

(GDOES). The wear tests were performed with an oscillating ball-on-disc tribometer.

It was found, that under constant current treatment conditions, the PSA layer survived the applied voltage of 350 V, whilst 400 V resulted in an intermediate stage; and under 450 V, the PSA layer was fully converted to PEO already after 5 min of the PEO treatment. A comparison with PEO formation on the bare material revealed that during the “sparking” mode (400 V) of PEO formation, the PEO coatings, formed on PSA treated AA2024, were more wear resistant in comparison with the same PEO coatings on bare AA2024.

#### REFERENCE

1. A. Yerokhin, et al. / Surf. Coat. Technol., 122 (1999) 73–93.
2. M. Serdechnova, et al. / Materials, 11 (2018) 2428.

УДК 541.13.544.65

У.М. Курбанова,  
Р.Г. Гусейнова

Институт Катализа и Неорганической Химии им. М.Нагиева НАН Азербайджана  
uqurbanova92@gmail.com

### ЭЛЕКТРОСИНТЕЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК НИКЕЛЯ С МОЛИБДЕНОМ

Сплавы на основе Ni наиболее используемые катоды для электролиза щелочных вод благодаря относительно высокой каталитической активности Ni и синергизма в каталитическом поведении различных компонентов в металлическом сплаве. Сплавы никеля с молибденом были синтезированы различными методами [1-4].

Материалы на основе никеля и молибдена привлекают все больше внимания благодаря их активности для HER и достаточной коррозионной стойкости в щелочных растворах при незначительной стоимости [1,5]. Синтез новых наноструктурных материалов очень важен для применения их в области водородной энергетики. Метод электрохимического осаждения позволяет получить новые наноразмерные структуры с заранее заданными свойствами. Электроосаждение является рентабельным, удобным и интенсивным методом получения наноразмерных и нанокристаллических материалов с превосходной степенью воспроизводимости, состав которых легко регулируется изменением концентрации компонентов в электролите и условий электролиза [6,7].

В данной работе приводятся данные, об электрохимическом синтезе тонких пленок Ni-Mo из щелочных и щелочно-цитратных электролитов. Снятием поляризационных кривых определены кинетика и механизм совместного осаждения никеля с молибденом из обоих электролитов. Определена область потенциалов, при которых происходит совместное осаждение компонентов сплава, изучено влияние температуры, развертки потенциала, состава электролита на процесс осаждения. Установлен оптимальный состав электролита и режим электролиза, при которых были синтезированы тонкие пленки Ni-Mo, обладающие электрокаталитическими свойствами. Электролиз проводили в непрерывном и прерывистом режиме. Тонкие пленки Ni-Mo, полученные из щелочного электролита обладали большей каталитической активностью в нейтральной среде, чем пленки синтезированные из щелочно-цитратного электролита. Их электрокаталитическая активность на 2 порядка превосходила каталитическую активность платины. В щелочной среде эти пленки проявляли каталитическую активность в качестве анода.

Анализом СЭМ установлено, что содержание молибдена в сплавах в зависимости от состава электролита и условий электролиза колеблется в интервале 7÷65% мас. Состав осажденных Ni-Mo пленок сильно зависит от концентрации Mo в электролите и плотности тока и в меньшей степени от концентрации никеля. Толщина пленок составила 2-3 мкм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Krstajić N.V., Jović V.D., Gajić - Krstajić Lj., Jović B.M., Antozzi A.L., Martelli G.N./ *Int. J. of Hydrogen Energy*. V. 33. Issue 14. 2008. TMS07: Symposium on Materials in Clean Power Systems. p.3676–3687.
2. González-Buch C., Herraiz-Cardona I., Ortega E.M., García-Antón J., Pérez- Herranz V.// *Chemical Engineering Transactions*. 2013. vol. 32. p. 865-870.
3. A.Sh.Aliyev., R.G.Guseynova., U.M.Gurbanova., D.M.Babanly., V.N.Fateev., J.V.Pushkareva., D.B.Tagiyev.// *Chemical Problems*. 2018 № 3(16). p. 283-306.
4. Birry L., Lasia A.// *J. of Appl. Electrochem*. 2004. Vol. 34. Issue 7. P. 735-749.
5. Fernández-Valverde SM., Ordoñez-Regil E., Cabañas–Moreno G., Solorza-Feria O.// *J. Mex. Chem. Soc*. 2010. 54(3). P. 169-174
6. Baek SH, Jaramillo TF, Brandli C, McFarland EW.// *J. Comb. Chem* 2002; 4:563-568.

7. Arul Raj I, Venkatesan V K. //Int. J. Hydrogen Energy 1988; 13 (4): 215-223.

А.П. Мухачев<sup>1</sup>, В.Г. Нефедов<sup>2</sup>,  
Е.А. Харитонова<sup>3</sup>, МикитаК<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Центр химических технологий АИНУ, Каменское,

<sup>2</sup>Днепропетровский Государственный химико-технологический университет, Днепр,

<sup>3</sup>Днепропетровский государственный технический университет, Каменское  
eah@ukr.net

## ПОЛУЧЕНИЕ ЦИРКОНИЯ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА РАСПЛАВЛЕННЫХ СОЛЕЙ

Развитие атомной энергетики в 60-х годах XX века потребовало создание промышленного производства циркония, пригодного для получения сплавов и изделий для активной зоны ядерных реакторов. Свойства циркония ядерной чистоты определили области его применения в атомной энергетике. Изделия из сплавов циркония с ниобием: трубы, лист, проволока должны выдерживать весь срок эксплуатации ядерного топлива на АЭС, достигающий 4 года. Чистота циркония определяет его нейтронно-физические свойства изделий, подвергающихся нейтронному облучению в активной зоне реактора. Основным требованием к любому методу получения циркония из его солей является сохранение чистоты металла по содержанию газовых примесей, особенно кислорода и азота. Первым процессом получения циркония для производства изделий был электролиз хлоридно-фторидного электролита  $K_2ZrF_6-KCl$  в открытом электролизере, с последующим иодидным рафинированием окисленного порошка. Технология производства электролитического порошка циркония требуемого качества и конкурентной себестоимости включала в себя три основных процесса:

- электролиз циркониевых солей высокой степени чистоты из хлоридно-фторидного электролита при температуре 750-800°C;
- переработка катодного продукта, содержащего до 30% порошка, соли закристилизованного электролита и примесь углерода с получением порошка ядерной чистоты;
- санитарная очистка анодных, хлорсодержащих газов до ПДК по содержанию хлора.

Процесс электролиза из электролита состава  $K_2ZrF_6-KCl$  позволял получать цирконий ядерной чистоты, однако имел ряд существенных недостатков, влияющих на экономическую и