



Рисунок 2 – Самоходная машина для обслуживания кормового стола с рядом сменных адаптеров

В перспективе данную самоходную машину можно дооснастить рядом сменных адаптеров, Вариационный ряд возможных адаптеров может достигать пятидесяти единиц. Это могут быть различные приспособления, предназначенные для транспортирования грузов, выполнения погрузочно-разгрузочных и уборочных работ и так далее. Разрабатываемый ассортимент адаптеров будет напрямую зависеть от специфики производства и необходимого количества самих приспособлений.

Список использованной литературы

1. Разумовский, Н. Менеджмент кормового стола / Животноводство России. – 2019. – № 5. – С. 55–58.
2. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2018. – 138 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

Косак А.А., магистрант;

Афанасенко Д.Е., аспирант;

Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПРОЦЕССАХ УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация В работе рассматриваются технологические возможности способов упрочнения металлических поверхностей деталей посредством

нанесения защитных износостойких покрытий с использованием энергии электрического и магнитного полей.

Abstract The examines the technological possibilities of methods for strengthening metal surfaces of parts by applying protective wear-resistant coatings using the energy of electric and magnetic fields.

Ключевые слова ремонтное производство, технологические способы, внешнее электромагнитное поле, магнитно-электрическое упрочнение, композиционный ферромагнитный порошок.

Keywords repair production, technological methods, external electromagnetic field, magnetic-electric hardening, composite ferromagnetic powder.

Большими потенциальными возможностями обладают технологии, основанные на использовании концентрированных потоков энергии, что практически исключает коробление деталей, вызванное температурными деформациями. Магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) по сравнению с аналогами имеет ряд достоинств: не требуется специальной подготовки поверхности детали перед упрочнением; применяется простое в обслуживании металлообрабатывающее оборудование; легко поддается автоматизации, поскольку электрические и магнитные потоки энергии просты в реализации и удобны в управлении [1].

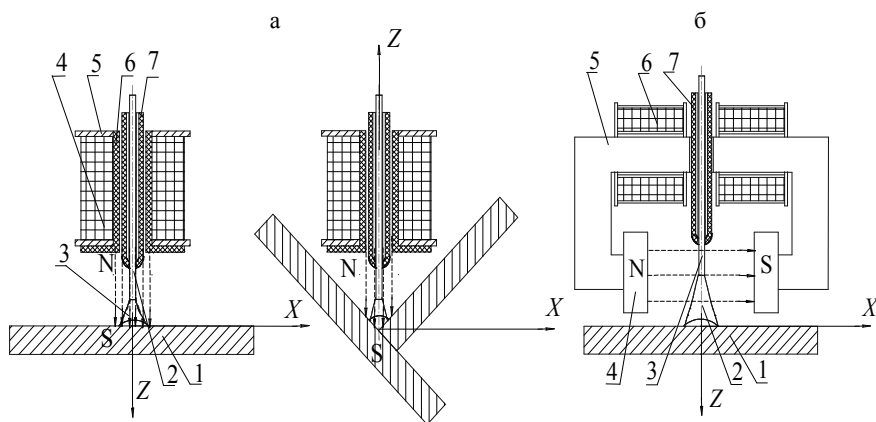
Известно [2, 3], что от общего количества используемых в ремонтно-обслуживающем производстве способов упрочнения и восстановления деталей 75–80% занимают сварочно-наплавочные. Их основным недостатком является возникновение на стадии кристаллизации жидкого металла дефектов сварных швов (непровары, трещины) и наплавленных покрытий (поры, микротрещины, разнотолщинность и др.). Для стабилизации горения дуги и исключения этих дефектов применяются такие технологические приемы, как регулирование погонной энергии, вибрация электрода или сварочной проволоки и др. [2, 3]. В некоторых случаях они не приемлемы из-за многочисленных конструкционных недостатков и сложности их практического применения.

