.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-35В9Х3СФ следующие: Коэффициент наплавки составляет 23 г/Ач

Расход проволоки на наплавку 1 килограмма слоя, кг - 1,05

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - умеренная

Твердость после наплавки HRC - 47...51

Твердость после термообработки HRC - 46...52

Обрабатываемость наплавл. металла - шлифованием.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-35В9Х3СФ следующие: при абразивном изнашивании - высокая

при окислительном изнашивании - очень высокая
при заедании - средняя
термоусталость - высокая
сопротивление ударным нагрузкам - высокое.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-200Х12ВФ следующие: Коэффициент наплавки составляет 12 г/Ач;

Расход проволоки на наплавку 1 килограмма слоя, кг - 1,15

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - повышенная

Твердость после наплавки HRC - 40...44

Твердость после наклепа HRC - 48...56

Твердость после закалки HRC - 60...62

Обрабатываемость наплавл. металла - резанием плохая.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-200Х12ВФ следующие: при абразивном изнашивании - высокая

при ударноабразивном изнашивании - низкая

при заедании - средняя

термоусталость - средняя

сопротивление ударным нагрузкам - низкое.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-200Х15С1ГРТ следующие: Коэффициент наплавки составляет 16 г/Ач

Расход проволоки на наплавку 1 килограмма слоя, кг - 1,15

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - повышенная

Твердость после наплавки HRC - 50...56

Обрабатываемость наплавл. металла - шлифованием.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-200Х15С1ГРТ следующие: при абразивном изнашивании - высокая

при ударноабразивном изнашивании - средняя

при гидроабразивном изнашивании - средняя

коррозионная стойкость - средняя.

Сварочно-технологические характеристики проволоки Нп-45Х2В8Т следующие:

Коэффициент наплавки составляет 11 г/Ач;

Расход проволоки на наплавку 1 килограмма слоя, кг - 1,05;

Формирование наплавленного металла хорошее;

Склонность к образованию трещин – повышенная;

Твердость после наплавки HRC - 40...46.

Эксплуатационные характеристики проволоки Нп-45Х2В8Т следующие: при абразивном изнашивании средняя; при окислительном изнашивании высокая; при заедании средняя; термоусталость высокая.

Если рассматривать по критерию дешевизны, то проволока ... не содержит таких дефицитных и дорогостоящих компонентов как ванадий, молибден, вольфрам. Однако, анализ сварочно-технологических характеристик предложенных наплавочных материалов и их эксплуатационных характеристик позволяет сделать вывод о том, что не все они отвечают требованиям хорошего сопротивления изнашиванию трением и гидроэрозионному и газозерозионному изнашиванию.

Хорошими сварочно-технологическими характеристиками и сопротивлением нашим видам изнашивания обладают проволоки: ПП-Нп-200Х15С1ГРТ и ПП-Нп-35В9Х3СФ. Но проволока ПП-Нп-35В9Х3СФ стоит дорого, поэтому рекомендуем проволоку ПП-Нп-200Х15С1ГРТ.

Таким образом, с учетом химического состава металла лемеха и абразивного изнашивания при эксплуатации следует выбрать порошковые проволоки с большим содержанием углерода. Это может быть проволока ПП-Нп-200Х15С1ГРТ.

Порошковая проволока марки ПП-Нп-200Х15С1ГРТ предназначена для автоматической и полуавтоматической наплавки открытой дугой деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания. Рекомендуется для наплавки на постоянном токе обратной полярности.

2.2 Разработка технологии механизированной наплавки лемеха плуга

Операции очистки и дефектации лемеха плуга не изменяются, в сравнении с описанной ранее базовой технологией.

Следующая операция – подготовка к наплавке. Выполняется предварительный подогрев лемеха. Режим подогрева рекомендован экспертной системой. Предварительный подогрев выполняется до температур 350-500°C.

Для наплавки лемехов применяем механизированную сварку проволокой ПП-Нп-200Х15С1ГРТ диаметром 2,6 мм. Ток сварки ($I_{св}$) 240—280 А. Уд — 24—27 В. Скорость наложения валика 15-25 м/сек. Наплавку выполняем короткой дугой, ток постоянный, полярность обратная. При наплавке перегрев наплавленного слоя не допускается. Для этого выполняем наплавку слоя отдельными валиками с последовательным охлаждением каждого валика. При этом, контролируем чтобы температура лемеха в целом не снизилась меньше, чем 200°C.

