

УДК 535.37, 535.33/.34, 544.52, 544.576

DOI: 10.17223/00213411/63/8/128

*Е.А. ГАВРИЛЕНКО¹, Д.А. ГОНЧАРОВА¹, И.Н. ЛАПИН¹, М.А. ГЕРАСИМОВА², В.А. СВЕТЛИЧНЫЙ¹***ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА, ПОЛУЧЕННЫХ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИЕЙ, В РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ РОДАМИНА Б ***

Развитие методов синтеза и исследование свойств новых фотокатализаторов представляет большой интерес для экологии и возобновляемой энергетики. Одним из перспективных для фотокатализа материалов является оксид цинка. В данной работе импульсной лазерной абляцией (Nd:YAG-лазер, 1064 нм, 7 нс) в воде и воздухе с последующей термообработкой были получены нанопорошки ZnO. Структура и состав полученных порошков были изучены с помощью просвечивающей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции, дифференциальной сканирующей калориметрии. При помощи флуоресцентной спектроскопии исследована природа дефектных состояний наночастиц. Протестирована их фотокаталитическая активность в процессе фотодеградации родамина Б при возбуждении широкополосным видимым и УФ-видимым излучением. Обсуждено влияние состава и морфологии оксида цинка и природы дефектных состояний на фотокаталитическую активность.

Ключевые слова: оксид цинка, импульсная лазерная абляция, наночастицы, спектрально-люминесцентные свойства, дефекты, фотокатализ, родамин Б.

Введение

Создание эффективных материалов для фотокаталитического разложения органических соединений при решении задач экологии, химических технологий и возобновляемой энергетики – одно из актуальных направлений современных исследований [1, 2]. К настоящему времени безусловным лидером среди фотокатализаторов по широте исследований и областям практического применения являются фотокатализаторы на основе диоксида титана [3, 4]. Однако TiO₂ обладает рядом недостатков, что стимулирует поиск новых материалов для фотокатализа и технологий их синтеза. Среди эффективной и недорогой альтернативы диоксиду титана можно выделить оксид цинка ZnO – прямозонный полупроводник группы A^{II}B^{VI} ($E_g \sim 3.3\text{--}3.4$ эВ, энергия связи экситона 60 мэВ [5]) с рядом специфических свойств, обусловленных зонной структурой, позволяющих применять его в фотокатализе, устройствах для оптоэлектроники, спинтроники, солнечной энергетики, сенсорики. При сравнимой ширине запрещенной зоны ZnO зачастую превосходит TiO₂ по активности при возбуждении видимым светом [6]). Высокая реакционная способность ввиду насыщенности атомов поверхности порошков ZnO и способность генерировать активные формы кислорода позволяет эффективно ингибировать рост патогенных бактерий, что находит применение в материалах биомедицинского назначения. ZnO, являясь относительно безопасным для экологии и здоровья человека, в отличие от многих других полупроводниковых оксидов, позволяет при обработке воды одновременно решать задачи как эффективной фотокаталитической деколоризации, так и дезинфекции.

Среди множества методов получения наночастиц (НЧ) ZnO, таких, как гидротермальный, микроволновый, сонохимический, золь-гель-синтез и осаждение [7–11], в последние десятилетия широко используется импульсная лазерная абляция (ИЛА) в жидкости [12]. Неравновесный процесс формирования частиц при воздействии интенсивных коротких импульсов лазерного излучения состоит из нескольких стадий и сопровождается накладывающимися и конкурирующими друг с другом физико-химическими процессами (поглощение излучения, плавление, испарение, расширение плазмы, химические реакции, формирование кластеров и вторичное воздействие на них лазерного излучения). В результате абляции в зависимости от параметров эксперимента возможно формирование высокодефектных НЧ различного состава и структуры с уникальными свойствами [13].

Установление влияния условий синтеза на состав, структуру и функциональные свойства НЧ ZnO – важная задача, решение которой позволяет получить эффективные материалы для фотокатализа. Поэтому влияние параметров возбуждения и химической природы растворителя при абля-

* Работа поддержана Программой повышения конкурентоспособности ТГУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров, Г.Д.А. поддержана стипендией Президента Российской Федерации (SP-1772.2018.4).

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>