

Полученные наностержни диоксида титана, модифицированные ионами никеля, охарактеризованы методами РФА, термоанализа, сканирующей электронной микроскопии, динамического светорассеяния и низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, циклической вольтамперометрии.

621.793

Н.Е. Акулич, асп.; К.Ю. Мурашко студ.;  
И.М. Жарский, проф., канд. хим. наук;  
Н.П. Иванова, доц., канд. хим. наук;  
БГТУ, г. Минск

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ХИМИЧЕСКИ ПАССИВИРОВАННЫХ В РАСТВОРЕ МОЛИБДАТА НАТРИЯ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ**

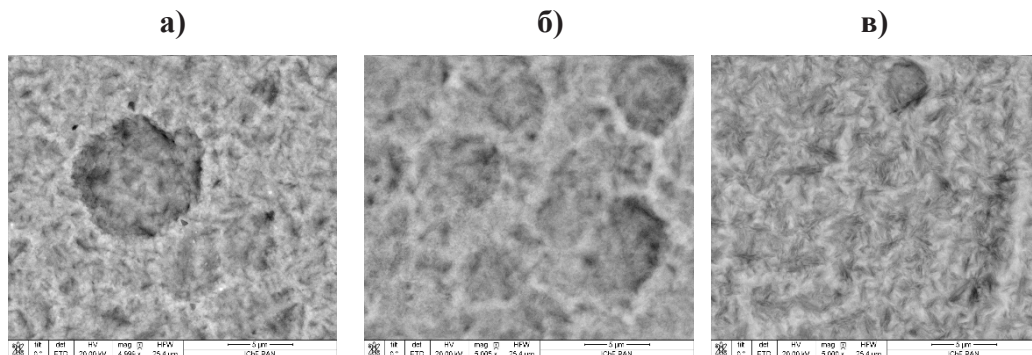
С целью замены растворов пассивации на основе хрома (VI) в работе изучен процесс химической пассивации гальванических цинковых покрытий в растворе молибдата натрия.

Кроме повышения коррозионной устойчивости цинковых поверхностей конверсионные покрытия на основе соединений молибдена имеют хорошую адгезию для последующих поверхностных защитных покрытий (краски или полимеры) [1, 2].

Образцы из конструкционной углеродистой качественной стали 08кп (0,05–0,12% С) покрывались гальваническим цинковым покрытием толщиной 9 мкм из аммонийно-хлоридного электролита. Образцы имели рабочую площадь поверхности 0,08 дм<sup>2</sup>.

Химическую пассивацию цинковых покрытий в растворе молибдата натрия с концентрацией 0,5 М проводили при температуре раствора 20 °С и времени 2 и 5 мин. Кислотность раствора доводили до значения рН 3 введением ортофосфорной кислоты.

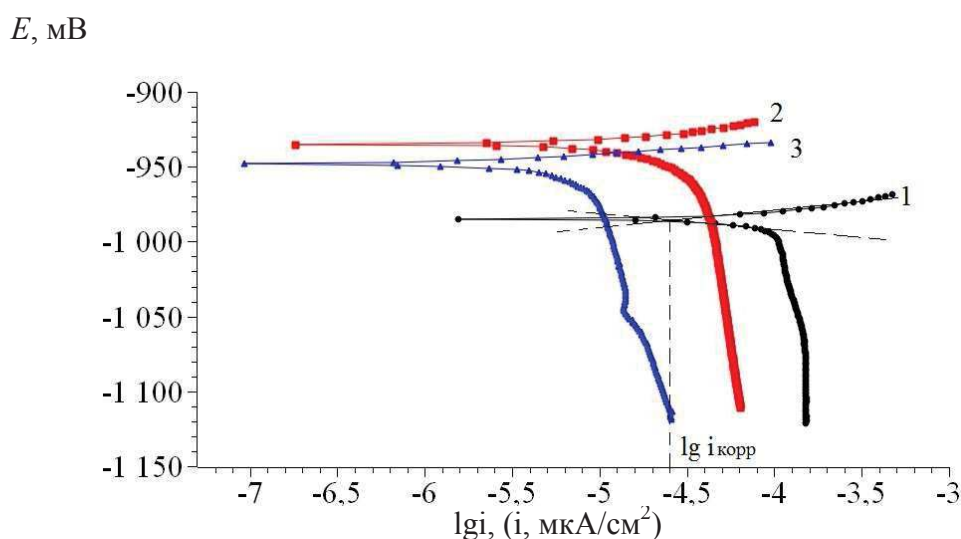
Полученные конверсионные покрытия являются кристаллическими без микротрещин (рис 1). Пассивация в течение 5 мин приводит к получению более равномерного по структуре конверсионного покрытия.



**Рисунок 1 – СЭМ-микрофотографии цинкового (а) и пассивированных цинковых покрытий в растворе молибдата натрия в течение 2 мин (б) и 5 мин (в)**

Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии установлено, что содержание молибдена в конверсионном покрытии находится в пределах 1,03-2,03%, фосфора 1-2%, кислорода 1,76-3,54%, остальное цинк.