Обработка неровной поверхности восстановленного лемеха, заключается в проглаживании наплавленного слоя. Производится обработка как это было описано в базовой технологии. Греют лемех вначале медленно, до температур 500—600°. По достижении указанных температур скорость нагрева увеличивают и греют до температур 850—1200°. Наплавка выполняется в один слой, при наплавке в несколько слоев наблюдаются мелкие трещины.

Наплавленный слой обрабатывают ковкой (проглаживанием) до толщины 1—2 мм.

Лемех непосредственно после проглаживания, пока еще в нагретом состоянии, фиксируют в слесарных тисках и напильником заостряют его лезвие. После полного остывания лемеха с лицевой стороны выполняют заточку на абразивном круге.

Термическая обработка заключается в нагреве лемеха на 1/3 часть

ширины. Греют лемех до температур 780—820°. Следует обратить внимание на равномерность нагрева. Цвет нагрева светло-вишнево-красный. Потом лемех быстро охлаждают в закалочной ванне. Чтобы предотвратить трещинообразование перед погружением в ванну охлаждают переход от носка к лезвию. Делают это так. К месту перехода, прикладывают на 2—3 сек. мокрую тряпку, затем лемех быстро опускают в закалочную ванну.

Традиционной операцией после закалки является отпуск. Его применяют чтобы снизить хрупкость лемеха. Отпуск применяем низкий, греем лемех в печи СНО до 350°С и затем, медленно охлаждаем на воздухе.

Если лемех при закалке все же покособился, его правят на наковальне ударами молотка. Удары наносим осторожно и не сильно.

Операции контроля такая же как в базовой технологии.

3 Выбор оборудования для механизированной наплавки

Параметры и свойства источника питания оказывают влияние на устойчивость горения дуги и стабильность режима сварки. Главным параметром источника питания является его внешняя вольтамперная характеристика. Она выражает зависимость между напряжением на выходе источника и силой сварочного тока. Применяемые на практике источники питания могут обладать крутопадающей, пологопадающей, жесткой характеристикой. Разные способы сварки требуют для своего осуществления источников тока с определенной внешней характеристикой. Для ручной электродуговой сварки штучными электродами источник должен обладать падающей характеристикой, обеспечивающей в случае короткого замыкания уменьшение напряжения до нуля. Это не дает возможности увеличения тока. С другой стороны, при возбуждении дуги, в условиях очень низкой силы тока величина напряжения на дуге увеличена. Другим преимуществом источников питания с падающей характеристикой является возможность увеличения длины дуги в разумных пределах сварщиком без ее обрыва, и уменьшения длины дуги без чрезмерного увеличения тока сварки.

Поскольку способ сварки в проектом варианте отличается от способа сварки базового варианта технологии - механизированная сварка - старое оборудование, выпрямитель ВС-300 Б, для его осуществления непригодно.

Выполнив анализ предлагаемого сварочного оборудования применительно к Самарской области выбираем полуавтомат СВАРОГ MIG 350 (J1601), рисунок 3.1. Его характеристики по величине сварочного тока, до 350 А, нас устраивают. Длина шланга достигает 3 метра. Следует отметить, что это инверторный сварочный аппарат. Преимущества инверторных источников питания рассмотрим подробнее. В первую очередь это меньшая масса и габариты. Масса и габариты сварочных выпрямителей и источников питания переменного тока определяются, в основном, параметрами сварочного трансформатора. В свою очередь магнитопровод является его самой массивной и габаритной составляющей частью. Поэтому,

снизить массу и габариты источника питания можно, снизив размеры и вес магнитопровода.



Рисунок 3.1 – Аппарат сварочный СВАРОГ MIG 350 (J1601)

Уменьшить массу и габариты источника питания дуги можно повысив частоту питания. На практике указанный технический прием осуществляют используя инверторы. В инверторе сварочный ток в 160А, может быть получен с применением трансформатора в 250 г. В обычных источниках питания сварочной дуги вес трансформатора около 18 кг.

Вес выбранного источника питания инверторного типа - СВАРОГ MIG 350 (J1601) - 29 кг.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.

Тема выпускной квалификационной работы: «Восстановление изношенных деталей почвообрабатывающей техники сваркой и наплавкой».

Проектный технологический процесс сварки фундаментных частей планируется к внедрению в механических мастерских ООО АГРОФИРМА РУСЬ, рисунок 3.1.