Наиболее распространенный способ стабилизации процессов сварки-наплавки основан на управляющем воздействии внешнего электромагнитного поля (ЭМП) на источник нагрева – дугу, ванну расплава или покрытие [4]. Этот способ используется в процессах: дуговой сварки-наплавки плавящимся и неплавящимся электродами в среде защитных газов [5] и под слоем флюса [6]; индукционной наплавки [7]; плазменном напылении [8]; закалки сжатой электрической дугой [9]; электроконтактной приварки порошков [10]; электроискровом легировании [11]; электроэрозионной обработке [12]; комбинированного способа восстановления деталей [13].

В работе [6] показано, что при сварке неплавящимся электродом сплава Д16 в среде защитных газов дугой, колеблющейся синхронно с изменением напряженности магнитного поля (МП), изменяется форма сварочной ванны, снижается пористость металла, измельчается зерно металла шва. Выявлено, что при сварке плавящимся и неплавящимся электродами в среде аргона проплавляющая способность дуги возрастает из-за ее сжатия, когда поперечная составляющая индукции меньше 2–4% общей индукции управляющего МП. Если поперечная составляющая поля менее 3% общей индукции, глубина проплавления возрастает пропорционально ей и при индукции 0,3 Тл увеличивается более чем в 2 раза.

Для стабилизации горения дуги при сварке под слоем флюса в работе [6] предложено использовать сильные продольные знакопеременные МП промышленной частоты. Применение постоянного магнитного поля невозможно из-за перемещения ванны расплава в одну сторону и образования сварочного валика с гребнями и подрезами.

При сварке (наплавке) низкоуглеродистых сталей током обратной полярности сварочной проволокой Св-08ГА диаметром 2 мм под слоем флюса АН-348А в результате регулирования частоты и величины индукции поперечного или продольного переменного МП (рисунок 1, а, б) изменяется ширина валика, уменьшаются пористость и трещинообразование на поверхности металла [6].



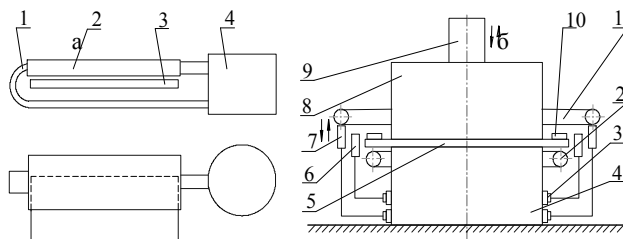
а – схема ввода продольного магнитного поля: 1 – изделие; 2 – сварочная проволока; 3 – дуга; 4 – обмотка электромагнита; 5 – корпус; 6 – сердечник; 7 – мундштук; б – схема ввода поперечного магнитного поля: 1 – изделие; 2 – дуга; 3 – наплавочная проволока; 4 – полюсный наконечник; 5 – магнитопровод; 6 – обмотка электромагнита; 7 – мундштук

Рисунок 1 – Схемы конструкций устройств ввода внешнего магнитного поля для сварки-наплавки под слоем флюса

Для устранения неравномерности распределения электромагнитного поля и мощности в зоне наплавки тонких стальных дисков зубчатой формы авторами предложено экранирование ЭМП, создаваемого одновитковым индуктором с магнитопроводом (рисунок 2, а) [6, 7]. Для этого разработано устройство с электромагнитным и тепловым экранами (рисунок 1.2, б), позволяющее регулировать мощность в зоне наплавки и обеспечивающее равномерность толщины наплавленного слоя [6, 14].

В работе [6] повышение энергоэффективности плазменного напыления и качества покрытий обеспечивается дополнительным источником напряженности импульсного электрического поля. Образованный на поверхности детали распределенный электрический потенциал относительно плазматрона позволяет создать равномерное по всей площади покрытие с высокой адгезией, а также снизить потребляемую оборудованием мощность в 3,5 раза.

Для повышения твердости и износостойкости промышленного инструментария применяется ВЧ-плазменное напыление, в процессе которого происходит индукционный разогрев плазмы электромагнитным полем высокой частоты [15].



