

Липпинг Я.А., Касач А.А., Пянко А.В., Черник А.А.  
БГТУ, Минск, Республика Беларусь

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ Sn-Ni, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ TiO<sub>2</sub> И WO<sub>3</sub>**

Сплав Sn-Ni обладает совокупностью уникальных эксплуатационных свойств, такими как: высокая защитная способность, износостойкость, декоративный внешний вид. Кроме того, данный сплав, в отличие от никеля, является гипоаллергенным. Это делает перспективным применение данного сплава в промышленности и быту.

Для придания поверхности антибактериальных свойств в состав металлических покрытий вводятся фазы неметаллических включений, например TiO<sub>2</sub> [1]. Кроме TiO<sub>2</sub> антибактериальными свойствами обладают WO<sub>3</sub> и другие оксиды металлов.

Осаждение сплава Sn-Ni проводили в соответствии с методикой [2]. Для получения композиционных электрохимических покрытий Sn-Ni-WO<sub>3</sub> в электролит осаждения вводили WO<sub>3</sub> с фракцией 30-70 нм в количестве от 1 до 5 г/дм<sup>3</sup>. Композиционное электрохимическое покрытие Sn-Ni-TiO<sub>2</sub> электрохимически осаждали при введении в электролит TiO<sub>2</sub> в модификации анатаз с фракцией от 50 до 100 нм в количестве 10 г/дм<sup>3</sup>.

Осаждение КЭП Sn-Ni-TiO<sub>2</sub> проводили в при постоянном токе с выходом от 66% до 72%. При этом увеличение содержания TiO<sub>2</sub> в электролите приводит к смещению поляризационной кривой сплава в электроотрицательную область.

Структура и состав поверхности полученных образцов оценивали методами электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX) на сканирующем электронном микроскопе JSM 5610 LV с системой химического анализа EDX JED 2201 JEOL.

Установлено, что поверхность покрытия Sn-Ni-TiO<sub>2</sub> сформирована частицами сферической формы диаметром 3-4 мкм.

Данные РФА показывают, что в состав покрытия входят Sn, Ni, фазы интерметаллидов Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>, NiSn<sub>2</sub>, а также TiO<sub>2</sub> в виде фазы анатаза. При введении TiO<sub>2</sub> в электролит в количестве 10 г/дм<sup>3</sup> осаждаются композиционные электрохимические покрытия, содержащие от 3 до 4,5 масс.% TiO<sub>2</sub>.

Одним из эффективных приемов, влияющих на кинетику осаждения гальванических покрытий является применение ультразвукового поля. При катодной плотности тока  $1,0 \text{ А/дм}^2$  в фторид-хлоридном электролите с наложением УЗ поля мощностью  $40 \text{ Вт/дм}^3$  формируются покрытия Sn-Ni содержащие до 64,94 масс.% Sn, 27,66 масс.% Ni, 0,89 масс.% Ti и 6,51 масс.% C.

Покрытие сплавом Sn-Ni, полученного при катодной плотности тока  $1,0 \text{ А/дм}^2$ , характеризуется мелкозернистой и однородной микроструктурой и содержит до 65,94 масс.% Sn. При этом присутствие в электролите  $5 \text{ г/дм}^3$  частиц  $\text{WO}_3$  способствует уменьшению содержания Sn до 51,69 масс.% и приводит к формированию более крупнокристаллических покрытий, характеризующихся наличием глобуловидных кристаллитов, размер которых варьируется от 20 до 50 мкм. Наличие в составе покрытия Sn-Ni- $\text{WO}_3$  обусловлено инкорпорированием частиц армирующей фазы в матрицу сплава.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить влияние добавок наночастиц  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{WO}_3$  в фторидно-хлоридном электролите осаждеия сплава на состав и структуру формируемых электрохимических композиционных покрытий Sn-Ni- $\text{TiO}_2$  и Sn-Ni- $\text{WO}_3$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ha, H.T. Mechanical and corrosion resistance properties of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles reinforced Ni coating by electrodeposition / H.T.Ha, C.T.Anh, N.T.Ha and D.T.Cao // J. Phys.: Conf. Ser. 2009. V. 187, 012083
2. Пянко, А. В., Макарова, И. В., Харитонов, Д. С и др. Композиционное покрытие олово–никель–диоксид титана / А. В. Пянко [и др.] // Неорганические материалы. – 2019. – № 6. – С. 609–616.
3. Eleni Rosolymou, Stella Spanou, Caterina Zanella et al. Electrodeposition of photocatalytic Sn–Ni matrix composite coatings embedded with doped  $\text{TiO}_2$  Particles / Eleni Rosolymou [et al.]// J. Coatings. – 2020. – V. 10. – P. 775