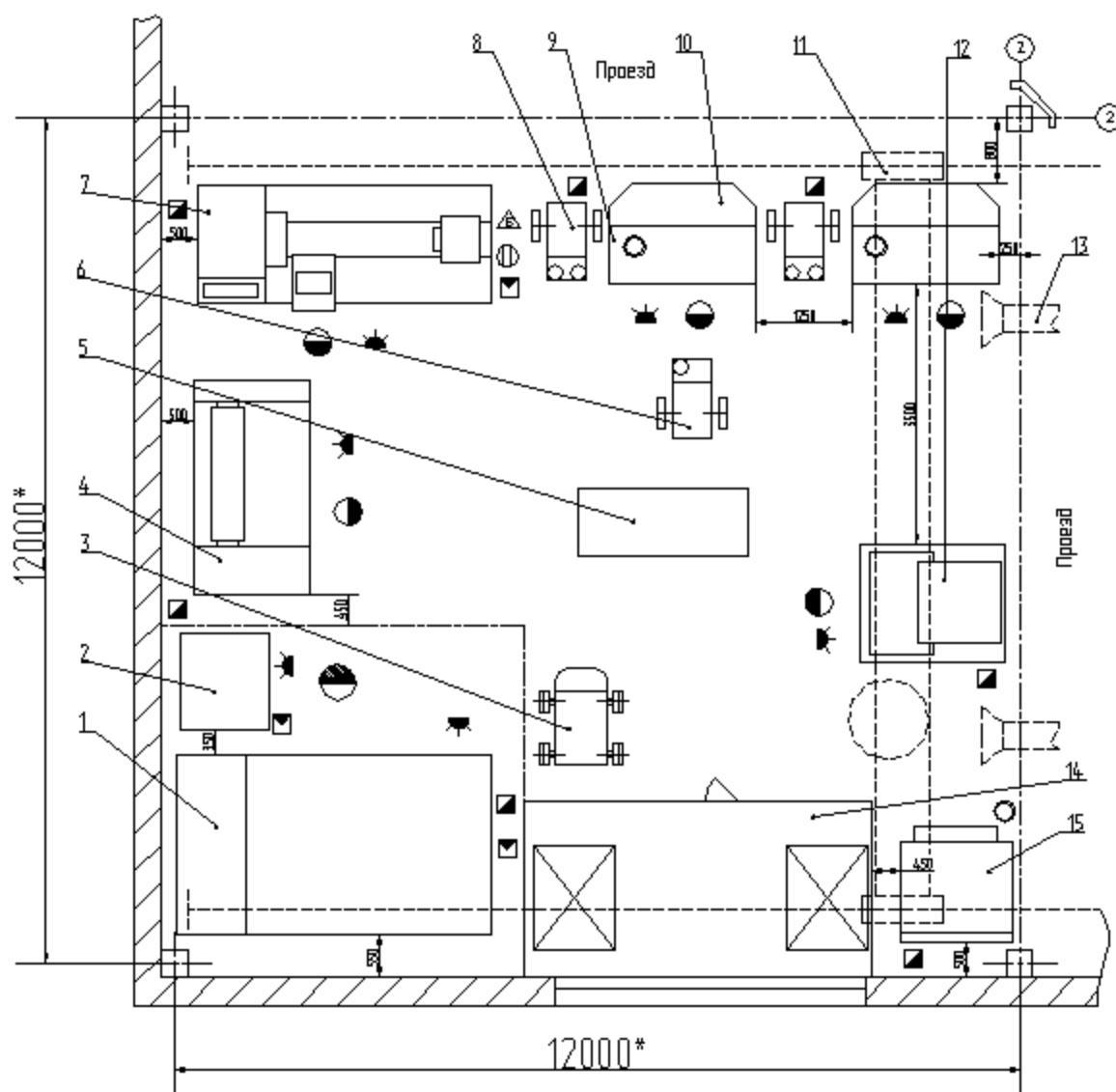


Рисунок 4.1 – Схема компоновочная участка механических мастерских ООО АГРОФИРМА РУСЬ

В состав участка входит следующее оборудование: пост входного контроля 1; ванна для мойки 2; тележка инвентарная 3; пост зачистки 4; наковальня 5; аппарат газосварочный 6; ванна для закалки 7; полуавтомат сварочный СВАРОГ MIG 350 (J1601) 8; стол сварщика 9; кабина сварщика 10; кран-балка 11; склад для вспомогательных инструментов и расходных материалов 14; электропечь СНОЛ.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1. Мойка	Слесарь-сборщик	Моечная машина	Щелочной раствор; Вода техническая
2. Подготовка поверхности	Слесарь-сборщик	Щетка металлическая; Машинка зачистная;	Круги зачистные; Ацетон; Ветошь;
3. Осуществление восстановительной наплавки	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	СВАРОГ MIG 350	Наплавочная проволока
4. Проведение контроля качества восстановленного изделия	Инженер - дефектоскопист	Лупа, твердомер ТН-134; Призма; Штатив	-

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

Технологический процесс наплавки лемеха сопровождаются опасными и вредными факторами, анализ которых проведем в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасного или вредного производственного фактора
1	2	3
1. Мойка	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Моечная машина
2. Подготовка поверхности	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Щетка металлическая; Машинка зачистная;
3. Осуществление восстановительной наплавки	- повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов; - повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	СВАРОГ MIG 350
4. Проведение контроля качества восстановленного изделия	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования	Лупа, твердомер ТН-134.