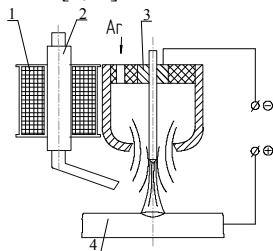
а – схема индуктора с магнитопроводом: 1 – петля индуктора; 2 – магнитопровод; 3 – деталь; 4 – высокочастотный генератор); б – устройство для индукционной наплавки: 1, 2 – верхний и нижний виток индуктора; 3 – механизм перемещения индукторов; 4 – нижняя плита; 5 – изделие; 6, 7 – соответственно тепловой и электромагнитный экраны; 8 – верхняя плита; 9 – пневмоцилиндр; 10 – шихта

Рисунок 2 – Схемы конструкций индуктора и устройства для индукционной наплавки тонких стальных дисков с одновременным экранированием электромагнитных и тепловых полей

Износостойкость модифицированного покрытия в 2,5 раза превышает износостойкость детали после традиционной термообработки [15].

В процессе термического упрочнения рабочих поверхностей деталей плазменной закалкой с магнитным сканированием дуги (рисунок 3) обеспечивается равномерность распределения твердости по глубине упрочненного слоя, а глубина и ширина закалки увеличиваются до 1,5 и 2,0 мм соответственно, вместо 0,5 и 0,1 мм при закалке прямой дугой без

оплавления поверхности [7, 16]. Сканирование электрической дуги магнитной системой позволяет достичь оптимальной скорости обработки от 0,06 до 0,09 м/с, при которой возможна максимальная микротвердость. Результаты исследования показали, что износостойкость термообработанных деталей увеличилась в 4 раза по сравнению с необработанным ма-териалом [7, 8].



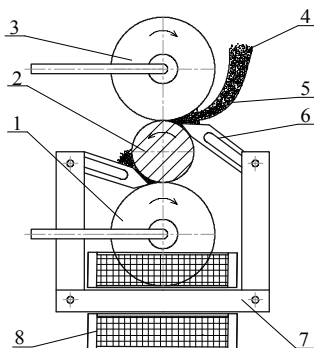
1 – электромагнитная катушка переменного тока; 2 – водоохлаждаемый магнитопровод; 3 – аргонодуговая горелка; 4 – изделие

Рисунок 3 – Схема конструкции устройства для поверхностной плазменной заделки деталей с магнитным сканированием дуги

Создаваемое магнитное поле П-образной электромагнитной системой при электроконтактной приварке порошковых материалов (рисунок 4) повышает технологичность процесса посредством удержания материалов в зоне приварки и позволяет уменьшить потери его до 20 % [7, 9]. Испытания на усталостную прочность показали, что покрытия, полученные приваркой порошка с применением ЭМП в рабочей зоне, обладают более высокой прочностью по сравнению с покрытиями, образованными приваркой стальной ленты [8, 10].

Для исключения синхронизации искровых импульсов и вибрации рабочего электрода в процессе электронискрового легирования используются разобщенные источники импульсов электрического тока генератора и вибросистемы. Авторами установлено, что при безвибрационном способе контактирования электрода и детали по сравнению с вибрационным повышается чистота легированной поверхности на 3–4 класса, а привес материала покрытия увеличивается почти в 2 раза [48].

В работе [11] определено, что применение внешнего магнитного поля с индукцией 0,02–0,1 Тл в рабочей зоне при электроэрозионной обработке обеспечивает повышение производительности процесса на 30–50 % и уменьшение относительного износа электрода-инструмента. Воздействие внешнего МП в процессе обработки способствует увеличению количества электрических разрядов, улучшению условий удаления шлама из межэлектродного промежутка, уменьшению электрической прочности рабочей жидкости в промежутке [11, 12].



1, 3 – электрод; 2 – заготовка детали; 4 – порошок; 5 – порошкопровод; 6 – полюс;
7 – магнитопровод; 8 – электромагнитная катушка

Рисунок 4 – Схема конструкции устройства для электроконтактной приварки порошковых материалов

Разработанный авторами для комбинированного способа восстановления деталей инструмент в форме скобы-двухполюсника, между полюсами которого образуется переменное магнитное поле высокой напряженности (до 144 А/м), позволяет увеличивать содержание углерода в поверхностном слое до 0,15 % и повысить износостойкость обрабатываемых поверхностей в 1,4–1,5 раза [13].

