

УДК 629.114

**В. И. АЛИМОВ** (д-р техн. наук, проф.), **В. Г. ТУКОВ**, **Р. О. НЕСТЕРОВ**  
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

## СВОЙСТВА ЦИНКОВЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С АРМИРУЮЩИМИ ЧАСТИЦАМИ

На цинковых гальванических покрытиях, армированных оксидами  $Cr_2O_3$ ,  $WO_3$ ,  $ZrO_2$ , установлено повышение износостойкости и усиление этого эффекта по мере увеличения пути истирания при соответствии качества цинковых покрытий по коррозионной стойкости ГОСТ 9311 и качества сцепления с основой ГОСТ 9302.

**цинковое покрытие, оксид, коррозия, гальваника, сталь, армирующие частицы**

Гальванические покрытия применяются в областях машиностроения, приборостроения, авиастроения и т.п.; их применение обеспечивает коррозионную стойкость, износостойкость, декоративные и другие эксплуатационные свойства изделий [1].

Примерно с 60-х годов XX века начали изучать композиционные покрытия; наибольший интерес представляют армированные гальванические покрытия. Как указывает Сайфуллин Р.С. [2], преимущества данного способа нанесения композиционного покрытия, по сравнению с методами порошковой металлургии или высокотемпературного и плазменного напыления заключаются в следующем:

- покрытия получают на поверхности изделия с заданной толщиной;
- нет необходимости в дальнейшей термической и механической обработке;
- полученные материалы компактны и почти не имеют пор;
- электрохимическое нанесение покрытий экономически выгодно.

Применение электролитических армированных покрытий позволяет устранить недостатки, свойственные покрытиям, полученным при классическом электролитическом осаждении. Об этом свидетельствуют многие работы; армированием электролитических покрытий повышается коррозионная стойкость [3], способность к работе в условиях длительного воздействия высоких температур [4,5], устраняется пористость, повышаются ан-

तिकоррозионные свойства, микротвёрдость и износостойкость [6, 7, 8] и т.п.

Одним из направлений в изучении возможностей повышения эксплуатационных свойств изделий является проблема повышения износостойкости цинковых гальванических покрытий.

Цинковые покрытия хорошо защищают металл основы от коррозии, но их недостатком является низкая износостойкость, которая чрезвычайно важна для таких изделий как, например, грузовые и грузопассажирские канаты, оцинкованные трубы, металлические настилы и т.п. Повышение износостойкости с одновременным сохранением коррозионной стойкости позволит повысить срок службы подобных изделий.

Целью настоящей работы является изучение изменений износостойкости цинкового гальванического покрытия при армировании его мелкодисперсными порошками оксидов.

В качестве армирующих добавок были взяты порошки оксидов хрома ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), вольфрама ( $\text{WO}_3$ ) и циркония ( $\text{ZrO}_2$ ) с дисперсностью частиц 1-2 мкм. Выбор этих оксидов не случаен, так как они обладают высокой микротвёрдостью, модулем Юнга и не растворяются в воде [9, 10, 11] (таблица).

Таблица – Свойства оксидов для армированных цинковых покрытий

Оксид	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура плавления, °С	Дисперсность порошка, мкм	Модуль Юнга, ГПа	Растворимость 1г безводного оксида на 100г	
					Вода	Другие растворители
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	5,21	2335	1-2	397,31	не растворяется	мало растворяется
$\text{WO}_3$	7,16	1473	1-2	данные в литературе отсутствуют	не растворяется	реагирует с HF, горячими щелочами
$\text{ZrO}_2$	5,68	2700	1-2	185,41	не растворяется	реагирует с HF, щелочами, $\text{H}_2\text{SO}_4$

Цинковые гальванические покрытия наносили на пластинки из низкоуглеродистой стали по следующей технологии: механическая очистка поверхности изделия – шлифовка; обезжиривание в растворе соды в горячей воде; промывка в холодной воде; травление в 150-300 г/л растворе соляной кислоты; промывка в холодной воде; загрузка изделий в ванну с базовым электролитом; нанесение покрытия; промывка в холодной воде; пассивация; промывка в холодной воде; сушка при температуре не более 60°C.