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1	2	3
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Перчатки, спецодежда.
2. Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Нанесение предупреждающих надписей, соответствующая окраска, применение ограждения	-
3. Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Спецодежда, перчатки
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
6. Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.

Пожар возможен на участке наплавки. Поэтому выполним анализ опасных факторов пожара в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1, огнетушитель ОП-2,	Пожарные автомобили или (вызываются)	Не применяются	Не применяются	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Действия согласно плану эвакуации	Лопата, багор, топор	Телефон в помещении начальника мастерских

Таблица 4.5 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса	Реализуемое организационное или техническое мероприятие	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Наплавка	Проведение ознакомительных мероприятий с рабочим персоналом и служащими, целью которых является доведение до них правил пожарной безопасности, использования средств наглядной агитации по пожарной безопасности. Учения по обеспечению пожарной безопасности с производственным персоналом и служащими	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.6 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Наплавка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Важным является соблюдение культуры производства, исключение протечек масла, которое попадая в проточный тракт гидроагрегата попадет в нижний бьеф водохранилища.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Необходимо предусмотреть установку контейнеров, позволяющих селективный сбор бытового мусора и производственных отходов. Необходима установка отдельного контейнера для сбора металлолома. На контейнеры следует нанести соответствующие надписи. Необходимо проведение инструктажа среди производственного персонала по вопросу правильного складывания в контейнеры мусора и отходов.

4.6 Заключение по разделу

В ходе выполнения данного раздела выпускной работы были выявлены опасные и вредные производственные факторы при механизированной наплавке самозащитной проволокой изношенного лемеха плуга.

Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов. В результате проведения этого анализа установлено, опасные и вредные производственные факторы могут быть устранены или уменьшены до необходимого уровня с применением стандартных средств безопасности и санитарии производства. Отсутствует необходимость в разработке дополнительных средств защиты. Внедрение проектной технологии в производство сопровождается угрозами экологической безопасности. Для устранения этих угроз необходимо соблюдение технологического регламента и производственной санитарии.

Разработка специальных и дополнительных средств защиты не нужна.

5 Экономическая эффективность проекта

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения наплавки изношенных деталей. При выполнении базовой технологии наплавки предусматривается ручная дуговая наплавка штучными электродами, что характеризуется низкой производительностью процесса и низким качеством наплавленного слоя.. В разработанном варианте технологии предложено заменить ручную дуговую сварку на механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде CO_2 с импульсным управлением сварочной дугой. Применение предложенных технологических решений позволит получить некоторое снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества выполняемых сварных соединений.

.

В таблице 5.1. проведен анализ недостатков базовой технологии наплавки лемеха плуга и их устранение, в случае внедрения разработки – механизированной наплавки порошковой проволокой.

Таблица 5.1.

Базовый вариант	Проектный вариант
Низкая производительность наплавки (выполнения валика)	Увеличение плотности тока, соответственно и скорость восстановительной наплавки увеличит.
Высокий разряд рабочего обуславливает и высокие денежные выплаты ему по результатам работы.	Поскольку при механизированной наплавке выполнить работу может рабочий разряда ниже, то и платить ему нужно меньше.

5.1 Исходные данные для экономического обоснования

сравниваемых вариантов

Исходные данные необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для проведения экономического расчета

№ п/п	Показатель	Услов. обознач.	Един. измер.	Варианты	
				Базов.	Проект
1	2	3	4	5	6
1	Цена присадочного материала: электроды ОЗН-250У; проволока ПП-Нп-25Х9Г9Р	Цэл	Руб/кг	540	700
2	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно- заготовительных расходов	Ктз	-	1,05	1,05
3	Величина часовой тарифной ставки	Сч	Руб/час	74,89	53,16
4	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,88	1,88
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
6	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	36	36
7	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб	35000	70000
8	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	18	18
9	Мощность установки	Му	кВт	4,9	5,8
10	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,85
11	Стоимость электроэнергии	Цээ	Руб/кВт	2,5	2,5
14	Стоимость аренды площади	Сэкспл	Руб/м ²	1800	1800
15	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	2,50	2,50
16	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	М ²	6	9

