

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

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ Sn-Ni-КОМПОЗИТ «SiO₂/TiO₂»

Электроосаждение сплавов металлов и композиционных покрытий на их основе являются одним из эффективных методов повышения качества гальванических покрытий. Совместное осаждение металлов позволит получать покрытия с более высокими декоративными и антикоррозионными свойствами, с более высокой износостойкостью и твердостью по сравнению с индивидуальными покрытиями теми же металлами.

Сплав олово-никель обладает рядом преимуществ перед многими гальваническими покрытиями, а именно: высокой антикоррозионной стойкостью во многих средах (NaCl, HCl, H₂SO₄ и HNO₃ (до 0,01 М)), повышенной твердостью и износостойкостью, высокой устойчивостью к потускнению, декоративностью, гипоаллергенностью [1].

Для придания металлической поверхности улучшенных физико-химических и механических свойств в качестве инертной фазы может выступать композит «ядро SiO₂/оболочка TiO₂» [1, 2], который широко используется в реакциях фотогидротации органических загрязнений и разложении модифицирующих микроорганизмов.

Внедрение композита «SiO₂/TiO₂» в состав покрытия позволит придать поверхности свойства антибактериальности по отношению к грамположительным и грамотрицательным штаммам бактерий.

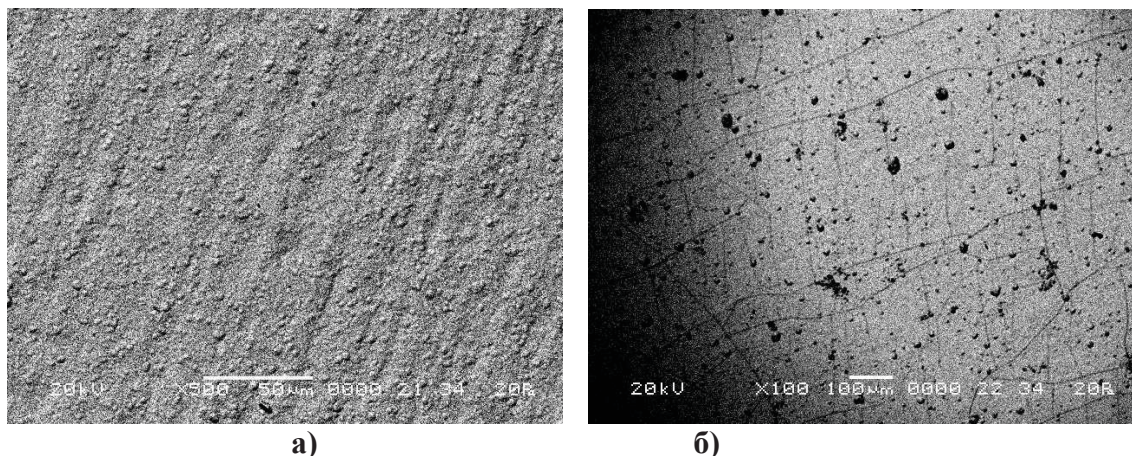
Таким образом исследование композиционного электрохимического покрытия Sn-Ni-композит «SiO₂/TiO₂» является актуальной задачей.

В качестве электролита осаждения сплава олово-никель использовали фторид-хлоридный электролит, который позволяет получать покрытия стабильного химического и фазового состава. Композит синтезировали по методике [3]. Оптимальными режимами осаждения являлись: T = 70–75°C; pH = 2,5–3, плотность тока – 1 А/дм². Толщина покрытий составляла 9 мкм.

Установлено, что формирование сплава олово-никель и композиционного покрытия на его основе протекает с эффектом деполяризации. Повышение температуры электролита способствует снижению

катодного перенапряжения.

По результатам сканирующей электронной микроскопии установлено, что покрытия являются беспористыми, равномерными (рисунок 1, а). Однако, повышение концентрации композита «SiO₂/TiO₂» до 6 г/дм³ приводит к охрупчиванию и растрескиванию покрытий (рисунок 1, б). Следует отметить, что трещины преимущественно образуются в местах включения частиц «SiO₂/TiO₂». Это может свидетельствовать об увеличении внутренних напряжений в покрытии.



а) б)
Рисунок 1 – СЭМ изображения электрохимических покрытий:
а – Sn-Ni; б – Sn-Ni-«SiO₂/TiO₂»

Установлено, что при увеличении концентрации (с 2 до 6 г/дм³) композита «SiO₂/TiO₂» в электролите возрастают шероховатость и микротвердость формируемых композиционных покрытий.

По результатам энерго-дисперсионного анализа установлено, что при увеличении концентрации композита «SiO₂/TiO₂» в электролите повышается его содержание в составе покрытий. При концентрации 6 г/дм³ композита в исследуемом электролите содержание TiO₂ составляет 1,65 масс.%. Диоксид кремния в составе покрытий не обнаружен.

Изучены коррозионные параметры композиционных электрохимических покрытий в среде 3% раствора NaCl. Установлено, что для покрытий, осажденных при содержании 6 г/дм³ в электролите «SiO₂/TiO₂», происходит увеличение тока коррозии. Это, предположительно, связано со значительным растрескиванием покрытий (рисунок 1, б).

Исследование антибактериальных свойств по отношению к *E. coli* ATCC 8739 и *St. aureus* ATCC 6538 позволило установить зависимость концентрации композита на выживаемость бактерий. Таким образом, при концентрации 6 г/дм³ композита в исследуемом электролите выживаемость бактерий *E. coli* ATCC 8739 сокращается в

3,1 раза, а для *St. aureus* ATCC 6538 в 4.2 раза.

Таким образом, исследовано влияние концентрации композита на физико-химические и механические свойства, определено влияние содержания композита на выживаемость бактерий. Установлено, что повышение концентрации «SiO₂/TiO₂» в составе раствора приводит к увеличению его содержания в составе покрытия.

При повышении концентрации более 4 г/дм³ происходит растрескивание покрытий, что значительно сказывается на параметрах коррозионного процесса. Выявлена зависимость выживаемости грамотрицательных и грамположительных бактерий на поверхности композиционного электрохимического покрытия от содержания «SiO₂/TiO₂».

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.

2. Пянко, А.В. Самоочищающиеся композиционные покрытия / А. В. Пянко, А. А. Черник, О. А. Алисиенок [и др.] // *Современные электрохимические технологии и оборудование : Материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 18–20 мая 2021 года*. – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2021. – С. 283-285.

3. Мурашкевич, А.Н. Синтез и свойства мезопористого композита на основе TiO₂ и SiO₂ / А.Н. Мурашкевич, А.С. Лавицкая, О.А. Алисиенок [и др.] // *Неорган. материалы*. – 2009. – Т. 45 (10). – С. 1.