

лучшими антикоррозионными свойствами будет обладать краска на основе связующего с высокими гидрофобными свойствами, высокими адгезионными свойствами к поверхности стали и другими важными свойствами характерными для лакокрасочных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Schaefer, A. Miszczyk. Improvement of electrochemical action of zinc-rich paints by addition of nanoparticulate zinc // Corrosion Science. 66 (2013) 380 – 391.
2. G. Bierwagen, L. Hea, D. Tallman, Time-temperature effects in polymer coatings for corrosion protection as analyzed by EIS, Macromolecular Symposia, Special Issue: Quo Vadis – Coatings, Prog.
3. Цинкнаполненные антикоррозионные грунтовки / А.В. Павлович, В.В. Владенков, В.Н. Изюмский // Лакокрасочная промышленность. – 2010. – №3. – с. 38-46.

УДК 66.01-52

Н.Д. Сахненко, проф., д-р техн. наук;
А.В. Каракуркчи, ст. науч. сотр., д-р техн. наук;
И.И. Степанова, доц., канд. техн. наук;
Н.Б. Маркова, ст. науч. сотр.; С.Н. Индыков, асп.
(НТУ «ХПИ», Украина, г. Харьков)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ КЭП

Формирование композиционных электролитических покрытий (КЭП) в электролитах, в состав которых входят соли и оксиды d-элементов, позволило получить гетерооксидные системы, обладающие фотокаталитическими свойствами. Все системы формировались на поверхности металлических носителей из вентильных металлов, в частности, титана. Процесс происходил в результате анодной реакции в режиме пробоя, где в зоне реакции температура процесса достигала 2000⁰С. Наличие в электролите соединений d-элементов обеспечивает повышенное содержание оксидов металлов в составе покрытия, тем самым увеличивая удельную площадь рабочей поверхности, что априори увеличивает каталитическую активность синтезированных материалов. Применение оксидных КЭП позволяет вести безреагентную очистку газовых и водных сред от токсичных реагентов.

Целью данной работы являлось формирование методом плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО) оксидных систем на титане, модифицированных d-элементами, с последующим изучением

морфологии поверхности и фотокаталитической активности полученных покрытий.

Оксидные покрытия формировали на образцах титана BT1-0. Предварительная обработка образцов состояла из обезжиривания и травления образцов в смеси $\text{HF}:\text{HNO}_3$ в пропорции 1:3 с последующей промывкой дистиллированной водой. Процесс проводили в гальваностатическом режиме в одну стадию при плотности тока $4,0\text{--}10\text{ А/дм}^2$ и рабочем напряжении $100\text{--}150\text{ В}$. Время электролиза составляло $10\text{--}20$ минут. В качестве электролита использовали дифосфатные растворы с концентрацией $0,5\text{--}1,0$ моль/л с варьируемыми добавками солей меди Cu^{2+} ($0,4\text{--}0,8$ моль/л), Co^{2+} ($0,05\text{--}0,1$ моль/л) и ZnO ($0,1\text{--}0,4$ моль/л). Процесс ПЭО проводили в условиях постоянного перемешивания и охлаждения до $20\text{--}30\text{ }^\circ\text{C}$.

Фотокаталитическую активность полученных КЭП тестировали в модельной реакции разложения водного раствора азокрасителя метилового оранжевого (МО) при ультрафиолетовом облучении (УФ). Для оценки влияния последующей термообработки на стабильность фотокаталитических характеристик полученных покрытий, образцы отжигали в муфельной печи на воздухе при $500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 минут. После отжига образцы выдерживали в печи до полного остывания.

Для оценки морфологии поверхности использовали сканирующий электронный микроскоп ZEISS EVO 40XVP. Фазовый состав покрытий определяли рентгеновском дифрактометром ДРОН-2.

В результате проведенных исследований КЭП были получены образцы с варьированным составом оксидных матриц на титановой основе. Согласно данным рентгенофазного анализа, полученные металл-оксидные покрытия состоят из аморфной матрицы с включением кристаллических фаз оксидов переменного состава: CuO , Cu_2O , ZnO , CoO , Co_2O_3 . Было установлено наличие зависимости фотокаталитических свойств от режима электролиза и состава электролита. Так, двухкомпонентные оксидные матрицы – TiO_2/CuO и TiO_2/CoO имеют достаточно равномерную морфологию поверхности и высокую адгезию к подложке. В случае формирования трехкомпонентной оксидной системы морфология поверхности изменяется и приобретает мезоглобулярный характер.

Сопоставление фотокаталитической активности образцов в реакциях разложения азокрасителя МО показало, что наибольший показатель был зафиксирован в трехкомпонентной системе $\text{TiO}_2/\text{CuO}/\text{ZnO}$, где степень фотодеструкции МО составила 25% за 50 минут. Для двухкомпонентных КЭП – TiO_2/CuO и TiO_2/CoO степень фотодеструкции МО была ниже и составляла $19,8\%$ и $20,87\%$ соответ-

ственно (рисунок 1).

