

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ УПРОЧНЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Л.М. Акулович, д-р техн.наук, профессор

В.П. Миклуш, канд.техн.наук, профессор

А.В. Миранович, канд.техн.наук

*(Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»,*

г. Минск, Республика Беларусь, (8017) 267-17-84,

e-mail: dekanatfts@yandex.ru, miron23@tut.by)

В.С. Герасимов, зав. лабораторией ФГБНУ ГОСНИТИ

(г. Москва, e-mail:rosagroserve@list.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы нанесения износостойких покрытий на металлические поверхности деталей автотракторной и сельскохозяйственной техники с использованием энергий электрического и магнитного полей.

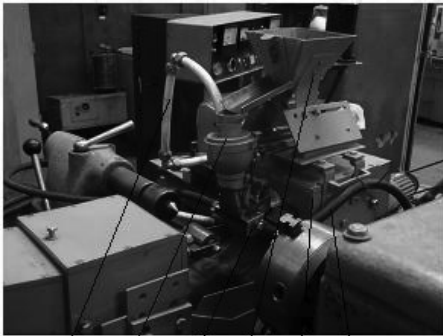
Ключевые слова: электромагнитная наплавка, электромагнитная система, композиционный ферромагнитный порошок, покрытие, износостойкость.

Одной из основных причин выхода из строя деталей автотракторной и сельскохозяйственной техники является износ их поверхностей до 0,6 мм, причем около 50% крупногабаритных деталей отбраковывают из-за износа их поверхностей до 0,1 мм (например, валы двигателей, коробок передач, задних мостов энергонасыщенных тракторов и грузовых автомобилей) [1]. Изношенные поверхности большинства таких деталей могут быть восстановлены применением современных технологий, к числу которых относятся способы упрочнения и восстановления, основанные на использовании концентрированных потоков электрической и магнитной энергий. К их числу относится и электромагнитная наплавка (ЭМН) композиционными ферромагнитными порошками (ФМП), обладающая такими достоинствами, как отсутствие специальной предварительной подготовки поверхности детали, незначительная зона термического влияния и высокая прочность сцепления покрытия с основным материалом детали. Однако существенным недостатком ЭМН является неравномерность и неоднородность покрытия по толщине, что не позволяет использовать ЭМН для восстановления геометрических размеров поверхностей, износ которых составляет более 0,15 мм [2].

Для устранения вышеперечисленных недостатков ранее были проведены теоретические и экспериментальные исследования, направленные на интенсификацию процесса упрочнения посредством разработки специальной электромагнитной системы (ЭМС) на основе постоянных магнитов (ПМ), обеспечивающей синхронизацию воздействий электрическими разрядами и внешним электромагнитным полем (ЭМП) на частицы ФМП и упрочняемую поверхность в рабочей зоне устройств ЭМН [3, 4]. Определено, что наибольшую стабильность процесса ЭМН обеспечивают ПМ из сплава ЮНДК24Т ГОСТ 17809-72 с величиной магнитной индукции $B=0,7$ Тл при рабочем зазоре 2,0 мм, ширине полюсного наконечника 5,7 мм и угле охвата $\alpha=12^\circ$ [4, 5]. В качестве ИТТ принят инверторный источник питания модели Invertec V270 T, обеспечивающий требуемую частоту, скважность

пульсаций технологического тока и минимальную нестабильность процесса ЭМН [5].

На основе проведенных исследований процесса ЭМН разработана и изготовлена установка модели УНП-1 (рис. 1), которая обеспечивает стабилизированные во времени технологические параметры режима нанесения износостойких покрытий [3, 5].



а

б

1 – трубопровод для подачи рабочей жидкости; 2 – смеситель; 3 – полюсный наконечник; 4 – бункер-дозатор; 5 – электромагнитный питатель; 6 – трубопровод для подачи охлаждающей жидкости наконечника; 7 – накатное устройство; 8 – деталь; 9 – сопло; 10 – трубопровод для отвода охлаждающей жидкости; 11 – сердечник магнита постоянного

Рис. 1. Фотографии установки ЭМН модели УНП 1

Известно [4, 6, 7], что на структуру наплавленного металла, соответственно и на эксплуатационные свойства поверхностей, оказывает влияние не только химический и фазовый составы материалов ФМП, но и технологические параметры ЭМН покрытий. Так, при изменении режима ЭМН меняются условия формирования покрытий, геометрические характеристики и химическая неоднородность наплавленного материала.

Следует отметить, что процесс изнашивания различных материалов покрытий, полученных ЭМН в постоянном магнитном поле, в условиях трения скольжения со смазочным материалом и смазочным материалом, загрязненным частицами абразива не исследован. В связи с этим были проведены экспериментальные исследования по выявлению влияния стабилизированных технологических параметров ЭМН на износостойкость покрытий из порошков различных составов.

