

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

**Храменкова А.В., Яковенко А.А., Изварин А.И., Мощенко В.В., Финаева О.А.,
Арискина Д.Н.**

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М.И. Платова, г.Новочеркасск*

Ключевые слова: защитные покрытия, нестационарный электролиз, интерконнекторы, твердооксидные топливные элементы.

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследований по получению защитных покрытий на основе оксидных соединений переходных металлов (Mn, Co, Ni) на поверхности нержавеющей стали AISI 304 с использованием метода нестационарного электролиза. Приведены данные по изучению элементного состава и морфологии их поверхности.

PRODUCTION OF PROTECTIVE OXIDE COATINGS ON THE SURFACE OF STAINLESS STEEL

**Khramenkova A.V., Yakovenko A.A., Izvarin A.I., Moschenko V.V., Finaeva O.A.,
Ariskina D.N.**

M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

Keywords: protective coatings, non-stationary electrolysis, interconnectors, solid oxide fuel cells.

Abstract. Results of investigation on the production of protective coatings on the base of transition metal oxide compounds (Mn, Co, Ni) on the surface of AISI 304 stainless steel using the method of non-stationary electrolysis are presented in this paper. Date of element composition and morphology of their surface are studied.

В настоящее время одними из перспективных систем генерации электроэнергии в условиях Крайнего Севера могут служить твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ). Они характеризуются высокой эффективностью и экологичностью [1]. Однако существенным недостатком данных устройств, влияющим на их долговечность, является быстрая деградация их составных частей – интерконнекторов.

Для решения этой проблемы на поверхность интерконнекторов наносят защитные покрытия. Однако существующие методы их нанесения достаточно трудоемки и энергозатратны [2-6]. Поэтому весьма актуальным направлением исследований представляется разработка нового способа получения защитных покрытий для интерконнекторов ТОТЭ с целью продления срока их службы. Таким способом, позволяющим проводить формирование покрытий в одну стадию при низких значениях напряжения является метод нестационарного электролиза.

В данной работе формирование защитных покрытий проводили на предварительно подготовленной поверхности нержавеющей стали марки AISI 304 с использованием метода нестационарного электролиза. Электрохимической ячейкой служил стеклянный термостатированный

электролизер емкостью 200 мл, в который помещали рабочий электрод, противозлектрод, магнитную мешалку и термометр. В качестве рабочего электрода использовали макроэлектроды из нержавеющей стали AISI 304 30x20x2 мм (с обеих сторон). Основными компонентами электролита являлись: нитрат кобальта ($\text{CoNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$); сульфат марганца ($\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); хлорид никеля ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$); нитрат никеля ($\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$); борная кислота (H_3BO_3). Режимы электролиза были следующими: коэффициент асимметрии составил 1,25; температура 30°C ; pH 5, время нанесения 60 мин. Морфологию поверхности и элементный состав полученных защитных покрытий исследовали в ЦКП «Нанотехнологии» ЮРГПУ (НПИ) с использованием растрового электронного микроскопа Quanta 200 с системой рентгеновского микроанализа EDAX Genesis XVS 30 (FEI Company, США).

СЭМ – изображение поверхности полученного защитного покрытия представлено на рисунке 1.

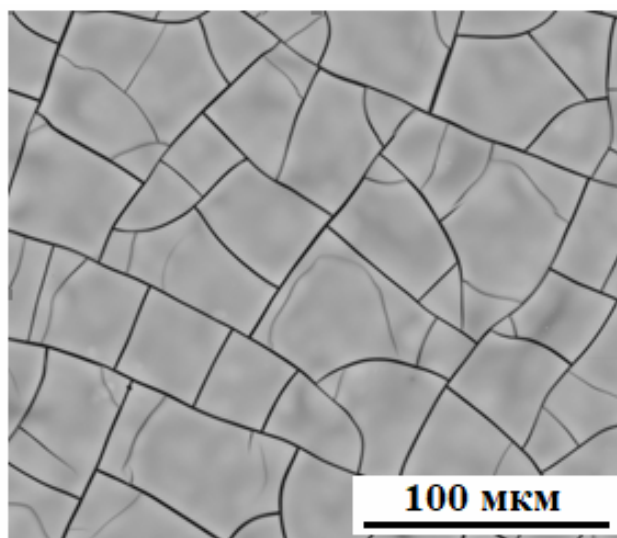


Рис. 1. СЭМ – изображение поверхности полученного защитного покрытия на стали

Как видно из рисунка, морфология поверхности покрытия имеет трещинообразный характер. Данные рентгеноспектрального микроанализа показали, что основными элементами защитного покрытия являются кислород, кобальт, никель, марганец и следы железа (табл. 1).

Табл. 1. Содержание элементов защитного покрытия

Элемент	Содержание элементов защитного покрытия				
	Ni	O	Mn	Fe	Co
ат. %	0,2	68,7	27,2	1,5	4,0
мас. %	0,5	38,8	52,7	3,0	9,7

Таким образом, показана возможность использования метода нестационарного электролиза для получения защитных покрытий на основе оксидных соединений кобальта, никеля, марганца на поверхности нержавеющей стали и изучена морфология их поверхности.

Список литературы

1. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы». Твердооксидные топливные элементы проблемы, пути решения, перспективы развития и коммерциализации // Аналитический обзор. 2015.
2. Zhang H.H., Zeng C.L. Preparation and performances of Co-Mn spinel coating on a ferritic stainless steel interconnect material for solid oxide fuel cell application // Journal of Power Sources, 252(2014), pp. 122-129.
3. Seyedeh Narjes Hosseini, Fathallah Karimzadeh , Mohammad Hossein Enayati, Nigel Mark Sammes. Oxidation and electrical behavior of CuFe_2O_4 spinel coated Crofer 22 APU stainless steel for SOFC interconnect application // Solid State Ionics, 289 (2016), pp. 95-105.
4. Yang Z., Xia G.G., Maupin G.D., Stevenson J.W. J. Electrochem. Evaluation of perovskite overlay coatings on ferritic stainless steels for SOFC interconnect applications // Soc. 2006. No.153. P. 1852-1858.
5. Johnson C., Orlovskaya N., Coratolo A., Cross C., Wu J., Gemmen R., Liu X. The effect of coating crystallization and substrate impurities on magnetron sputtered doped LaCrO_3 coatings for metallic solid oxide fuel cell interconnects // Int. J. Hydrogen Energy. 2009. No. 34. P. 2408-2415.
6. Lim D.P., Lim D.S., Oh J.S., Lyo I.W. Influence of posttreatments on the contact resistance of plasma-sprayed $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ coating on SOFC metallic interconnector // Surf. Coat. Technol. 2005. No. 200. P. 1248-1251.

Сведения об авторах:

Храменкова Анна Владимировна – к.т.н., доцент, ЮРГПУ (НПИ), г.Новочеркасск;

Яковенко Анастасия Андреевна – студент, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск;

Изварин Андрей Игоревич – студент, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск;

Мощенко Валентин Валентинович – студент, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск;

Финаева Ольга Александровна – студент, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск;

Арискина Дарья Николаевна – аспирант, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск.