

ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ КОЛЛОИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ, СОЗДАННЫХ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИЕЙ ЦИНКА В ВОДЕ

Рахматова Р.Р.¹, Пряхина В.И.¹

¹ Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет,
Екатеринбург, Россия
E-mail: regisharr@mail.ru

SHAPE TRANSFORMATION OF COLLOIDAL NANOPARTICLES, PRODUCED BY LASER ABLATION OF ZINC IN WATER

Rakhmatova R.R.¹, Pryakhina V.I.¹

¹ Institute of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University, Yekaterinburg,
Russia

We investigated the growth of zinc-based colloidal nanoparticles. The initial nanoparticles were produced by laser ablation of bulk Zn target in water. Rods grew in the colloid as a result of the long heating up to 90 °C. Plates formed during the long liquid-air interaction at ambient conditions.

Материалы на основе оксида цинка, обладающего уникальными физическими и химическими свойствами и биосовместимостью, используются для широкого круга применений [1]. Синтез наночастиц различной морфологии привлекает внимание, т.к. изменение формы может оказывать существенное влияние на свойства наноструктур и, тем самым, расширять возможности их применения. Контроль размеров и формы наночастиц доступен при синтезе методом лазерной абляции в жидкости, который может использоваться для создания кристаллических наночастиц, способных к ориентированному росту [2,3].

Исследовалось изменение формы наночастиц в коллоидном растворе, созданном в результате сканирования помещенной в жидкость металлической мишени Zn (99,99 %) излучением импульсного волоконного Yb-лазера с использованием сканирующей системы MiniMarker-M20 (длина волны 1064 нм, длительность импульса 100 нс, мощность до 20 Вт).

Для исследования морфологии и состава наночастиц капля коллоидного раствора высушивалась на гладкой кремниевой подложке. Визуализация наночастиц проводилась с помощью сканирующей электронной микроскопии (Auriga CrossBeam WorkStation, Carl Zeiss). Анализ состава проводился при помощи рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (K-Alpha+, Thermo Fisher Scientific; Al K α , $h\nu = 1436$ eV), а также измерения спектров оптического поглощения (Cary 5000, Agilent).

В результате лазерной абляции в воде наночастицы имели неправильную форму со средним размером 35 ± 5 нм и состав ZnO (Рис. 1а). При этом синтез в

изопропиловом спирте позволял получать наночастицы сферической формы и препятствовал их окислению (Рис. 1б). Показано, что при последующем нагреве до 90 °С в течение 1 ч водного раствора происходит рост наночастиц ZnO в виде коротких стержней сопоставимого с исходным диаметра (Рис. 1в). Длительное высыхание капли исходного водного раствора в течение (~ 1 ч) приводило к формированию пластин диаметром до нескольких сотен нанометров (Рис. 1г). Рост наночастиц в коллоидном растворе может быть объяснен за счет Оствальдовского созревания, взаимодействия на границе раздела жидкость-воздух с увеличением концентрации при длительном высыхании.

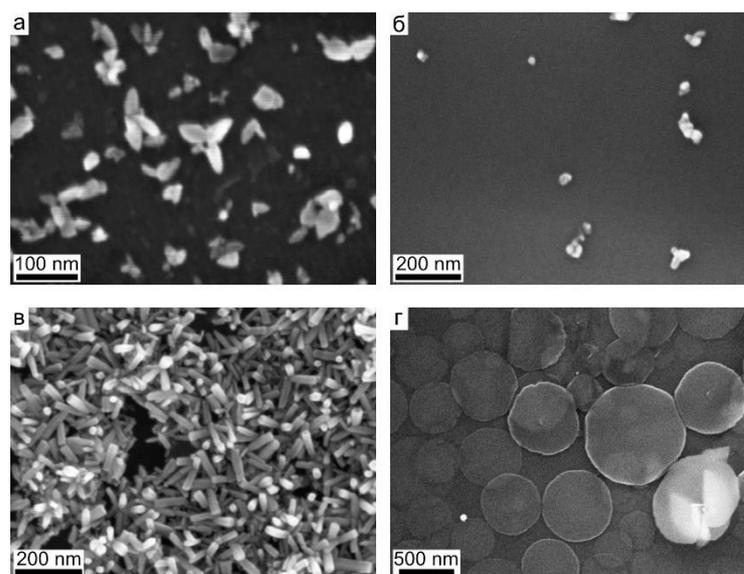


Рис. 1. Формы наночастиц цинка в результате: синтеза в (а) воде и (б) спирте; (в) нагрева коллоидного раствора, (г) длительного высыхания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (No 21-72-00116, <https://rscf.ru/project/21-72-00116>), с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ.

1. Kołodziejczak-Radzimska A., Jesionowski T., Zinc oxide - from synthesis to application: a review, *Materials* 7 2833–2881 (2014).
2. Zeng H., et al. Nanomaterials via laser ablation/irradiation in liquid: a review, *Adv. Funct. Mater.* 22 1333–1353 (2012).
3. Thanh N.T.K., Maclean N., Mahiddine S. Mechanisms of nucleation and growth of nanoparticles in solution, *Chem. Rev.* 114 7610–7630 (2014).