Покрyтия из двухкомпонентного легированного порошка на основе железа Fe-2%V (ГОСТ 9849-86) и высокоуглеродистого порошкового сплава ФБХ-6-2 (ГОСТ 11546-75) наносили на цилиндрические нормализованные образцы из стали 45 ГОСТ 1050-88 с наружным диаметром 40 мм и высотой 12 мм на установке модели УНП-1. Режим наплавки варьировался в зависимости от материала, используемого ФМП в следующих пределах: плотность разрядного тока i – 1,9 А/мм²; подача ФМП q – от 0,32 до 0,39 г/сЧ

Таблица 1

Триботехнические характеристики покрытий, полученных ЭМН*

Материал	Параметр					
	Интенсивность изнашивания при трении скольжения, мкм/км		Момент трения скольжения $M_{тр}$, НЧ		Коэффициент трения скольжения, f	
	с маслом	с маслом и частицами абразива	с маслом	с маслом и частицами абразива	с маслом	с маслом и частицами абразива
Fe-2%V	2,1	3,2	0,72	0,84	0,10	0,12
ФБХ-6-2	1,7	2,4	0,65	0,78	0,09	0,11
Сталь 45 (эталон)	3,2	4,7	0,71	0,84	0,10	0,12

Условие проведения триботехнических испытаний: $P=2,5$ МПа; $n=750$ мин⁻¹; $T=293$ К.

Таблица 2

Интенсивность изнашивания контртела

Материал	Интенсивность изнашивания контртела, мкм/км	
	с маслом	с маслом и частицами абразива
Fe-2%V	2,5	3,5
ФБХ-6-2	2,8	3,7
Сталь 45 (эталон)	3,5	4,8

Установлено, что в различных условиях изнашивания при трении скольжения наибольшей износостойкостью обладают покрытия из ферромагнитного порошка ФБХ-6-2 (рис. 2). Так, износостойкость этих покрытий выше в 1,7-1,9 раза износостойкости эталона. Износостойкость покрытий из порошка Fe-2%V, по сравнению с эталоном, больше в 1,3–1,5 раза. Таким образом, в порядке убывания износостойкости покрытий последние можно расположить в следующей последовательности: ФБХ-6-2→Fe-2%V→сталь 45 (эталон).

Выявлено, что пара трения «покрытие из порошка Fe-2%V–чугун ХТВ» имеет большие момент и коэффициент трения скольжения со смазкой и смазкой, загрязненной частицами абразива. Следовательно, для пары трения, работающей при трении скольжения, следует использовать покрытия из ферромагнитного порошка ФБХ-6-2, а для неподвижных соединений лучшими будут покрытия из порошка Fe-2%V.

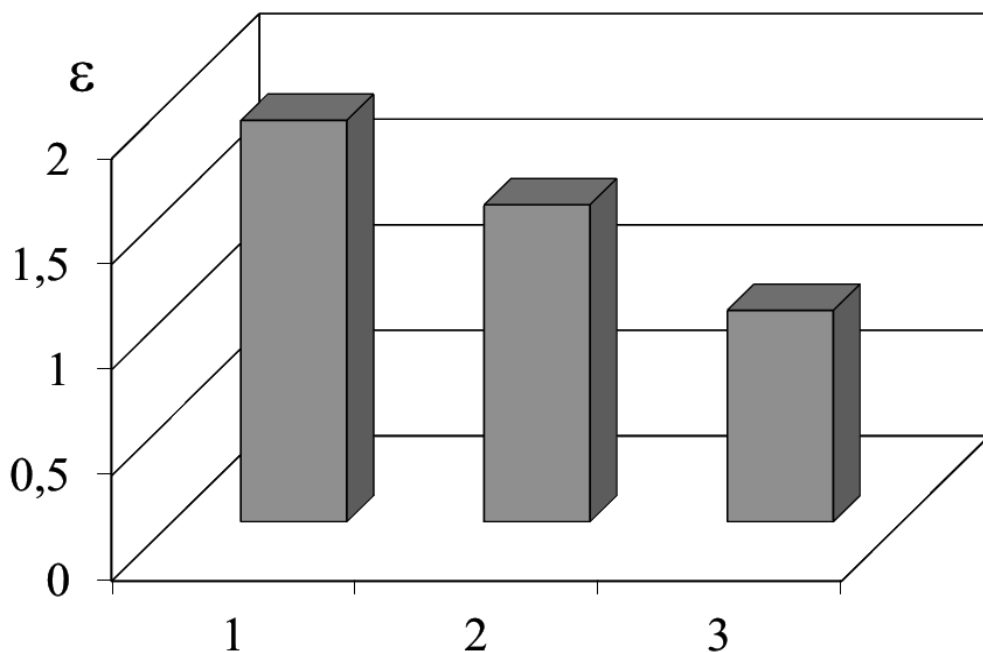


Рис. 2. Диаграммы относительной износостойкости ϵ покрытий из порошков ФБХ-6-2 (1), Fe-2%V (2) и эталона (3) и эталона в условиях трения скольжения со смазкой, загрязненной частицами абразива

Анализ результатов испытаний износостойкости покрытий показал, что разброс экспериментальных данных не превышает 7 %.

