

машин и механизмов. Такая технология наплавки за счёт легирования наплавленного слоя и формирования высококачественной микроструктуры повышает прочностные характеристики металла в 2...3 раза, увеличивает твердость поверхности на 20...25%, повышает циклическую долговечность в 2...3 раза, снижает интенсивность изнашивания металла поверхностей трения деталей машин и механизмов. Применение новых упрочняющих композиционных составов металлопокрытий, и прогрессивных передовых технологий их нанесения на тяжело нагруженные поверхности деталей, позволяют существенно повысить качество узлов и механизмов, что обеспечивает более высокий уровень качества и надёжности машин и технологического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелег В.К. Легирование трибоповерхностей деталей машин металлопорошками износостойких сплавов электродуговой наплавкой с ультразвуковой обработкой. / Шелег В.К., Спиридонов Н.В., Кудина А.В., Кураш В.В. // «МАШИНОСТРОЕНИЕ» Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Выпуск 28. Мн.: БНТУ, 2014г. - С. 88 -94.
2. Спиридонов Н.В. Влияние лазерной обработки на структурно-фазовый состав напыленных Ni-Cr-B-Si покрытий /. Спиридонов Н.В., Сокоров И.О., Кудина А.В. // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2007. – №3. – С.22 – 25.
3. Кураш В.В. Композиционный состав для электродуговой наплавки износ-коррозионностойкого покрытия : пат. № 15167 Республика Беларусь, С1, 2011.12.30, МПК В23К 9/04 (2006.01) / Кураш В.В., Лисай Н.К., Кудина А.В.; заявитель – УО «БГАТУ». – а 20100419, заявлено 2010.03.18; зарегистрировано в Госреестре изобретений 2011.08.11.
4. Кураш В.В. Способ нанесения на поверхность детали легированного мелкозернистого металлопокрытия : пат. № 16225 Республика Беларусь, С1, 2012.08.30, МПК В23К 9/04 (2006.01) / Кураш В.В., Спиридонов Н.В., Кудина А.В.; заявитель – УО «БГАТУ». – а 20100538, заявлено 2010.04.09; зарегистрировано в Госреестре изобретений 2012.05.11.
5. Кудина А.В. Технология формирования износ-коррозион-нстойких композиционных металлопокрытий электродуговой наплавкой с применением ультразвука // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 – Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки., Мн.: изд-во БНТУ, 2009. - 22 с.
6. Кураш В.В.. Исследование интенсивности изнашивания нового состава износ-коррозионностойкого металлопокрытия для трибоповерхностей деталей машин. /В.В.Кураш, А.В.Кудина, Ю.Т.Антонишин,А.В.Кривицкий // Агропанорама. Мн.: изд-во УО БГАТУ, 2012г. № 5. - С.13 - 17.

УДК 621.793

Мрочек Ж.А., Миранович А.В.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКИ

Белорусский национальный технический университет

Белорусский государственный аграрный технический университет

Минск, Беларусь

Представлены результаты исследования износостойкости дисков сошника сеялки, упрочненных электромагнитной наплавкой с применением паст.

Известно [1], что рабочие поверхности деталей сельскохозяйственной техники упрочняют способами, основанными на использовании концентрированных потоков энергии (плазменная, индукционная, лазерная наплавки, и др.). Одним из таких способов является электромагнитная наплавка (ЭМН) композиционными ферромагнитными порошками (ФМП), которая обладает такими достоинствами, как отсутствие специальной предварительной подготовки поверхности детали, незначительная зона термического влияния и высокая прочность сцепления

покрытия с основным материалом детали. Вместе с тем, известные устройства ЭМН не в полной мере обеспечивают точное регулирование расхода ФМП в составе смазочно-охлаждающей жидкости и надежную защиту расплава порошка от воздействия окружающей среды [1, 2].

С целью расширения технологических возможностей и стабилизации процесса ЭМН предложена схема и разработано устройство для нанесения износостойких покрытий на плоские поверхности [2]. В данной схеме в качестве упрочняющего материала применяется специальная паста, представляющая собой смесь ФМП и связующего компонента. При этом стабилизация процесса ЭМН обеспечивается разомкнутой конструкцией магнитной системой на основе постоянного магнита Е-образной формы из сплава ЮНДК24Т ГОСТ 17809-72 с расположением одноименных полюсов под углом 90°, а также оптимальными значениями геометрических размеров магнита (длиной) $L_m = 125$ мм и (шириной) $R_m = 36$ мм [2, 3].

Применение пасты для ЭМН обусловлено следующими преимуществами: защитой расплава ФМП в рабочей зоне от воздействия окружающей среды; точным дозированием расхода ФМП; легированием наплавленного слоя необходимыми компонентами. В качестве связующего для пасты применяются два состава: состав №1 – эпоксидная смола ЭДП (ТУ 2395-001-49582674-99), растворенная в органическом растворителе марки 646 (ГОСТ 18188-72), и состав №2 – эпоксидная смола ЭДП, растворенная в жидком стекле (ТО РБ 02974150 – 015 – 99). Связующие этих составов применяются при изготовлении паст, включающих порошок на основе железа и хрома в качестве легирующего элемента (Fe-6,5%Cr).

