

УДК 535:621.373.826

А.В. Буцень<sup>1</sup>, Е. А. Шустова<sup>1</sup>, С. Т. Пашаян<sup>2</sup>, Н. В. Тарасенко<sup>1</sup>**СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУР ОКСИДОВ МЕДИ, СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ В ЖИДКОСТИ**

<sup>1</sup> *Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси,  
пр. Независимости, 68, 220072 Минск, Беларусь  
[a.butsen@dragon.bas-net.by](mailto:a.butsen@dragon.bas-net.by)*

<sup>2</sup> *Институт физических исследований НАН РА, Аштарак-2, 0203, Армения  
[sveitana1207@yahoo.com](mailto:sveitana1207@yahoo.com)*

Наноструктурированные полупроводниковые материалы на основе оксидов меди представляют большой интерес ввиду их низкой стоимости, нетоксичности и доступности. Обладая хорошими электрическими и оптическими свойствами, они являются пригодными для широкого диапазона применений: в солнечных элементах и фотоэлектрических преобразователях, газовых сенсорах и транзисторах, эмиттерах и других устройствах микро- и нанoeлектроники. Важной задачей является поиск эффективных способов контролируемого синтеза наноструктур. Одним из таких методов является применение лазерной абляции в жидкостях [1–3]. В настоящем исследовании обсуждаются свойства наноструктур оксидов меди, синтезированных лазерной абляцией медной и CuO-мишени в дистиллированной воде и изопропиловом спирте.

Эксперименты по лазерному синтезу проводились с помощью фокусировки излучения Nd: YAG-лазера (LOTIS III, LS2134D), работающего в режиме двоекных импульсов (длина волны 1064 нм, энергия в импульсе 80 мДж, частота повторения 10 Гц, длительность импульса 10 нс), на поверхность металлических медных и CuO-мишеней, помещенных в кювету, заполненную жидкостью (водой или изопропиловым спиртом). Морфология и структура полученных наноструктур анализировались с помощью сканирующей (SEM) и просвечивающей (TEM) электронной микроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния и рентгеновской дифрактометрии. Рентгеновский микроанализ проводился с помощью микроаналитической системы INCA Energy-300, исследование поверхностной микроструктуры образцов – сканирующим электронным микроскопом «VEGA TS5130MM».

Квазисферические наночастицы со средним размером около 15 нм и аналогичной морфологии были получены путем лазерной абляции мишени CuO в обоих растворах. При абляции как медной мишени, так и мишени из оксида меди в органической жидкости происходит формирование металлических (медных) наночастиц. Напротив, синтез медных частиц в дистиллированной воде сопровождается окислением их в течение нескольких часов и образованием наночастиц CuO. Данный результат был подтвержден XRD-измерениями и данными рентгеновского энергодисперсионного микроанализа (EDX). Ниже на рисунке представлены SEM-изображения образцов, полученных методом лазерной абляции CuO-мишени в изопропиловом спирте (а) и в воде (б). Наблюдается различие структуры формируемых при осаждении частиц пленок. Результаты рентгеновского микроанализа показали, что образец, полученный при осаждении частиц, синтезированных в воде имеет состав, близкий к

стехиометрическому (44.4% Cu и 55.6% O). Некоторый избыток кислорода и наличие C в некоторых точках поверхности образца можно объяснить условиями хранения. Следует отметить, что средний размер структурных элементов сформированной пленки составлял 21.6 нм, что согласуется с результатами ТЕМ измерений и указывает на практическое отсутствие агрегации частиц при осаждении пленки.

Рамановское рассеяние, выполненное с осажденными на подложку частицами, также подтвердило формирование CuO-структур.

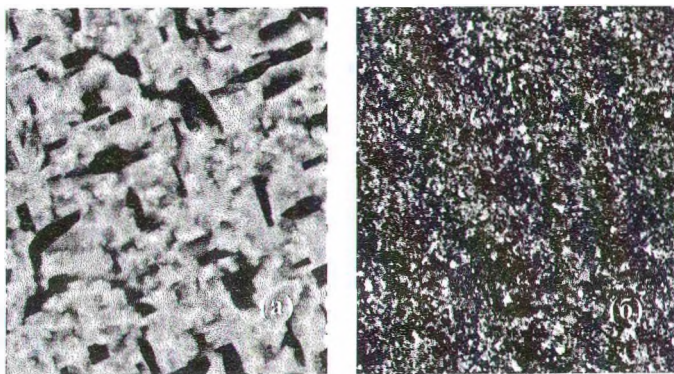


Рис. 1. SEM- изображения образцов, полученных методом лазерной абляции CuO-мишеней в изопропиловом спирте (а) и в воде (б).

Авторы выражают благодарность Бадалян Г.Р. за помощь в проведении SEM и EDX-измерений исследуемых наноструктур.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Ф17-ЛИТГ – 003).

- [1] Светличный В. А. Оптимизация процесса получения наночастиц методом лазерной абляции объемных мишеней в жидкости. / Светличный В. А., Лапин И. Н. // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57 (12). – С. 151.
- [2] Ullmann M. Nanoparticle formation by laser ablation. / Ullmann M., Friedlander S.K., Schmidt-Ott A. // J. Nanopart. Res. – 2002. – V. 4. – P. 499.
- [3] Zeng H. Nanomaterials via laser ablation/irradiation in liquid: A review. / Zeng H., Du X.-W., Singh S.C., Kulinich S.A., Yang S., He J., Cai W. // Adv. Funct. Mater. 2012. – V. 22. – P. 1333.