

А.Л. Козловский^{1,2}, А. Алина², К.К. Кадыржанов²

(¹Институт ядерной физики, Астана, Казахстан

²ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан)

ВЛИЯНИЕ РАЗНОСТИ ПРИКЛАДЫВАЕМЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НА СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА CoZnO НАНОТРУБОК

Металлические наноструктуры на основе d - металлов привлекают внимание многих ученых на протяжении долгих лет. Это связано, в первую очередь с их уникальными физическими свойствами, отличающимися от соответствующих объемных форм, вследствие размерного эффекта. [1] Второй фактор, объясняющий актуальность исследования данных структур является широкий потенциал их применения в нанoeлектронике [2], в качестве электронных блоков, датчиков [3] и устройств с ультра-высокой плотностью памяти т. д. [4]. Стоит отметить, что наноструктуры на основе металлов и их сплавов так же нашли свое применение в органическом катализе. Поэтому важно исследовать их свойства и изучить, как различные факторы влияют на физико – химические характеристики синтезируемых структур. В связи с чем, CoZnO нанотрубки имеют широкие возможности применения в микро- и оптоэлектронике, электротехнике, биомедицине и др., что делает актуальным задачу исследовать данную систему с различными атомными соотношениями.

Метод электрохимического осаждения, применимый в данной работе для синтеза системы CoZnO, дает возможность осуществлять контроль над морфологией и физическими свойствами синтезируемых структур благодаря использованию темплата с заданной геометрией.

Синтез наноструктур в поры темплатных матриц проводился методом электрохимического осаждения в потенциостатическом режиме при разности потенциалов от 1.5 до 2.0 В с шагом 0.25 В при температуре электролита 25°C. Состав раствора электролита: CoSO₄·7H₂O (167 g/l), ZnSO₄·7H₂O (58 g/l), H₃BO₃ (45 g/l), аскорбиновая кислота (1.5 g/l). Контроль за процессом роста наноструктур осуществлялся методом хроноамперометрии мультиметром «Agilent 34410A».

На рисунке 1 представлены РЭМ изображения CoZnO нанотрубок, полученных при разных условиях синтеза. Анализ электронных снимков синтезированных образцов, показал, что синтезированные наноструктуры представляют собой полые

нанотрубки, высота которых совпадает с толщиной шаблонной матрицы – 12 мкм, диаметр нанотрубок соответствуют диаметрам пор 380 ± 10 нм.

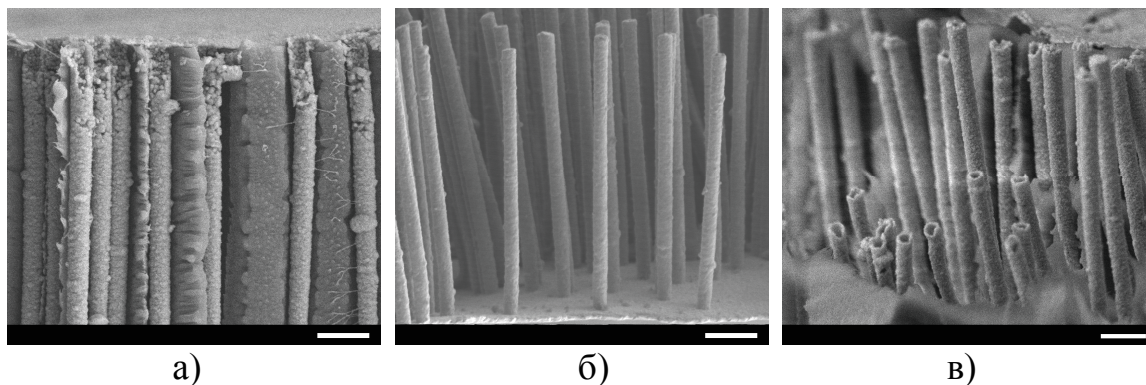


Рисунок 1. РЭМ изображения CoZnO нанотрубок, полученных при разных условиях синтеза: а) 1.5 В; б) 1.75 В; в) 2.0 В

Как видно из представленных данных РЭМ изображений при разности потенциалов 1.5 В в структуре нанотрубок наблюдаются пористые включения, которые могут быть обусловлены низкой степенью кристалличности наноструктур и аморфными включениями в кристаллической решетке. Аморфные включения могут быть вызваны большим содержанием кислорода в структуре. Для определения данного предположения были применены методы энергодисперсионного и рентгенофазового анализа. В таблице 1 представлены данные элементного состава полученных образцов нанотрубок при различных условиях осаждения. Достоверность результатов подтверждалось снятием спектров с пяти точек по поверхности исследуемого образца, а также снятием карт распределения элементов в структуре при помощи метода картирования (mapping).

Таблица 1. Данные элементного анализа синтезированных образцов

Образец	Co	Zn	O
CoZn – 1.5 В	6.64	61.08	32.18
CoZn – 1.75 В	18.96	59.73	21.31
CoZn – 2.0 В	26.03	58.87	15.10

Как видно из представленных данных полученные образцы состоят из трех компонент кобальта, цинка и кислорода в разном стехиометрическом соотношении. Увеличение разности

прикладываемых потенциалов приводит к уменьшению содержания кислорода в структуре, а также увеличению кобальта. Анализ дифрактограмм исследуемых нанотрубок позволил установить, что исследуемые образцы обладают поликристаллической структурой. Увеличение разности прикладываемых потенциалов приводит к изменению формы пиков и изменению положения дифракционных максимумов, что может быть обусловлено изменением фазового состава нанотрубок и перестройки кристаллической структуры. На основании полученных данных рентгеновских дифрактограмм была проведена оценка фазового состава нанотрубок. Результаты представлены на рисунке 2.