Проведенный анализ способов упрочнения и восстановления показывает целесообразность применения внешнего ЭМП в рабочей зоне. Это обусловлено тем, что стабилизация процессов осуществляется без контакта устройств ввода внешнего магнитного поля с рабочей зоной. Применение таких устройств не требует существенного изменения стандартного оборудования, а управление внешним ЭМП в рабочей зоне может автоматизироваться [6,7, 12].

Список использованной литературы

1. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин [и др.] ; под ред. Е.А. Пучина. – М. : УМЦ «Триада», 2006. Ч. I. – 348 с.
3. Обработка упрочненных поверхностей в машиностроении и ремонтном производстве : учеб. пособие / С.И. Богодухов [и др.]. – М : Машиностроение, 2005. – 256 с.
4. Пустовойт, С.В. Совершенствование дуговой сварки электромагнитными методами / С.В. Пустовойт, Г.И. Лесков // Автоматическая сварка. – 2000. – № 1. – С. 39–42.
5. Рыжов, Р.Н. Применение шестиполюсной электромагнитной системы для управления параметрами формирования швов при сварке неплавящимся электродом / Р.Н. Рыжов, В.Д. Кузнецов, А.В. Малышев // Автоматическая сварка. – 2004. – № 2. – С. 45–49.

6. Сидоренко, С.М. Распределение индукции управляющего продольного магнитного поля при сварке тавровых соединений / С.М. Сидоренко, А.Д. Размышляев, В.Р. Маевский // Автоматическая сварка. – 2002. – № 9. – С. 48–50.
7. Расчет индуктора с магнитопроводом для нагрева плоских поверхностей / А.С. Письменный [и др.] // Автоматическая сварка. – 2000. – № 11. – С. 39–43.
8. Коротких, В.М. Управляемые энергоэффективные технологии плазменного напыления защитных покрытий сельскохозяйственного назначения / В.М. Коротких // Технологии и средства сельского хозяйства. – 2011. – № 8. – С. 83–87.
9. Поверхностное упрочнение стальных деталей сжатой электрической дугой / А.Е. Михеев и [др.] // Сварочное производство. – 2003. – № 2. – С. 24–27.
10. Юнусбаев, Н.М. Восстановление автотракторных деталей электроконтактной приваркой порошковых материалов в магнитном поле : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.М. Юнусбаев ; ФГОУ БашГАУ. – Уфа, 2006. – 6 с.
11. Электроэрозионные процессы на электродах и микроструктурно-фазовый состав легированного слоя / И.И. Сафронов [и др.] ; под ред. Н.Н. Дорожкина. – Кишинев : Штиница, 1999. – 591 с.
12. Иванов, Н.И. Интенсификация процесса ЭЭО постоянными и пульсирующими магнитными полями / Н.И. Иванов, В.В. Мартынов, Б.Н. Лукичев // Электрохимические и электрофизические методы обработки материалов: сб. науч. трудов. – Тула : ТГТУ, 1991. – С. 94–100.
13. Горохова, М.Н. Повышение эффективности комбинированного способа восстановления деталей ферромагнитными порошками : автореф. дис. ... докт. техн. наук / М.Н. Горохова ; ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – Москва, 2013. – 31 с.
14. Пулька, Ч.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники (обзор) / Ч.В. Пулька // Автоматическая сварка. – 2003. – № 8. – С. 36–41.
15. Поляк, М.С. Технология упрочнения: в 2-х т. / М.С. Поляк. – М. : Л. В. М. - СКРИПТ, «Машиностроение», 1995. – Т. 1. Технологические методы упрочнения. – 832 с.
16. Уманский, В.Б. Новые способы упрочнения деталей машин : справ. пособие / В.Б. Уманский, Л.К. Маняк. – Донецк : Донбасс, 1990. – 144 с.

Summary. The conducted analysis of methods of strengthening and restoration shows the expediency of using an external electromagnetic field in the working area. It is caused by stabilization of processes without contact of devices by introducing an external magnetic field into the working area..

УДК 664.784.6;636.085

Рогальская Ю.Н., научный сотрудник;
Бернацкая Д.В.

РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ДЛЯ СКАРМЛИВАНИЯ КРС

Аннотация. Проблема повышения эффективности использования отходов сельскохозяйственного производства состоит в том, что в необработанном