Продолжение таблицы 5.2

17	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	5	5
18	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м ²	3000	3000
19	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	2,15	2,15
20	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	Кмонт	-	1,2	1,2
21	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
22	Программа годовая	Пг	Шт	500	500

5.2 Определение норм штучного времени

Для расчета штучного времени воспользуемся зависимостью:

$$t_{шт} = t_{п-з} + t_o + t_v + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (5.1)$$

где $t_{шт}$ – общее время, которое затрачивает персонал на выполнение операций технологического процесса;

$t_{маш}$ – время, которое затрачивает персонал непосредственно на выполнение сварочных операций;

$t_{всп}$ – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от $t_{маш}$;

$t_{обсл}$ – время, которое затрачивает персонал на обслуживание, текущий и мелкий ремонт сварочного оборудования и составляет 5% $t_{маш}$;

$t_{отл}$ – время, которое затрачивает персонал на личный отдых, составляет 5% $t_{маш}$;

$t_{п-з}$ – время на подготовительно – заключительные операции, 1% $t_{маш}$.

Для определения машинного времени наплавки по базовому и по проектному вариантам воспользуемся зависимостью:

$$t_o = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}}, \quad (5.2)$$

где: $M_{напл.мет}$ – общий вес металла, наплавленного на лемех, кг/м;

$L_{ш}$ – общая протяженность наплавленных валиков на лемехе плуга, м;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$\alpha_{напл}$ – коэффициент наплавки при электродуговой сварке = 9 Г/А*час.

Для расчета массы наплавленного металла воспользуемся следующей зависимостью, кг/м:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3} \quad (5.3)$$

где ρ – плотность металла наплавляемого слоя (валика), $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$;

F_H – площадь изношенной поверхности, которая подлежит наплавке, мм^2 .

Наплавляем в один слой, поэтому для определения площади воспользуемся зависимостью.

$$F_H = (8 \div 12) \cdot d_{эл.} \quad (5.4)$$

$$F_{Hб} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}^2.$$

$$F_{Hпр} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}^2.$$

$$M_{напл.мет.б} = 7,8 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,156 \text{ кг/м.}$$

$$M_{напл.мет.пр} = 7,8 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,093 \text{ кг/м}$$

Длину валика примем исходя из того, что наплавка ведется в один слой, ширина наплавляемого слоя 20 мм, и общая площадь наплавки 400 мм^2 , тогда, с учетом перекрыва валиков длина составит 2700 мм.

Базовый вариант, машинное время:

$$t_{об} = \frac{60 * 0,156 * 2,7}{120 * 9} = 22,8 \text{ мин.}$$

Проектный вариант

$$t_{опр} = \frac{60 * 0,093 * 2,7}{250 * 9} = 15,2 \text{ мин.}$$

Штучное время, базовый вариант

$$t_{штб} = 0,57 + 22,8 + 2,28 + 1,14 + 1,824 + 0,228 = 28,72 \text{ мин} = 0,4788 \text{ час}$$

Штучное время, проектный вариант

$$t_{штпр} = 0,06 + 15,2 + 1,52 + 0,72 + 1,216 + 0,152 = 19,14 \text{ мин.} = 0,3192 \text{ час}$$

5.3. Капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} \quad (5.5)$$

где: $K_{пр}$ – прямые капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{соп}$ – сопутствующие капитальные вложения в оборудование, руб.

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{пр} = \sum C_{об} * k_3 \quad (5.6)$$

где $\sum C_{об}$ – суммарная цена оборудования, руб.;

k_3 – значение коэффициента, который учитывает загрузку технологического оборудования.

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.7)$$

где: $t_{шт}$ – затрачиваемое штучное время на наплавку одного балансира;

$N_{пр}$ – принятое значение годовой программы;

$\Phi_{эф}$ – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования.

Для выполнения принятой $N_{пр}$ принимаем целое число единиц оборудования ($n_{\text{об.прин}}$).

