

Работа поддержана Минобрнауки России и Германской службой академических обменов (DAAD) в рамках совместной программы "Михаил Ломоносов".

ЛИТЕРАТУРА

1. Seo, M.-H., Yuasa, M., Kida, T., Huh, J.-S., Yamazoe, N., Shimano, K. Detection of organic gases using TiO₂ nanotube-based gas sensors / M.-H. Seo. Procedia Chemistry, 2009.

УДК 541.138/546.56-121:539.2

А.Л. Козловский^{1,2}, М. Алин², К.К. Кадыржанов²
(¹Институт ядерной физики, Астана, Казахстан
²ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ- НИКЕЛЯ

Одним из наиболее перспективных методов получения тонких пленок и защитных покрытий является метод электрохимического осаждения, который обладает рядом преимуществ над другими методами синтеза, такими как высокая точность контроля толщины покрытий, однородность получения покрытий по толщине и составу, масштабируемость процесса от получения лабораторных образцов до полупромышленного и промышленного производства. При этом данный метод прост и эффективен с точки зрения экономических затрат [1-3].

Для получения тонкопленочных покрытий на основе меди и никеля был выбран следующий электролит: CuSO₄·5H₂O (238г/л) Ni(CH₃COO)₂ (15г/л), H₂SO₄ (21г/л). Выход металлов по току из сернокислых растворов электролитов составляет 100%. Контроль за процессом формирования пленок осуществлялся методом хроноамперометрии мультиметром «Agilent 34410A». Выбор данных металлов для получения тонкопленочных покрытий обусловлен их физико-химическими, магнитными и проводящими свойствами, а также кристаллической структурой и возможностью получения твердых растворов замещения и внедрения путем изменения условий синтеза.

Для определения физико-химических свойств, изменение кристаллографических характеристик и фазового состава

исследуемых тонкопленочных покрытий были применены методы рентгеноструктурного анализа энергодисперсионного анализа.

Рентгеноструктурный анализ (XRD) проводился на дифрактометре D8 ADVANCE ECO (Bruker, Германия) при использовании излучения $\text{CuK}\alpha$. Для идентификации фаз и исследования кристаллической структуры использовалось программное обеспечение Bruker AXSDIFFRAC.EVA v.4.2 и международная база данных ICDD PDF-2.

На рисунке 1 представлена динамика изменения рентгеновских дифрактограмм в процессе синтеза тонкопленочных покрытий на основе меди и никеля. Характер и форма рентгеновских дифрактограмм свидетельствует о поликристаллической структуре синтезированных покрытий.