Для определения оптимального состава пасты проведены экспериментальные исследования на образцах из стали 45 ГОСТ 1050-88, представляющих собой пластины с размерами 265×100×7. Образцы подвергали нормализации и обрабатывали до шероховатости поверхности $R_a = 12,5$ мкм. Наплавку производили устройством с магнитной системой на постоянном магните при следующем режиме: сила технологического тока 100 А, величина магнитной индукции 0,7 Тл, рабочий зазор 2,0 мм, частота вращения оправки 30 об/мин, скорость подачи обрабатываемого изделия 15 мм/мин. В результате проведенных экспериментальных исследований получены покрытия с характеристиками, приведенными в таблице.

Таблица

Характеристики покрытий, полученных ЭМН

Паста	Микротвёрдость, ГПа	Толщина упрочненного слоя, мм	Пористость покрытий, %
Состав №1	11,0	0,45	14,5
Состав №2	13,5	0,60	12,0

С целью проверки эффективности нанесения пасты состава №2 проведены сравнительные испытания износостойкости дисков сошника сеялки пневматической универсальной модели СПУ-6. Сравнивали диски, изготовленные по типовой технологии и технологии с упрочнением пастой.

На поверхность, обратной заточке, дисков наносили покрытие толщиной 0,4 – 0,6 мм и шириной 10 мм устройством для ЭМН с магнитной системой на постоянном магните на оптимальном режиме [2, 3].

Испытывали две партии дисков в количестве 24 штук в каждой. Испытания проводились на среднесуглинистых почвах с твердостью 0,6 – 0,9 МПа, влажностью 18 – 20%, при глубине хода сошников 40 – 60 мм, усилие нажатия пружины нажимных штанг 80 кг и рабочей скорости 12 км/ч. Нарботка сошников составила 450 га.

В процессе испытаний установлено, что интенсивность изнашивания дисков сеялки, изготовленных по типовой технологии и упрочняющей технологии с применением ЭМН пасты состава №2 составила соответственно: 1,2 – 1,7 мм/100 га и 0,7 – 1,0 мм/100 га. Для каждой партии была определена дисперсия параметра износа дисков сошника. Анализ результатов сравнительных испытаний показал, что дисперсии партий по параметру линейного износа дисков серийных и упрочненных составили соответственно 12% и 6%. Разброс экспериментальных данных для ЭМН свидетельствует о том, что процесс нанесения покрытий является стабильным.

Установлено, что покрытие, полученное нанесением пасты в постоянном магнитном поле, позволяет увеличить износостойкость дисков сошника в 1,5 раза по сравнению с дисками, изготовленными по типовой технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
3. Мрочек, Ж.А. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, А.В. Миранович // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 75–84.

УДК 621.793

Мрочек Ж.А., Миранович А. В., Макаревич С.С.

ФОРМИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ «ПОКРЫТИЕ – ОСНОВА» ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКЕ НА ПЛОСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Белорусский национальный технический университет

Белорусский государственный аграрный технический университет

Белорусский государственный технологический университет

Минск, Республика Беларусь

В статье представлены физико-математическая модель определения остаточных напряжений в системе покрытие-основа при ЭМН порошков на плоские поверхности деталей и результаты численных исследований влияния теплонапряженности процесса и химического состава порошков на величину остаточных напряжений. Численные исследования проверены экспериментально рентгеноструктурным анализом.

В результате исследований установлено, что при ЭМН в покрытиях формируются растягивающие тангенциальные и сжимающие радиальные напряжения, в основе – сжимающие тангенциальные и радиальные. Увеличение теплонапряженности процесса наплавки за счет повышения разрядного тока приводит к росту деформаций в системе покрытие-основа. При этом изменение разрядного тока от 100 до 150 А увеличивает остаточные напряжения в 1,5 ... 1,8 раза. По условию минимальных остаточных напряжений на границе раздела покрытие-основа наиболее благоприятными для эксплуатационных условий будут покрытия из порошка X18ФН2М, которые имеют наименьшие растягивающие остаточные напряжения в покрытии.

Практика эксплуатации землеобрабатывающих машин показывает, что в качестве рабочих органов в основном используют плоские детали (фасонные или сплошные диски сеялок и баран, лемеха и полевые доски плугов и др.). Для повышения износостойкости их рабочие поверхности упрочняют способами, использующими высокоинтенсивные источники энергии (плазменная, индукционная, лазерная наплавки и др.) [1, 2]. К ним относится и электромагнитная наплавка (ЭМН), позволяющая получить толщину покрытия 0,4 – 0,8 мм.

Известны две схемы ЭМН ферропорошка на плоские поверхности деталей машин [3]. При осуществлении наплавки по первой схеме (рисунок 1, а) в рабочий зазор вводится ферропорошок в составе смазочно-охлаждающей жидкости, а по второй (рисунок 1, б) – в составе пасты (смесь эпоксидной смолы и жидкого стекла). Оба варианта имеют свои преимущества и недостатки. Так, применение первой схемы приводит к уменьшению коэффициента использования ферропорошка (0,70 – 0,78), так как зерна ферропорошка при нанесении покрытий выбрасываются из рабочей зоны в результате действия гидродинамических сил при электрических разрядах. При этом значительно уменьшается тепловая нагрузка на полюсный наконечник, благодаря чему облегчаются условия (устойчивость, стабильность процесса ЭМН) и ресурс работы. В случае использования второй схемы требуется строго дозированная подача ферропорошка и пасты, что усложняет процесс ЭМН. Однако в процессе наплавки происходит на-