

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

С.А. Шишурин\*, Н.В. Сажин, Д.А. Бисиров

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»

\*E-mail: s.shishurin@gmail.com

**Аннотация:** В статье представлены результаты лабораторных исследований влияния нанодисперсных частиц на микротвердость и износостойкость композиционных гальванических покрытий на основе хрома. Установлено, что максимальной микротвердостью обладают покрытия, полученные при концентрации нанодисперсного порошка оксида алюминия в электролите 5 г/л. Износ образцов полученных с добавлением оксида алюминия в 1,4-1,8 раза меньше, чем износ образцов полученных с добавлением карбида вольфрама и в 2,0-2,5 раза меньше, чем износ образцов полученных без добавления нанодисперсных порошков.

**Ключевые слова:** микротвердость, износостойкость, хромирование, гальваническое покрытие.

Потеря работоспособности технических объектов – результат возникновения неисправностей их агрегатов. Основные причины этих неисправностей: изнашивание рабочих поверхностей, деформационное, усталостное, коррозионное разрушение и др. Для поддержания работоспособности технических объектов необходимо создавать на рабочих поверхностях ресурсопределяющих деталей твердые, износостойкие слои.

Одними из перспективных способов упрочнения деталей технических объектов были и остаются гальванические. Однако при всех своих достоинствах они имеют и существенные недостатки, поэтому в последние годы успешно развивается технология осаждения композиционных гальванических покрытий (КГП) [1-4]. Особенность такой технологии

заключается в том, что вместе с металлом из гальванической ванны на детали осаждаются дисперсные частицы. Включение дисперсных материалов в металлическую матрицу значительно изменяет свойства покрытий. Для машиностроительного и ремонтного производства наибольшее значение имеет КГП на основе хрома, так как оно является наиболее перспективным для создания твердых, износостойких и антифрикционных покрытий деталей технических объектов [3, 4].

Однако широкое внедрение КГП в производство сдерживается из-за ограниченности сведений по технологии нанесения, физико-механическим свойствам, структуре и износостойкости покрытий, отсутствия методов расчета и прогнозирования состава покрытий и т.д.

В связи с этим были проведены лабораторные исследования по определению влияния оказываемого дисперсными частицами  $Al_2O_3$  и  $WC$  на микротвердость и износостойкость гальванического покрытия хрома.

Покрытия наносились из стандартного электролита, в режиме твердого хромирования (температура электролита  $50\text{ }^{\circ}C$ ; плотность тока  $55\text{ A/дм}^2$ ). Микротвердость покрытий исследовалась на приборе ПМТ-3.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что максимальной микротвердостью ( $1400\text{ HV}$ ) обладают покрытия, полученные при концентрации нанодисперсного порошка  $Al_2O_3$  в электролите  $5\text{ г/л}$ . Максимальная микротвердость покрытий полученных при тех же условиях, но при добавлении в электролит нанодисперсного порошка  $WC$  составляет  $1180\text{ HV}$ .

Износостойкость покрытий определяли на машине трения МИ-1 по схеме вращающийся ролик (контртело) – неподвижная колодка с покрытием. Испытания проводились на чистом дизельном топливе и на дизельном топливе с добавлением кварцевого абразива с удельной поверхностью  $10500\text{ см}^2/\text{г}$  при концентрации  $3\pm 0,5\%$  по массе, согласно ГОСТ 23.224-86. Подача абразивно-масляной взвеси в зону трения осуществлялась из расчета  $0,2\pm 0,01\text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}$ . Продолжительность каждого опыта –  $6\text{ ч}$ , частота вращения вала

машины трения –  $300 \text{ мин}^{-1}$ , нагрузка на колодку – 650 Н. Образцы пар трения изготавливали из стали марки 30ХГСА. Перед проведением испытаний образцы пар трения прирабатывались в течение 4 ч на режимах основного испытания. Износ образцов определялся взвешиванием их на аналитических весах марки ВЛА-200М с точностью измерения  $1 \cdot 10^{-4}$  г.

В результате проведенных испытаний было установлено, что износ образцов полученных с добавлением нанодисперсного порошка  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в 1,4-1,8 раза меньше, чем износ образцов полученных с добавлением нанодисперсного порошка WC и в 2,0-2,5 раза меньше, чем износ образцов полученных без добавления нанодисперсных порошков.

Из вышеизложенного следует, что КПП на основе хрома с добавлением нанодисперсного порошка  $\text{Al}_2\text{O}_3$  является наиболее перспективным покрытием для повышения износостойкости деталей технических объектов и обеспечения их работоспособности.

### Список использованной литературы

1. Антропов Л.И., Лебединский Ю.Н.: Композиционные электрохимические покрытия и материалы: - К.: Техника, 1986. – 200 с.
2. Технологии нанесения нанокompозиционных гальванических покрытий для деталей сельскохозяйственной техники. Сафонов В.В., Шишурин С.А., Горбушин П.А., Добринский Э.К. Рекомендации по получению / Саратов, 2017. – 31 с.
3. Теоретические предпосылки повышения твердости гальванического покрытия железа, модифицированного наноразмерными частицами Сафонов В.В., Шишурин С.А., Горбушин П.А., Гурьев А.Е. В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. Сборник научных статей Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2017». 2017. – С. 356-360.
4. Effect of alumina nanoparticles on the structure and physicochemical properties of chromium coatings. Safonov V.V., Shishurin S.A., Semochkin V.S., Zakharevich A.M. Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2015. Т. 51. № 6. – С. 517-522.