Для армирования покрытий в готовый электролит добавляли порошок одного из оксидов в количестве 10 г/л. Для избежания осаждения порошка его поддерживали во временном состоянии при помощи механического перемешивания.

Все покрытия получали из электролита с одинаковым химическим составом: 15-20 г/л оксида цинка, 20-25 г/л борной кислоты, 220-280 г/л хлористого аммония, 2-4 г/л мездрового клея.

При образовании армированного покрытия при электролизе суспензии реализуется следующий механизм: контакт частиц с поверхностью катода; задержка частиц на этой поверхности; зарастание мелкодисперсной фазы, которая контактирует с поверхностью катода, материалом матрицы [1].

Исследование образцов на установке САМЕВАХ, модульной системы для растровой электронной микроскопии и электронно-зондового микроанализа подтвердили наличие частиц мелкодисперсной фазы в полученных армированных покрытиях.

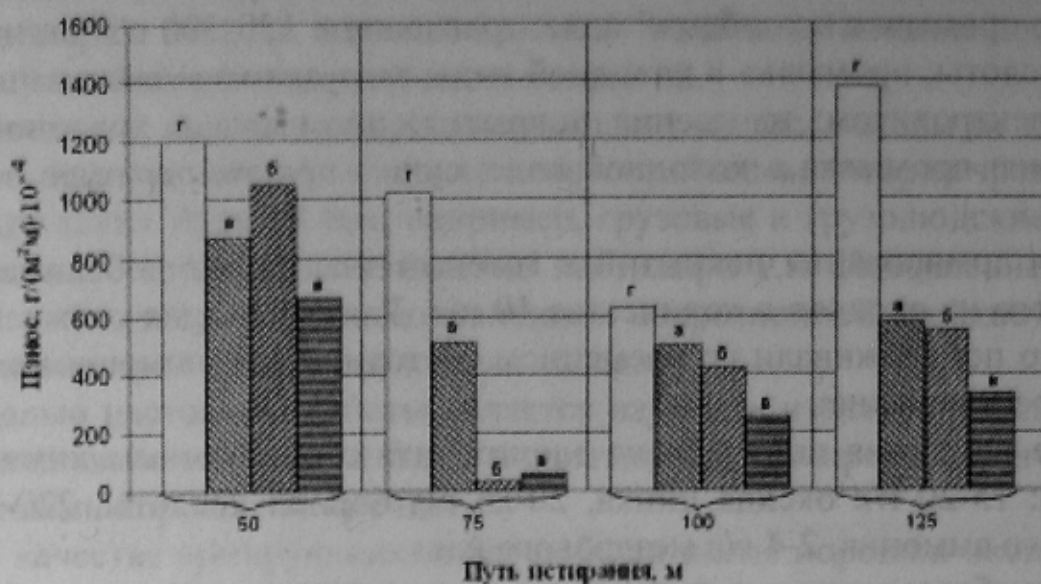
Испытания на износ проводили по следующей схеме. В установку для механического износа [12] загружали мокрый песок, который служил средой для испытания. Образцы перед испытаниями взвешивали на весах ВЛА-200, затем их истирали со скоростью вращения 1 об/с в течение 100 с. Путь перемещения образцов составлял 25 м. После этого образцы вынимали из установки, промывали и сушили в лабораторной печи при температуре 100°C в течение 2 мин. По окончании сушки образцы вынимали из печи и охлаждали до комнатной температуры. После этого образцы взвешивали и опять помещали в установку.

Данные по износу показали, что образцы с армированными покрытиями имеют износостойкость выше, чем образцы с цинковым покрытием, полученным по традиционной технологии (рисунок).

Для определения коррозионной стойкости покрытий проводили испытания образцов в соляном тумане. Все покрытия по уровню коррозионной стойкости соответствовали ГОСТ 9311-87.

Результаты испытания образцов на качество сцепления покрытий с поверхностью показали, что в соответствии с ГОСТ 9302-88 все образцы

имеют хорошее сцепление с подложкой: после испытаний не обнаружено отслоений покрытий.



