

УДК: 541.124:542.952.6:547.313

А.В. Пянко А.В., ассист.; О.П. Бачко, студ.;  
П.Б. Кубрак, доц., канд. хим. наук;  
О.А. Алисиенок, доц., канд. хим. наук;  
А.А. Черник, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВА Sn-Ni**

В настоящее время потребность в улучшенных эксплуатационных характеристиках материалов увеличивается, что приводит к разработке новых нанокomпозиционных покрытий. Перспективным направлением в исследованиях является разработка и исследование материалов с исключительными физическими, химическими и функциональными свойствами. Одним из методов улучшения физико-химических, механических, биоцидных свойств покрытий является электрохимическое формирование композиционных покрытий.

Для придания металлической поверхности улучшенных физико-химических и механических свойств в качестве инертной фазы может выступать нанокomпозит  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$  [1], который широко используется в реакциях фотогидротации органических загрязнений и разложении модифицирующих микроорганизмов. В качестве металлической матрицы может использоваться сплав олово-никель. Данный сплав отличается высокой коррозионной стойкостью, привлекательным внешним видом, не вызывает раздражения при контакте с кожей человека. Области применения сплава олово-никель являются производство печатных плат, защитно-декоративное покрытие в для изделий из меди и стали.

Внедрение в его структуру нанокomпозиционного материала  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$  может способствовать повышению микротвердости, фотокаталитических и антибактериальных свойств металлической поверхности.

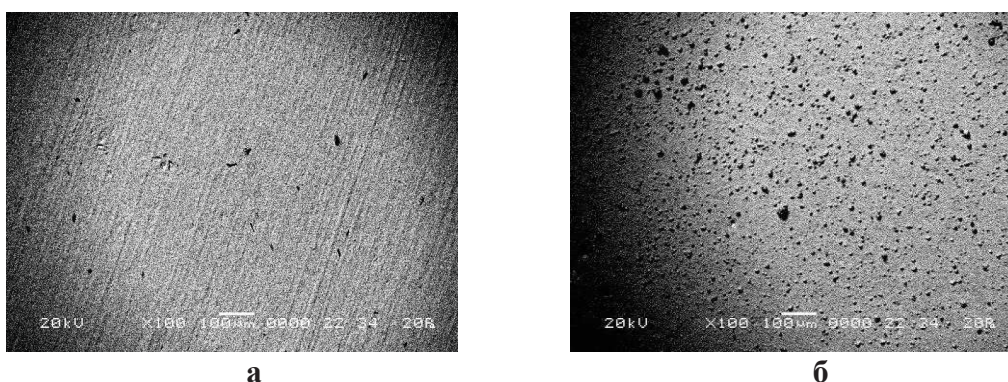
В качестве исследуемого электролита выбран фторид-хлоридный электролит из-за его низких рабочих значений. Оптимальными режимами электрохимического осаждения являлись:  $T = 70\text{--}75$  °C,  $\text{pH} = 2,5\text{--}3,0$ .

При исследовании кинетики осаждения композиционных покрытий на основе сплава олово-никель установлено, что формирование покрытия протекает с эффектом деполяризации. Повышение температуры электролита способствует снижению катодного перенапряжения. Установлено, что при увеличении концентрации нанокomпозита  $\text{SiO}_2\text{--}$

TiO<sub>2</sub> в электролите возрастают шероховатость и микротвердость формируемых композиционных покрытий.

Наиболее высокими значениями микротвердости обладали покрытия с введением SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> с концентрацией в электролите 6 г/л. Твердость таких покрытий составляла порядка 458 HV.

Увеличение шероховатости покрытий обусловлено внедрению более высокого количества наноразмерного диоксида титана в структуру покрытия, что согласуется с результатами элементного анализа. Наиболее высокое содержания TiO<sub>2</sub> в покрытии наблюдается для покрытий, осажденных из электролита с 6 г/л диоксида титана, и составляет 1,65 масс.%. При этом осажденные покрытия сплошные, беспористые, обладают высокими декоративными свойствами (рисунок 1).



**Рисунок 1 – СЭМ изображения композиционных электрохимических покрытий: а) Sn-Ni; б) Sn-Ni- SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> (6 г/л)**

Установлено, что при электрохимическом осаждении покрытия Sn-Ni- SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> с концентрацией нанокompозита 6 г/л (рисунок 6, б) на поверхности образцов образуются сфероиды диаметром 3 мкм. Это может свидетельствовать о включении SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>, вводимого в состав электролита, в структуру формируемых покрытий.

Таким образом, введение SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> в состав фторид-хлоридного электролита осаждения сплава олово-никель, позволяет сформировать композиционные покрытия, обладающие повышенной микротвердостью, хорошей адгезией к подложке, высокими декоративными свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pyanko, A.V. Tin-Nickel-Titania composite coatings / A.V. Pyanko, I.V. Makarova, D.S. Kharitonov et al. // Inorg. Materials. – 2019. – V. 55. Issue 6. – pp. 568–575.