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.8)$$

Величину годового фонда времени, в течение которого работает оборудование рассчитываем с использованием формулы:

$$\Phi_{эф} = (D_K - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.н}) \quad (5.9)$$

где: D_K – количество календарных дней в году;

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

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час;

S – количество рабочих смен;

$k_{р.н}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) * 8 * 1 * (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{500 * 28,72}{1812 * 60} = 0,12 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{500 * 19,14}{1812 * 60} = 0,08 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,12}{1} = 0,12$$

$$k_{зпр} = \frac{0,08}{1} = 0,08$$

$$K_{прб} = 35000 * 0,12 = 4200 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 70000 * 0,08 = 5600 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины общих капитальных затрат при реализации проектного варианта технологического процесса производим с использованием формулы:

$$K_{\text{общпр}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{площ}} \quad (5.10)$$

где $K_{\text{пр}}$ – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$K_{\text{площ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади

$K_{\text{дем}}$ – принятое значение затрат на демонтаж технологического оборудования для реализации базового процесса;

$K_{\text{монт}}$ – принятое значение затрат на монтаж оборудования.

$$K_{\text{монт}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{монт}} \quad (5.11)$$

где: $k_{\text{монт}}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования = 0,2.

$$K_{\text{монт}} = 70000 * 0,2 = 14000 \text{ руб}$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{дем}} \quad (5.12)$$

где: $k_{\text{дем}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж = 0,2.

$$K_{\text{дем}} = 35000 * 0,2 = 7000 \text{ руб}$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{площ}} = S_{\text{площ}} * C_{\text{площ}} * g * k_3 \quad (5.13)$$

где: g – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{\text{площ}} = 3 * 3000 * 3 * 0,12 = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{пр}} = 4200 \text{ руб}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{пр}} = 5600 + 14000 + 7000 + 5400 = 32000 \text{ руб}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (5.14)$$

$$K_{уд}^{Баз} = \frac{4200}{500} = 8,40 \text{ руб}$$

$$K_{уд}^{пр} = 32000/500 = 64 \text{ руб}$$

5.4 Определение себестоимости двух вариантов.

Затраты на сварочные материалы, электроды, в базовом варианте определим по технологическим картам

$$ЗМ_{элб} = 31,50 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта - затраты на самозащитную порошковую проволоку

$$ЗМ_{пр} = З_{пр} = 55,04 \text{ руб.}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$З_{э-э} = \frac{Р_{об} \cdot t_{о}}{КПД} Ц_{э-э} \quad (5.29)$$

где $Р_{об}$ – полезная мощность оборудования, кВт;

$Ц_{э-э}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Для определения мощности оборудования воспользуемся значениями режимов сварки: сила тока и напряжение.

$$P_{об}^Б = 120 \cdot 30 = 3600 = 6 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^Б = \frac{3,6 \cdot 0,38}{0,7} 2,2 = 7,16 \text{ руб.}$$

$$P_{пр}^Б = 300 \cdot 30 = 9000 = 9 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^{пр} = \frac{9 \cdot 0,242}{0,75} 2,2 = 6,38 \text{ руб.}$$

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования производим с использованием зависимости:

$$З_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (5.30)$$

где $A_{об}$ – принятая величина амортизации оборудования, руб.;

$P_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * На_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.31)$$

где $Ц_{об}$ – принятое значение стоимости оборудования;

$На$ – принятое значение нормы амортизации оборудования.

Подставив в (5.31) необходимые значения, получим:

$$A_{об}^Б = \frac{35000 \cdot 28,72 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 1,37 \text{ руб}$$

$$A_{об}^{пр} = \frac{70000 \cdot 20,14 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 2,33 \text{ руб}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{т.р} = \frac{Ц_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (5.32)$$

где $H_{т.р}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования, $\approx 35\%$;

$$P_{тр}^Б = \frac{35000 * 35 * 0,12}{1812 * 100} = 0,811 \text{ руб.}$$

$$P_{тр}^{пр} = \frac{70000 * 35 * 0,08}{1812 * 100} = 1,08 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{об}^Б = 1,37 + 0,811 = 2,18 \text{ руб}$$

$$З_{об}^{ПР} = 2,32 + 1,08 = 3,40 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на содержание и эксплуатацию площадей производим на основании зависимости:

$$З_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} * S_{плоч} * Ha_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} \quad (5.33)$$

где: $Ц_{плоч}$ – цена 1м² производственной площади, руб.;

$Ha_{плоч}$ – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{плоч}$ – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м²;

$$З_{плоч}^Б = \frac{3000 * 8 * 2 * 28,70}{1812 * 100 * 60} = 0,12 \text{ руб.}$$

$$З_{плоч}^{ПР} = \frac{3000 * 11 * 2 * 19,14}{1812 * 100 * 60} = 0,1 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной зарплаты и дополнительной.