Образцы с армированием цинкового покрытия:  
а – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, б – WO<sub>3</sub>, в – ZrO<sub>2</sub>, г – без армирования.

**Рисунок** – Зависимость изменения средней скорости изменения массы образцов от армирования и пути износа.

### Выводы

1. Введение армирующих добавок повышает износостойкость цинковых гальванических покрытий и не ухудшает коррозионную стойкость, а также прочность сцепления цинкового покрытия с подложкой.
2. Наиболее высокая износостойкость характерна для покрытия, армированного ZrO<sub>2</sub>.
3. По мере увеличения пути (длительности) истирания эффект повышения износостойкости под влиянием армирования увеличивается.

### Список литературы

1. Ажогин Ф.Ф. Гальванотехника. Справочник. – М: Металлургия, 1987. – 735 с.
2. Сайфуллин Р.С. Композиционные покрытия и материалы. – М: Химия, 1977. – 272 с.
3. Кузнецова Е.В. Электроосаждение никеля, модифицированного полимером / Журнал прикладной химии. – 1993. – Т.66, – № 5. – С. 1155 – 1158.

4. Нагирный В.М., Апостолова Р.Д. Исследование термостойкости электролитических композиций на основе никеля / Журнал прикладной химии. – 1989. – Т.66. – № 10. – С. 2364 – 2366.
  5. Бабанова Ж.И., Сидельникова С.П., Гурьянов Г.В., Шайдулин А.М., Перельдин Г.И. Жаропрочность электрохимических композиционных покрытий с различной дисперсной фазой / Электронная обработка материалов №2, 1989. – С. 50 – 51.
  6. Kuns Helitu, Esih Ivan. Properties of electroplated composite coatings / 11th Int. Corros. Congr. innov. and Technol. Transfer Corros. Confr., Florence, 2-6 Apr., 1990. Vol 2 / As soc. Nat. Net. – Milan, [1990] v – P. 223 – 230. – Англ.
- РЖ «Коррозия и защита от коррозии» №7, 1990. – 7.66.365.
7. Композиционные покрытия Ni – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Условия получения и свойства // Повшт. Ocht. – 1989. – № 1–2. – С. 30 – 34.
- РЖ «Коррозия и защита от коррозии» №5, 1990. – 5.66.469.
8. Полякова В.М., Дейнега Ю.Ф. Применение металлополимерных покрытий для защиты изделий от коррозии / Технология и организация производства №1, 1990. – С. 48 – 50.
  9. Ефимов Т.И. и др. Свойства неорганических соединений: Справочник. – Х.: Химия, 1983. – 392 с.
  10. Бабаев Н.А., Бабушкина А.М. и др. Физические величины: Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Нейнова – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
  11. Францевич И.Н., Воронов Ф.Ф., Бакута С.В. Упругие постоянные и модули упругости металлов и неметаллов. Справочник / Под ред. И.Н. Францевича. – Киев: Наукова думка, 1982. – 286 с.
  12. Алімов В.І., Штихно А.П., Афанас'єва М.В. Патент № 17644. Пристрій для випробувань на корозійно-абразивний знос. G01N3/56. G01N17/00. Опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006р.

Надійшла до редколегії 15.05.2009.

**В. І. АЛІМОВ, В. Г. ТУКОВ,**

**Р. О. НЕСТЕРОВ**

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

**V. I. ALIMOV, V. G. TUKOV,**

**R. O. NESTEROV**

\* - SHSI «Donetsk national technical university»

**Властивості цинкових гальванічних покриттів з армуючими частками.** На цинкових гальванічних покриттях, армованих оксидами Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, встановлено підвищення зносостійкості.

**The properties of the zinc plating coatings with the reinforcement particles.** For zinc plating coatings, reinforced by oxides Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, an increase in the durability is found.

*цинкове покриття, оксид, корозія, гальваніка, сталь*

*zinc plating coatings, oxide, corrosion, steel*

© В. И. АЛИМОВ, В. Г. ТУКОВ, Р. О. НЕСТЕРОВ, 2009