Последующая температурная обработка ($T = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 30 минут) не оказала значительного влияния на фотокаталитическую активность синтезированных систем. Тем не менее, позитивное влияние термообработки проявилось в увеличении ресурса активности металл-оксидных систем, который возрос в 2 раза для TiO_2/CuO и TiO_2/CoO , а для $\text{TiO}/\text{CuO}/\text{ZnO}$ – в 4 раза, при этом степень фотодеструкции МО практически оставалась без изменения.

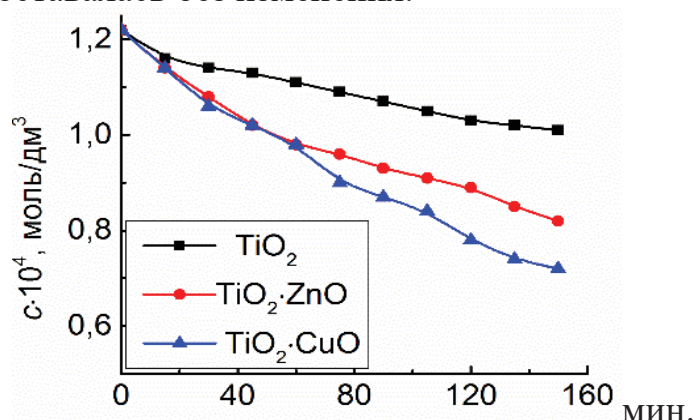


Рисунок 1 – Фотодеструкция МО на различных КЭП

Таким образом, полученные методом плазменно-электролитического оксидирования композиционные покрытия на титане из пирофосфатных электролитов обладают развитой поверхностью, высокой адгезией и фотокаталитической активностью, которые напрямую зависят от режимов электролиза и состава электролита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Karakurkchi, H.V., Sakhnenko, M.D., Ved, M.V., Zubanova S.I., Stepanova I.I. Corrosion and Physicomechanical Properties of the Coatings on AK12M2MgN Alloy Formed by Plasma-Electrolytic Oxidation // Mater Sci. 2020. 55, p. 693–702.
2. Сахненко. Н.Д., Ведь М.В., Каракуркчи А.В. Морфология и свойства покрытий, полученных плазменно-электролитическим оксидированием сплавов титана в пирофосфатных электролитах // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2017. Т.53, №6, с.1-9.
3. Ульянкина А.А. Сравнительное исследование фотоактивности оксида цинка и диоксида титана, полученных в условиях нестационарного электролиза. Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2019. Т.1. С.100–104.
4. Васильева М.С., Тимошенко И.П., Руднев В.С. Формирование, состав и каталитические свойства Zr-содержащих оксидных слоев на титане, модифицированном церием, марганцем, никелем и медью. Сборник материалов. IV Международная конференция по химии и

химической технологии. Ереван 2015. С. 25-31.

5. Karakurkchi A.V., Sakhnenko M.D., Ved' M.V., Gorokhivskiy A.S., Bohdanova K.B., Stepanova I.I. Morphology and structure of ceramic-like PEO-coatings on Al alloys. In book: Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry. Kyiv: KNUTD, 2019, с.210-225.

УДК 536.48+621.35

А.П. Поспелов, доц., канд. техн. наук
(НТУ «ХПИ», Украина, г. Харьков);

В.И. Белан, ст. науч. сотр., канд. физ.-мат. наук
(ФТИНТ им. Б.И. Веркина НАНУ, Украина, г. Харьков);

Н.Д. Сахненко, проф., д-р техн. наук
(НТУ «ХПИ», Украина, г. Харьков);

А.О. Герус, мл. науч. сотр.;

Г.В. Камарчук, проф., д-р физ.-мат. наук
(ФТИНТ им. Б.И. Веркина НАНУ, Украина, г. Харьков)

ИНДЕКС УСТОЙЧИВОСТИ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАНОСТРУКТУРНЫХ СИСТЕМАХ

Электрохимический эффект точечно-контактной коммутации [1] лежит в основе работы квантового точечно-контактного сенсора. Этот эффект проявляется в виде самопроизвольных циклических колебаний сопротивления помещенной в электрическое поле системы, которая содержит наноструктурный элемент – дендритный точечный контакт Янсона [2]. Дендритный точечный контакт возникает в двух-электродной электрохимической ячейке в момент соприкосновения вершины растущего на катоде дендрита с поверхностью противоиэлектрода. Колебания сопротивления системы имеют также электрохимическую природу. Низкое сопротивление отмечается при наличии прямой проводимости в системе, т.е. при наличии точечного контакта, канал проводимости которого электрически соединяет оба электрода. Дальнейшая экспозиция точечного контакта в электрическом поле приводит к его разрушению и прерыванию прямой проводимости. При этом сопротивление системы резко возрастает. Прерывание прямой проводимости происходит вследствие работы бесщелевой электродной системы [3], т.е. за счет анодного растворения металла канала проводимости. Поскольку кинетика электродных процессов в значительной мере определяется составом электролита, автоколебательный процесс точечно-контактной коммутации можно использовать для создания на его основе точечно-контактного сенсорного элемента.