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп}}. \quad (5.34)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{зпл}} \quad (5.35)$$

где $C_{\text{ч}}$ – принятое значение тарифной ставки;

$K_{\text{д}}$ – принятое значение коэффициента, который учитывает расходы на доплату к основной заработной плате.

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{нр}} * k_{\text{вн}} * k_{\text{у}} * k_{\text{нф}} * k_{\text{н}} \quad (5.36)$$

где $k_{np} = 1,25$ – коэффициент премирования;

$k_{вн} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм;

$k_y = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{нф} = 1,067$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_H = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,057 \cdot 1,133 = 1,81$$

$$ЗПЛ_{осн}^Б = 0,47 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 62,34 \text{ руб}$$

$$ЗПЛ_{осн}^{пр} = 0,31 \cdot 53,16 \cdot 1,81 = 28,86 \text{ руб}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.37)$$

где k_d – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 62,34 \cdot 10 / 100 = 6,23 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{пр} = 28,86 \cdot 10 / 100 = 2,88 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_Б = 62,34 + 6,23 = 68,58 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{пр} = 28,86 + 2,88 = 31,74 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины отчислений на социальные нужды производим с использованием формулы:

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot H_{соц} / 100 \quad (5.38)$$

где $H_{соц}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, 30 %.

Базовый

$$O_{сн}^Б = 68,58 \cdot 30 / 100 = 20,36 \text{ руб.}$$

Проектный

$$O_{CH}^{np} = 31,74 \cdot 30 / 100 = 9,52 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость

Технологическая себестоимость определяется как сумма всех затрат

$$C_{TEX} = 3M + 3_{\text{Э-Э}} + 3_{\text{ОБ}} + 3_{\text{ПЛ}} + \Phi 3П + O_{CH} \quad (5.39)$$

$$C_{TEX}^B = 31,15 + 7,16 + 2,18 + 0,12 + 68,58 + 20,36 = 129,55 \text{ руб.}$$

$$C_{TEX}^{PP} = 55,04 + 6,38 + 3,40 + 0,10 + 31,74 + 9,52 = 106,18 \text{ руб.}$$

5.5 Цеховая себестоимость

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{ЦЕХ} = C_{TEX} + P_{ЦЕХ} \quad (5.40)$$

где $P_{ЦЕХ}$ – сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{ЦЕХ} = k_{ЦЕХ} \cdot 3_{ОСН} \quad (5.41)$$

где $k_{ЦЕХ}$ – коэффициент, который учитывает цеховые расходы, 2,5;

$3_{ОСН}$ – основная заработная плата рабочих, руб.

$$C_{ЦЕХ}^B = 129,55 + 62,34 \cdot 2,5 = 129,55 + 155,85 = 285,40 \text{ руб.}$$

$$C_{ЦЕХ}^{PP} = 106,18 + 28,86 \cdot 2,5 = 106,18 + 72,14 = 178,33 \text{ руб.}$$

5.6 Заводская себестоимость

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + k_{ЗАВ} \cdot 3_{ОСН} \quad (5.42)$$

где $P_{ЗАВ}$ – сумма заводских расходов, руб.

$k_{ЗАВ}$ – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

$$C_{ЗАВ}^B = 285,40 + 62,34 \cdot 1,8 = 285,40 + 112,20 = 397,60 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАВ}^{PP} = 178,33 + 28,86 \cdot 1,8 = 178,33 + 51,94 = 230,27 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости

Результаты расчета себестоимости сведем в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Калькуляция себестоимости ремонтной наплавки балансира

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	31,15	55,04
2	Фонд заработной платы	ФЗП	68,58	20,36
3	Отчисления на социальные нужды	О _{сн}	20,36	9,52
4	Затраты на оборудование	Зоб	2,18	3,40
5	Затраты на площади	Зпл	0,12	0,1
	Себестоимость технологическая	Стех	192,55	106,18
6	Цеховые расходы		155,85	72,14
	Себестоимость цеховая	Сцех	285,40	178,33
7	Заводские расходы		112,20	51,94
	Себестоимость заводская	С _{зав}	397,60	230,27

5.7 Расчет экономической эффективности проекта

Величину условно-годовой экономии (ожидаемой прибыли) определим по формуле:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (C_{зав}^б - C_{зав}^{пр}) \cdot N_{пр} \quad (5.43)$$

Подставив в (5.43) необходимые значения, получим:

$$\mathcal{E}_{у.г} = (397,60 - 230,27) \cdot 500 = 114737,40 \text{ руб.}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$\mathcal{E}_г = [(C_{зав}^б + E_n \cdot K_{уд}^б) - (C_{зав}^{пр} + E_n \cdot K_{уд}^{пр})] \cdot N_{пр} \quad (5.44)$$

$$\mathcal{E}_{гп} = [(397,60 + 0,33 \cdot 8,40) - (230,27 + 0,33 \cdot 64,01)] \cdot 500 = 73515 \text{ руб.}$$

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штб} - t_{штпр}}{t_{штб}} \cdot 100\% \quad (5.45)$$

Подставив в (5.45) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,47 - 0,31}{0,47} \cdot 100\% = 35\%$$

Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

$$П_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (5.46)$$

Подставив в (5.46) необходимые значения, получим:

$$П_T = \frac{100 \cdot 35}{100 - 35} = 59\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{тех} = \frac{C_{тех}^{БАЗ} - C_{тех}^{ПР}}{C_{тех}^{БАЗ}} \cdot 100\% \quad (5.47)$$

Подставив в (5.47) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{тех} = \frac{192,64 - 106,92}{192,54} \cdot 100\% = 44\%$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{ок} = \frac{К_{общпр}}{\mathcal{E}_{уг}} \quad (5.48)$$

$$T_{ок} = \frac{32000}{114737} \approx 0,5 года$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$E_{ср} = \frac{1}{T_{ок}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad (5.49)$$

5.8 Выводы по экономическому разделу

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, как технологическая и заводская себестоимость восстановления лемеха плуга.

Показано, что проектный вариант восстановления после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 35 %, увеличение производительности труда на 59 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 44%. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 114 тыс. рублей.

Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 73 тыс. рублей. Капитальные вложения в оборудование размером будут окуплены за 0,5 года.

Можно сделать вывод о том, что разработанная технология наплавки лемеха плуга обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности и качества при восстановлении изношенных деталей почвообрабатывающей техники.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения восстановительной наплавки лемеха плуга. При выполнении базовой технологии предусматривается ручная дуговая наплавка штучными электродами, что приводит к получению значительного числа дефектов и дополнительным затратам времени на их устранение. В проектном варианте технологии предложено произвести замену ручной дуговой наплавки на наплавку самозащитной проволокой. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества проводимых наплавочных работ.

В работе предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности труда персонала.

Произведена оценка экономической эффективности проектной технологии. Показано, что проектный вариант восстановления после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 35 %, увеличение производительности труда на 59 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 44%. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 114 тыс. рублей.

На основании вышеизложенного можно заключить, что цель бакалаврской работы достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
2. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
3. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
4. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.
5. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.
6. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
7. Шебеко Л. П. Экономика, организация и планирование сварочного производства : учебник для техникумов / Л. П. Шебеко, А. Д. Гитлевич. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1986. - 261, [2] с. :
8. Грачева К. А. Экономика, организация и планирование сварочного производства : [учеб. пособие для вузов] / К. А. Грачева. - Москва : Машиностроение, 1984. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 364. -
- 9.
10. Брейтман М. М. Экономика, организация и планирование сварочного производства : [учеб. пособие для машиностроит. техникумов] / М. М.

- Брейтман, Л. П. Шебеко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1970. - 256 с. :
11. Солнцев Ю. П. Хладостойкие и износостойкие литейные стали [Электронный ресурс] / Ю. П. Солнцев, А. К. Андреев, А. Е. Сердитов ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2016. - 336 с.
- 12.
13. Зорин Н. Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 164 с.
14. Золотоносов Я. Д. Сварочное производство. Современные методы сварки [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Я. Д. Золотоносов, И. А. Крутова ; Казан. гос. архит.-строит. ун-т. - Казань : КГАСУ, 2016. - 216 с.
15. Величко, О.А. Лазерная наплавка цилиндрических деталей порошковыми материалами / О.А. Величко, П.Ф. Аврамченко, И.В. Молчан, В.Д. Паламарчук // Автоматическая сварка. – 1990. – № 1. – С. 59–65.
16. Шелягин, В.Д. Лазерно-микроплазменное легирование и нанесение покрытий на стали / В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, Ю.Н. Переверзев // Автоматическая сварка. – 2006. – № 2 – С. 3–6.
17. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
18. Переплётчиков, Е.Ф. Плазменно-порошковая наплавка штоков энергетической арматуры / Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2013. – № 4. – С. 56–58.
19. Жариков, С.В. Влияние экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на параметры наплавленного валика / С.В. Жариков // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганск: СНУ, 2010. – № 2. – С. 102–105.

20. Гофман, Я. Восстановление сменных деталей с помощью лазерных технологий // Автоматическая сварка. – 2001. – № 12. – С. 37–38.