

УДК 544.45

DOI: 10.17223/00213411/64/5/38

О.В. БАКИНА, Н.В. СВАРОВСКАЯ, А.В. ПЕРВИКОВ, В.Р. ЧЖОУ, Е.А. ВОРНАКОВА, М.И. ЛЕРНЕР

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТИТАНАТА ЦИНКА ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОМ ДИСПЕРГИРОВАНИИ ТИТАНОВОГО И ЦИНКОВОГО ПРОВОДНИКОВ В КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩЕЙ АТМОСФЕРЕ *

Впервые электрическим взрывом титановой и цинковой проволок в кислородсодержащей атмосфере (аргон – кислород 20 об. %) были получены наночастицы титаната цинка. Эти наночастицы были аттестованы при помощи просвечивающей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Установлено, что частицы имеют сферическую форму и средний размер 82 нм. Фазовый состав представлен преимущественно титанатом цинка и небольшим количеством оксида титана, что соответствует фазовой диаграмме системы $\text{TiO}_2\text{--ZnO}$. Фотокаталитическая активность синтезированных наночастиц исследована в реакции разложения модельного красителя метиленового голубого и установлено, что она выше, чем у наночастиц оксида титана, полученных электрическим взрывом титановой проволоки в кислородсодержащей атмосфере. Кроме того, синтезированные наночастицы демонстрировали высокую антибактериальную активность в отношении бактерий MRSA.

Ключевые слова: электрический взрыв проволок, композитные наночастицы, титанат цинка, фотокатализатор.

Введение

В последнее время к разработке новых высокопроизводительных технологий получения материалов для очистки сточных вод от органических и бактериологических загрязнений проявляется особый интерес научного сообщества [1]. Все большее внимание уделяется простым одностадийным физическим методам, которые отличаются высокой производительностью и не требуют применения токсичных химических растворителей, специальных темплатов и стабилизаторов. Кроме того, физические методы легко масштабируются и позволяют получать наночастицы требуемого химического состава и размера. Перспективным методом для получения наночастиц химических соединений и сплавов является электрический взрыв проводников (ЭВП). ЭВП дает возможность в промышленном объеме синтезировать наночастицы и регулировать параметры синтеза (среду взрыва, введенную энергию, состав и геометрический размер проволок), их химический состав и микроструктуру [2]. ЭВП – быстротекущий процесс с высокими скоростями охлаждения дисперсной фазы, поэтому в наночастицах возможно формирование метастабильных состояний. Частицы, получаемые при ЭВП, имеют относительно узкую функцию распределения по размерам и средний размер от 60 до 100 нм [3].

Недавние исследования показали, что титанат цинка Zn_2TiO_4 является перспективным материалом благодаря его особым фотофизическим, оптико-акустическим и фотокаталитическим свойствам [4]. Однако исследование фотокаталитической активности Zn_2TiO_4 для разложения органических загрязнителей ограничено шириной его запрещенной зоны ≈ 3.06 эВ [5]. Одним из основных подходов для повышения фотоактивности титаната цинка под действием видимого света является снижение его дисперсности и увеличение количества активных центров для разложения, в связи с чем использование наночастиц размером менее 100 нм является перспективным [6]. Обычно для получения Zn_2TiO_4 берется твердофазный синтез [7–9], однако применение метода ограничено высокими температурами, большим размером частиц и химической неоднородностью продуктов. Золь-гель-метод перспективен для частиц нанометрового диапазона, однако использование стабилизаторов и темплатов ограничивает области применения таких частиц [5, 10, 11].

В представленной работе наночастицы Zn_2TiO_4 впервые получены электрическим взрывом двух свитых проволок в кислородсодержащей атмосфере. Структура и морфология наночастиц была охарактеризована методами УФ- и видимой спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с энерго-дисперсионным анализом, динамического светорассеяния, фазового

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2019-0033.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>