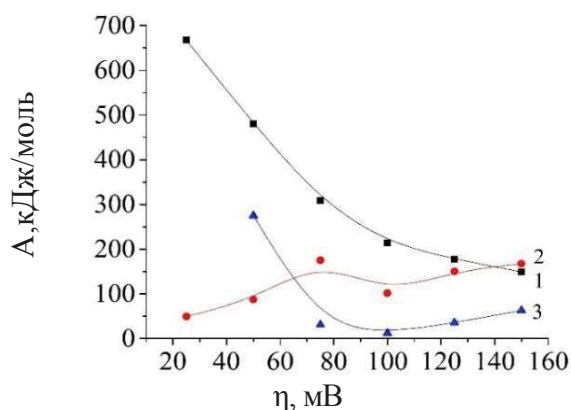
На рисунке 2 представлены поляризационные кривые, отражающие поведение электродов с цинковым и пассивированными цинковыми покрытиями в растворе молибдата натрия в 3 % растворе NaCl. С увеличением времени обработки в растворе пассивации бестоковый потенциал образцов с пассивированными покрытиями смещается в электроположительную сторону на 60–180 мВ по сравнению с потенциалом цинкового покрытия. Сдвиг потенциала в область более положительных значений свидетельствует о более высокой коррозионной стойкости пассивированного цинкового покрытия по сравнению с цинковым [3, 4].



**Рисунок 2 – Поляризационные кривые в 3 % растворе NaCl цинкового (1) и пассивированных в течение 2 мин (2) и 5 мин (3) цинковых покрытий.**

Ток коррозии пассивированного цинкового покрытия при пассивации в растворе молибдата натрия в течение 2 мин снижается в 2,8 раза, а при 5 мин – в 6,8 раза.

Определение энергии активации анодного процесса растворения цинкового и пассивированных цинковых покрытий проводили температурно-кинетическим методом (рис. 3) [5]. Значения эффективной энергии активации анодного растворения цинкового покрытия и пассивированного покрытия при 2 мин в 3 % NaCl, лежащие во всем интервале перенапряжений, указывают на замедленную электрохимическую стадию растворения цинка [5]. В области перенапряжений 75–125 мВ эффективная энергия активации цинкового покрытия, пассивированного при 5 мин, находится в пре-делах 18–20 кДж/моль, что характерно для диффузионной кинетики с замедлением стадии отвода катионов цинка от поверхности.



**Рисунок 3 – Зависимость эффективной энергии активации анодного процесса растворения цинкового (1) и пассивированных в течение 2 мин (2) и 5 мин (3) цинковых покрытий 3 % растворе NaCl.**

Таким образом, молибденовая пассивация цинковых покрытий при 20 °С и концентрации 0,5 моль/дм<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> обеспечивает высокие коррозионные свойства конверсионных покрытий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cho K. W., Rao V. S., Kwon H. Microstructure and Electrochemical Characterization of Trivalent Chromium Based Conversion Coating on Zinc // *Electrochimica Acta*. 2007. Vol. 52, № 13. P. 4449–4456.
2. Tomachuk C., Sarli A., Elsner C. Anti-Corrosion Performance of Cr+6-Free Passivating Layers Applied on electrogalvanized steel // *Mat. Sci. and Appl.* 2010. Vol. 1, № 4. P. 202–209.
3. Harvey J. Flitt, D. Paul Schweinsberg Synthesis, matching and deconstruction of polarization curves for the active corrosion of zinc in aerated near-neutral NaCl solutions // *Corrosion Science* 52 (2010) 1905–1914.

4. Akulich N. E., Zharskii I. M., Ivanova N. P. A Study of Conversion Coatings on Vanadium/Galvanic Zinc // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces 53 (2017) 503–510.

5. Жарский, И.М. Теоретическая электрохимия. Лабораторный практикум / И.М. Жарский, Н.Л. Смоляг, А.А. Черник. – Минск: БГТУ, 2011. – с. 101–104.

УДК 544.6

В.Н. Чувильдеев<sup>(1)</sup>, В.И. Копылов<sup>(1,2)</sup>, А.В. Нохрин<sup>(1)</sup>, П.В. Тряев<sup>(3)</sup>,  
Н.А. Козлова<sup>(1)</sup>, Н.Ю. Табачкова<sup>(4)</sup>, А.С. Михайлов<sup>(3)</sup>, А.В. Ершова<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603950, г. Нижний Новгород, Россия

<sup>(2)</sup> Физико-технический институт НАН Беларуси, 220141, Беларусь, г. Минск

<sup>(3)</sup> АО «ОКБМ Африкантов», 603074, г. Нижний Новгород, Россия

<sup>(4)</sup> НИТУ «МИСИС», 119049, г. Москва, Россия

## **ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРАНИЦ ЗЕРЕН НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА**

Целью работы является поиск путей формирования в титановых сплавах однородной термически стабильной субмикроструктурной (СМК) структуры с одновременно повышенной прочностью и коррозионной стойкостью, а также исследование влияния равноканального углового прессования (РКУП) на коррозионные свойства промышленного псевдо- $\alpha$  титанового сплава ПТ-3В (Ti-4Al-2V).

СМК структура в сплаве ПТ3В была сформирована методом РКУП при скорости 0.4 мм/с и температуре 450-475 °С. Средний размер зерна после N=4 циклов РКУП составляет 0.5 мкм. (В состоянии до РКУП – 25-30 мкм). Микротвердость СМК сплава составляет 3.1-3.3 ГПа и превосходит микротвердость сплава в исходном крупнокристаллическом состоянии (2.7 ГПа).

Электронно-микроскопические исследования показывают, что в структуре крупнокристаллического титанового сплава наблюдается два типа областей, отличающихся существенно различным размером зерна (см. рис. 1а).