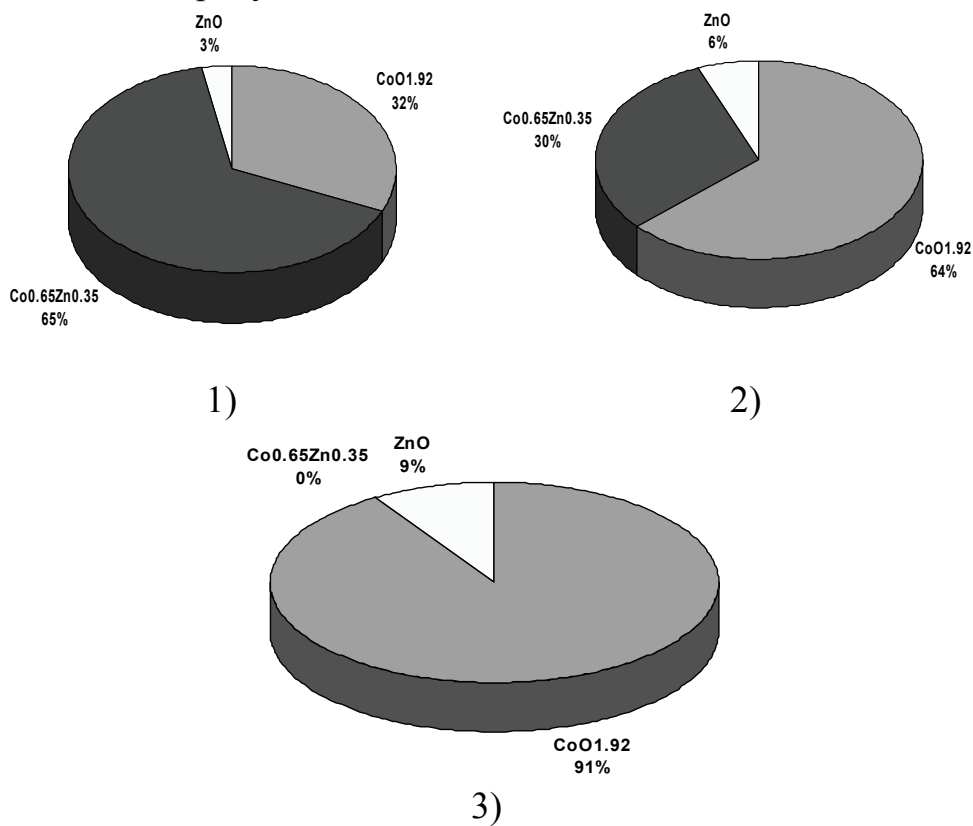


Рисунок 2. Диаграммы фазового состава исследуемых образцов CoZnO нанотрубок полученных при различных разностях потенциалов: 1) - 1.5 В; 2) - 1.75 В; 3) - 2.0 В

Как видно из представленных данных на диаграммах, образцы синтезированные при разности прикладываемых потенциалов 1.5 и 1.75 В представляют собой трехкомпонентные системы, состоящие из двух оксидных фаз ZnO и CoO_{1.92} кубической сингонии и фазы твердого раствора замещения Co_{0.65}Zn_{0.35} гексагонального типа. При этом увеличение разности потенциалов приводит к увеличению

вкладов оксидных фаз и при разности потенциалов 2.0 В в кристаллической структуре отсутствует фаза $\text{Co}_{0.65}\text{Zn}_{0.35}$ в результате чего, синтезированные наноструктуры представляют сплав двух оксидных фаз ZnO и $\text{CoO}_{1.92}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. LI J. et al. Controllable synthesis of $\text{Zn}_{0.95}\text{Co}_{0.05}\text{O}$ nanowires and nanotubes by electrophoretic deposition method //Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 2012. Vol. 22. P. s95-s99.
2. Godlewski M. et al. Optical and magnetic properties of ZnCoO layers //Optical Materials. 2012. Vol. 34. P. 2045-2049.
3. Zhang L. et al. Fabrication and properties of Li-doped ZnCoO diluted magnetic semiconductor thin films //Superlattices and Microstructures. 2011. Vol. 50. P. 261-268.
4. Palms D., Norwig J., Wegner G. Electrochemically induced growth of zinc oxide //ChemPhysChem. 2007. Vol. 8. P. 2260-2264.

УДК 541.138/546.56-121:539.2

А.Л. Козловский^{1,2}

(¹Институт ядерной физики, Астана, Казахстан
²ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗНЫХ НАНОТРУБОК

Массивы магнитных наноструктур имеют потенциал для проведения записи до 100 раз больше, чем на существующие запоминающие устройства [1-3]. Датчики на основе наноструктур имеют более лучшее разрешение и чувствительность, высокую эффективность улавливания и быстрое время отклика, из-за их большой поверхности для адсорбции и малого времени диффузии [4]. Среди разнообразия наноструктурных материалов, наноструктуры на основе Fe являются привлекательными из-за их превосходных ферромагнитных свойств, высокого уровня намагниченности и возможности управления магнитной текстурой, которая является одной из важных характеристик для потенциального применения наноструктур.

В работе представлены исследования влияния условий синтеза на структурные свойства железных нанотрубок, полученных методом электрохимического синтеза. Электрохимическое осаждение в