

**ФОРМИРОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ
ПУТЕМ СОВМЕЩЕНИЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
УПРОЧНЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТНОЙ
ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ**

Авторы: Д.Е. Афанасенко, аспирант; А.А. Косак, магистрант
Научный руководитель: А.В. Миранович, канд. техн. наук, доцент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Известно [1, 2], что недостатком практически всех металлических покрытий, полученных магнитно-электрическим упрочнением (МЭУ) на нежестких деталях, является наличие в них растягивающих остаточных напряжений, присутствие таких дефектов, как разнотолщинность, поры, несплошности [3, 4]. Исключение таких недостатков возможно посредством совмещения магнитно-электрического упрочнения с абразивной обработкой и их последующей поверхностной пневмовибродинамической обработкой (ПВДО), что позволяет одновременно обеспечить нанесение покрытий, смятие и сглаживание микронеровностей на поверхностях сформированных покрытий.

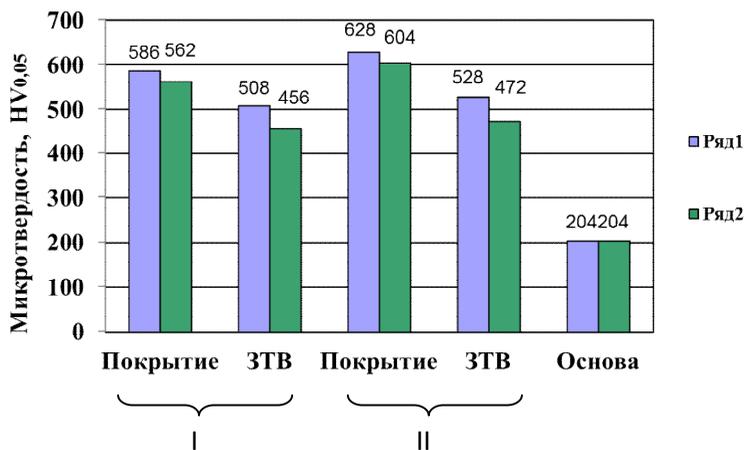
Целью исследований являлось изучение качественных характеристик покрытий, полученных комбинированным способом МЭУ и поверхностной пневмовибродинамической обработки.

Изучение качественных свойств покрытий, полученных последовательным нанесением паст, состоящих из композиционных ферромагнитных порошков (КМП) – ФБ-3 и Fe-2%V, а также связующего (эпоксидная смола ЭДП, растворенная в жидком стекле (ГО РБ 02974150–015–99), и их обработкой МЭУ с ПВДО на цилиндрические образцы из стали 45 (ГОСТ 1050-88).

Упрочнение поверхностей выполнялось на оптимальных режимах: МЭУ на установке модели УМЭУ-1 с одновременной обработкой формируемого покрытия режущим абразивным кругом [2, 4]; ПВДО – специальным инструментом с рабочими телами (шариками радиусом 3 мм) и подачей сжатого воздуха под давлением 0,1 МПа [3, 4]. Микротвердость определялась на приборе ПМТ-3М

по стандартной методике, толщина поверхностных слоев – по распределению микротвердости. Измерение шероховатости поверхности производилось на профилографе-профилометре Mitutoyo SJ-201P, объемной пористость покрытий – методом гидростатического взвешивания.

Установлено, что покрытия из КМП ФБ-3 и Fe-2%V, упрочненные МЭУ с ПВДО, по сравнению с МЭУ имеют более высокую плотность и однородность слоев с присутствующими более мелкими порами (менее 0,12 мкм) по границам зерен или ячеек, большую протяженность ЗТВ (более 430 мкм), менее выраженную поверхность раздела между покрытием и основой. Это подтверждается результатами исследований микротвердости покрытий. Так, установлено, что наибольшее значение средней микротвердости (рисунок) наблюдается у покрытий из КМП ФБ-3, полученных МЭУ с ПВДО, и составляет 628 HV_{0,05}, что на 7,8% больше микротвердости покрытий, полученных МЭУ (586 HV_{0,05}), и в 3,1 раза больше по сравнению с материалом основы (204 HV_{0,05}).



Ряд: 1 – КМП ФБ-3; 2 – КМП Fe-2%V ;

ЗТВ – зона термического влияния

Рисунок – Диаграмма результатов исследований микротвердости упрочненных поверхностей МЭУ (I), МЭУ с ПВДО (II)

Это связано, в первую очередь, вследствие образования малоуглеродистого мартенсита и наличия структурно-свободного δ -феррита, на участках, прилегающих к основе. На самой границе с основой со стороны покрытия образуется тонкий слой со структурой полной закалки, что связано с диффузией углерода из материала основы в жидкую фазу покрытия.

Результаты исследований (таблица) показывают, что МЭУ с ПВДО покрытий по сравнению с МЭУ при уменьшении средней их толщины на 10,4–12,2 %, позволяет повысить качество упрочненных поверхностей за счет снижения их объемной пористости в 1,4–1,7 раза, средней шероховатости по параметру Ra в 2,2–3,0 раза.

Таблица – Показатели качества упрочненных поверхностей

Материал КМП	Средняя толщина покрытий, мкм	Объемная пористость покрытий, %	Средняя шероховатость поверхности (Ra), мкм
Магнитно-электрическое упрочнение с обработкой абразивным кругом			
ФБ-3	288	3,9	3,1
Fe-2%V	272	3,4	2,4
Магнитно-электрическое упрочнение с обработкой абразивным кругом и пневмовибродинамическим инструментом			
ФБ-3	253	2,5	1,4
Fe-2%V	249	2,2	0,9

В результате выполненных исследований установлено:

1. ПВДО покрытий после МЭУ позволяет получить более высокую плотность и однородность слоев с присутствующими более мелкими порами (менее 0,1 мкм) по границам зерен или ячеек, большую протяженность ЗТВ (более 430 мкм), а также увеличить микротвердость покрытий на 7,8%.

2. Комбинированная магнитно-электрическая обработка поверхностей по сравнению с МЭУ позволяет повысить качество покрытий за счет уменьшения их объемной пористости в 1,4–1,7 раза и средней шероховатости поверхности по параметру Ra в 2,2–3,0 раза.

Список использованных источников

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
2. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
3. Кожуро, Л.М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л.М. Кожуро, Б.П. Чемисов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 232 с.
4. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТНОЙ ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Авторы: Д.Е. Афанасенко, аспирант; А.А. Косак, магистрант
Научный руководитель: А.В. Миранович, канд. техн. наук, доцент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Известно [1, 2], что металлические поверхности после последовательного проведения магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) композиционными ферромагнитными порошками (КМП) в составе пасты и последующей термомеханической обработки (ТМО), совмещенных в одной технологической схеме, не обладают такими требуемыми параметрами, как точность размеров, шероховатость поверхности. Поэтому упрочненные поверхности комбинированным способом МЭУ с ТМО на технологическом модуле комбинированной обработки подвергают механической обработке [3, 4].

При выборе режима упрочнения КМП Fe-2%V и ФБ-3 металлических поверхностей комбинированным способом, немаловажно оценить возможное влияние структуры на свойства материала по-