

При пониженном содержании никеля (13-17 ат.%) покрытия имеют структуру ОЦК твердого раствора и повышенное значение микротвердости, равное 550 HV 0,05. Коэффициент трения покрытий Fe–Ni не зависит от содержания в них атомов Ni и составляет 0,8-0,9. Установлено, что покрытия Fe–Ni с ОЦК кристаллической решеткой, обладающие повышенными значениями микротвердости, характеризуются более высокой износостойкостью на стадиях приработки и установившегося изнашивания по сравнению с покрытием Fe₅₄Ni₄₆.

УДК 544.654.2:546.74

И.В. Антихович м.н.с., Н.М. Аблажей студ.,
А.А. Черник доц., канд. хим. наук,

И.М. Жарский проф., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ Ni-TiO₂

Никелевое покрытие широко используется в гальванической промышленности, так как имеет ряд ценных применений. Используется в качестве защитного и защитно-декоративного покрытия, подслоя под прочие металлы (серебро, золото, хром), взамен химического никелевого покрытия, а также металла-связки для соосаждения с порошками. При электрохимическом осаждении композиционных покрытий наблюдается значительное изменение физико-механических свойств. Широко исследованы свойства композиционных покрытий на основе никеля с включением нанокремниевых добавок. Показано [1], что можно значительно изменить свойства никеля: создать сверхтвердые материалы (твердость возрастает в 1,5-2 раза), улучшить физико-механические свойства, измельчить структуру осаждаемого металла. Установлено [2-4], что введение TiO₂ также значительно влияет на свойства никеля и приводит к изменению его морфологии и структуры.

Электроосаждение никеля при формировании композиционного покрытия в основном осуществляют из сульфатно-хлоридного электролита с добавкой борной кислоты (электролит типа Уоттса). Однако интерес представляет поиск электролитов способных давать качественные компактные толстослойные осадки при пониженной температуре. Достойной заменой электролиту Уоттса могут быть тартратные электролиты никелирования.

В настоящей работе представлены результаты исследований структуры и свойств композиционных никелевых покрытий в

присутствии диоксида титана, электроосажденных из кислых тарtratных электролитов при пониженной температуре.

Композиционные никелевые покрытия электрохимически осаждали из сульфатно-хлоридно-тарtratного электролита с содержанием, моль/дм³: Ni²⁺ 0,95, NaKC₄H₄O₆ – 0,46, C₃H₅(OH)₃ – 0,007, pH=2,6 – 4 при температуре 20-25°C. В качестве инертной фазы использовали TiO₂ (0,2-20 г/дм³). Для поддержания частиц во взвешенном состоянии при введении очередной порции частиц TiO₂ в электролит перед каждым электролизом осуществляли ультразвуковую обработку раствора. В ходе электролиза подавали сжатый воздух.

По данным сканирующей электронной микроскопией можно заключить, что при введении частиц диоксида титана в электролитическую ванну, границы никелевых зерен становятся более размытыми и уменьшаются в размере по сравнению с индивидуальными никелевыми осадками.

Микротвердость композиционного покрытия никель-TiO₂ растет по мере увеличения концентрации диоксида титана в электролите и составляет при содержании TiO₂ 2,35 %, 3,46 %, 4,68 %, 5,98 % соответственно 248, 315, 339, 417 кгс/мм², тогда как для покрытия без включения оксида составляет 215-235 кгс/мм². Наблюдающееся увеличение микротвердости может быть объяснено тем, что наночастицы TiO₂ равномерно внедряются в никелевую матрицу, являются центрами зарождения новой фазы и сдерживают рост кристалла. Этот эффект возрастает при увеличении содержания TiO₂ в покрытии, согласно чему можно ожидать улучшенных показателей по износу.

Коррозионные испытания проводились в потенциодинамическом режиме при скорости развертки 1 мВ/с в области потенциалов -400 – 400 мВ в 5 % H₂SO₄. Результаты коррозионных испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Коррозионные характеристики покрытий в 5 % H₂SO₄

Тип покрытия	Содержание TiO ₂	E _{корр} , мВ	I _{корр} , А/см ²
Ni	0	-552	1·10 ⁻³
Ni-TiO ₂	2,35	-510	9,4·10 ⁻⁴
Ni-TiO ₂	4,68	-481	5,6·10 ⁻⁴
Ni-TiO ₂	5,98	-390	3,2·10 ⁻⁴

Как видно из полученных данных, потенциал коррозии композиционных покрытий с включением диоксида титана, более положителен, чем у никелевого покрытия. Наименьший ток коррозии ($3,2 \cdot 10^{-4}$) и наиболее положительный потенциал (-390 мВ) наблюдается у композиционного покрытия с включением TiO_2 5,98 %. Авторы [4], связывают подобное поведение композиционных покрытий с двумя возможными причинами. Во-первых, с тем, что наночастицы TiO_2 , выступая физическим барьером для возникновения и развития дефектов коррозии, изменяют структуру и, таким образом, увеличивают коррозионную стойкость покрытия. Другим возможным объяснением может быть формирование при введении TiO_2 микрогальванических элементов, где TiO_2 вследствие более положительного потенциала играет роль катода, а никелевая матрица – анода, что приводит к облегчению анодной поляризации.

Таким образом, введение суспензии TiO_2 приводит к формированию более твердого, мелкозернистого и коррозионно-стойкого покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буркат Г.К., Горницкий И.В., Долматов В.Ю. Электроосаждение никеля в присутствии нанокремниевых добавок / Известия Санкт-Петербургского Государственного Технологического Института (Технического Университета). – 2011. – 37, №11. – Р. 97–99
2. Lajevardi S.A., Shahrabi T. Effects of pulse electrodeposition parameters on the properties of Ni– TiO_2 nanocomposite coatings / Applied Surface Science. – 2010. – 256, №22. – Р. 6775 – 6781
3. Siya Huang, Yawei Hu, Wei Pan Relationship between the structure and hydrophobic performance of Ni– TiO_2 nanocomposite coatings by electrodeposition / Surface & Coatings Technology. – 2011. – 205, №13-14. – Р. 3872–3876
4. Amir Sadeghi, R.A. Khosroshahi, Z. Sadeghian Morphological, mechanical, corrosion and hydrogen permeation characteristics of Ni-nano- TiO_2 composite coating compared to Ni electrodeposited on low carbon steel / Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2011. – №2. – Р. 90–96