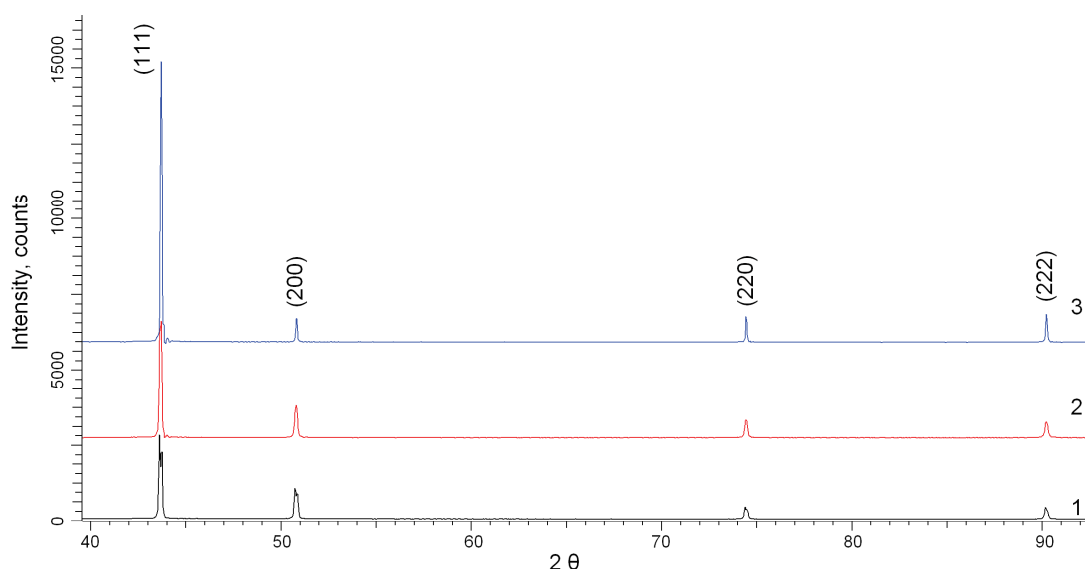
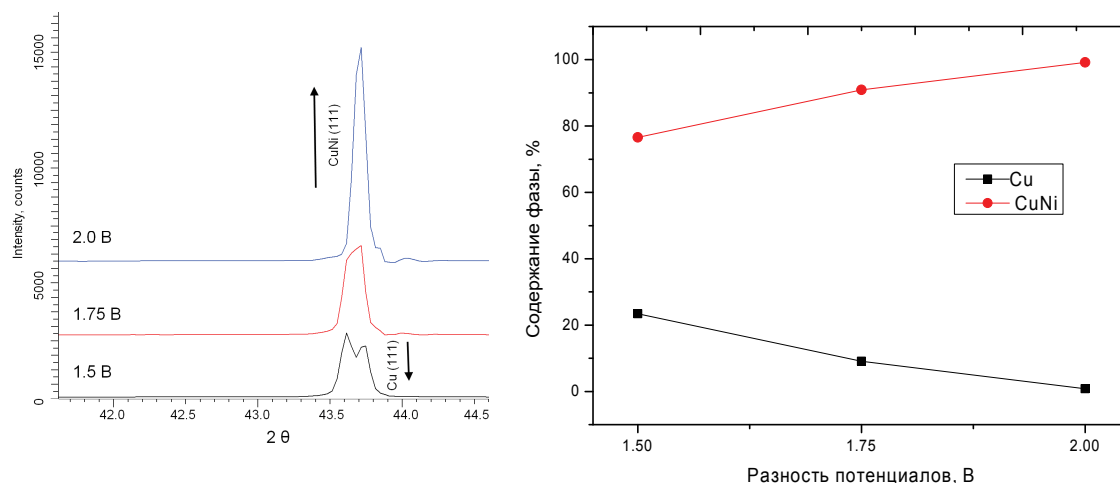


Рисунок 1. Рентгеновская дифрактограмма исследуемых образцов:
1) 1.5 В; 2) 1.75 В; 3) 2.0 В

Как видно из представленных дифрактограмм увеличение разности потенциалов приводит к увеличению интенсивности дифракционных максимумов и преобладанию текстурного направления расположения кристаллитов в плоскости (111). Согласно полученным дифрактограмм, при разности потенциалов 1.5 В в структуре пленок наблюдается наличие двух кубических фаз характерных для меди и сплава CuNi (рисунок 2а). При этом увеличение разности прикладываемых потенциалов приводит к увеличению вклада фазы CuNi в структуре синтезированных пленок (рисунок 2б).



а) б)
 Рисунок 2. а) Динамика изменения дифракционных пиков в результате увеличения разности потенциалов; б) График изменения фазового состава исследуемых образцов в зависимости от разности потенциалов при синтезе

Анализ формы дифракционных пиков на дифрактограммах показал, что с увеличением разности потенциалов наблюдается изменение формы пиков, что свидетельствует об изменении вкладов в уширение пиков от искажений и дефектов. При этом изменение параметров кристаллической решетки приводит к незначительному снижению плотности пленок, что обусловлено возникновением в структуре аморфных или примесных включений в процессе синтеза. При высоких разностях потенциалов в процессе синтеза наблюдается большое выделение водорода в растворе электролита, который может внедряться в междоузлие кристаллической решетки, тем самым искажая ее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ding R. et al. Mixed Ni–Cu-oxide nanowire array on conductive substrate and its application as enzyme-free glucose sensor. / *Analytical Methods*. 2012. Vol. 4(12). P. 4003-4008.
2. Tong S. et al. Dendritic bimetallic nanostructures supported on self-assembled titanate films for sensor application. / *The Journal of Physical Chemistry C*. 2010. Vol. 114. P. 20925-20931.
3. Tan Q. et al. Hollow MO_x-RuO₂ (M= Co, Cu, Fe, Ni, CuNi) nanostructures as highly efficient electrodes for supercapacitors. / *Science China Materials*. 2016. Vol. 59. P. 323-336.