На основании полученных результатов исследований износостойкости покрытий, полученных ЭМН на установке модели УНП-1, можно сделать следующие выводы:

Электромагнитная система установки модели УНП-1 на основе постоянных магнитов стабилизирует технологические параметры процесса (силу технологического тока и магнитную индукцию в рабочей зоне), обеспечивает равномерность и однородность покрытий по толщине.

Установлено, что в различных условиях изнашивания при трении скольжения наибольшей износостойкостью обладают покрытия из ферромагнитного порошка ФБХ 6-2. В порядке убывания износостойкости покрытий последние можно расположить в следующей последовательности: ФБХ-6-2 → Fe-2%V → сталь 45 (эталон).

Литература

Миклуш В.П., Сайганов А.С. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.

Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. -Акулович Л.М., Миранович А.В. Повышение качества покрытий при электромагнитной наплавке в постоянном магнитном поле // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2008. – № 8. – С. 58 – 65.

Акулович Л.М., Миранович А.В. Влияние параметров технологического тока при электромагнитной наплавке на качество покрытий // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.- практ. конф. в 2 ч. Ч.1 / Под общей ред. И. Н. Шилов, Н. А. Лабушева. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 301 – 307.

Акулович Л.М., Миранович А.В., Ворошуха О.Н. Использование трансформаторных и инверторных источников технологического тока при электромагнитной наплавке // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. / Под ред. А. И. Свириденка и В. А. Бородули. – Гродно: ГрГУ, 2013. – С. 115 – 116.

Чичинадзе А.В. и др. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для техн. вузов / под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.

Икрамов, У.А. Расчетные методы оценки абразивного износа / У.А. Икрамов. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.

THE INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF SURFACES OF DETAILS OF AUTOMOTIVE AND AGRICULTURAL EQUIPMENT HARDENING IN ELECTROMAGNETIC FIELD

L. Akulovich, V. Miklush, A. Miranovich, V. Gerasimov

Annotation. *The article deals with the issues of wear resistant coatings on metalsurfacesofpartsofautomotiveandagriculturalmachineryusingenergyof electric and magnetic fields.*

Keywords: *electromagnetic fusion, electromagnetic system, composite ferromagnetic powder, a coating, wear resistance.*

References

1. Miklos V.P., Sayganov A.S. Organization of technical service in agroindustrial complex. – Minsk: ITC Finance, 2014. – 607 p.
2. The Presidium of L.M. Thermomechanical hardening of parts in the electromagnetic field. Polotsk: PSU, 1999. 240 p.
3. The Presidium of L. M., A. V. Miranovich improving the quality of coatings at electromagnetic surfacing in a constant magnetic field // Bulletin of PSU. Series V. Industry. Applied science. – 2008. – No. 8. – S. 58 – 65.
4. The Presidium of L. M., Miranovich A. V. Influence of parameters of technological current at electromagnetic surfacing on the quality of coatings // Modern problems of development of new technology, technology, organization of technical service in AIC : materials of Intern. scientific.- practical. Conf. in 2 hours part 1 / Under the General editorship of I. N. Shilo, N. A. Lebesheva. – Minsk: the Belarusian state agrotechnical University, 2014.– S. 301 – 307.
5. The Presidium Of L. M., A. V. Miranovich, Varosha O. N. The use of transformer and inverter power sources technology current at electromagnetic surfacing // Energy - and resource-saving ecologically clean technologies: proc. Dokl. IX Intern. scientific.-tech. Conf. Ed. by A. I. Sviridenko and V. A. Boroduli. – Grodno: Grsu, 2013. – S. 115 – 116.
6. Chichinadze A.V., fundamentals of tribology (friction, wear, lubrication) : textbook for technical. high schools / under the General editorship of A.V. Chichinadze. – 2nd ed. – M.: machinery engineering, 2001. – 664 p.
7. Ikramov, W.A., design methods of evaluation of abrasion / U.A. Ikramov. – M. : Mashinostroenie, 1987. – 288 p.