

1. P. Jackson, R. Wuerz, D. Hariskos, E. Lotter, W. Witte, M. Powalla, *Physica Status Solidi RRL* 10, 583 (2016)
2. A. Jasenek, U. Rau, *J. Appl. Phys.* 90, 650 (2001)
3. D.L. Batzner, A. Romeo, M. Terheggen, M. Dobeli, H. Zogg, A.N. Tiwari, *Thin Solid Films*, 451, 536 (2004)
4. M. Sugiyama, S. Aihara, Y. Shimamune, H. Katagiri, *Thin Solid Films*, 642, 311 (2017)
5. B. Dimmler, M. Powalla, H. W. Schock, *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 10, 149 (2002)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОТРУБОК ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ СИНТЕЗА НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ

Дорошева И.Б.^{1,2,3}, Сушникова А.А.^{1,2}, Валеева А.А.^{1,3}, Ремпель А.А.^{1,2,3}

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург

³) Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург

E-mail: sushnikova.ann@gmail.com

PRODUCING METHOD OF TITANIUM DIOXIDE NANOTUBES FOR NEW DRUG ORGANIC MOLECULES SYNTHESIS

Dorosheva I.B.^{1,2,3}, Sushnikova A.A.^{1,2}, Valeeva A.A.^{1,3}, Rempel A.A.^{1,2,3}

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²) Institute of Metallurgy, Ural Branch of the RAS, Yekaterinburg, Russia

³) Institute of Solid State Chemistry, Ural Branch of the RAS, Yekaterinburg, Russia

The nanotubular films of titanium dioxide were grown by anodization of titanium foil using an original technique. The sample was subsequently annealed at 350 °C to obtain an anatase phase. Certification of samples was carried out by the method of XRD, SEM and BET.

В последнее десятилетие наноструктурированный диоксид титана TiO₂ привлекает все большее внимание исследователей по всему миру в связи с перспективой его использования в качестве фотокатализатора для синтеза органических молекул с высокой эффективностью в соответствии с принципами зеленой химии [1, 2]. Наноструктурированный диоксид титана TiO₂ является нетоксичным, экологически безопасным, экономически доступным и эффективным функциональным материалом с широкой областью использования: окисления вредных органических веществ и синтеза новых органических молекул в видимом и ультрафиолетовом диапазоне света. Ранее [2] были проведены исследования наночастиц TiO₂ для фотокатализатора, активного в реакциях дегидрогенативного кросс-сочетания, и удалось получить высокую долю выхода продукта реакции. Однако, использование нанотрубок с развитой поверхностью, возможно, позволит улучшить достигнутые результаты. В связи с этим, целью работы являлось

получение нанотрубок диоксида титана для дальнейшего использования их в качестве фотокатализатора при синтезе новых лекарственных органических молекул.

Нанотубулярный диоксид титана был синтезирован методом анодирования титановой фольги в потенциостатическом режиме в течение 60 минут при напряжении 60 вольт с поддержанием температуры электролита на уровне 20 °С на установке Digma. В качестве электролита был использован фторсодержащий раствор этиленгликоля с добавлением воды в пропорции $\text{NH}_4\text{F} : \text{H}_2\text{O}_{\text{дист}} : \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2 = 1 : 2 : 98$ по массе. Все химические реагенты имели класс чистоты ЧДА. Полученные нанотрубки были механически отделены от титановой подложки и отожжены в муфельной печи SNOЛ при 350 °С в течение 60 минут для получения кристаллической фазы анатаза.

Рентгенофазовый анализ полученных нанотрубок TiO_2 был выполнен в $\text{CuK}\alpha_{1,2}$ излучении на автодифрактометре Shimadzu XRD-7000. Рентгенограммы снимались в режиме пошагового сканирования с $\Delta(2\theta) = 0.03^\circ$ в интервале углов 2θ от 10° до 80° с высокой статистикой. Удельная площадь поверхности образцов была измерена с использованием анализатора Gemini VII 2390 с предварительной дегазацией при 120 °С. Исследование морфологии нанотрубок было выполнено на растровом электронном микроскопе SIGMA VP (CarlZeiss).

Диффузное гало на рентгенограмме и отсутствие ярко выраженных пиков синтезированных нанотрубок диоксида титана подтверждает аморфность полученной структуры диоксида титана. Только отжиг обеспечивает переход диоксида титана в кристаллическую фазу анатаза. Удельная площадь поверхности синтезированных нанотрубок составляет $14 \text{ м}^2/\text{г}$ и увеличивается до $54 \text{ м}^2/\text{г}$ при переходе в фазу анатаза.

Используемые условия синтеза позволяют получать толстые пленки диоксида титана (до 6 мкм), сохраняя при этом нанометровый размер диаметра трубок. Данная толщина оксидного слоя достаточна для ее беспрепятственного механического отделения от титановой фольги и последующего использования в качестве фотокатализатора в реакциях дегидрогенативного кросс-сочетания.

Работа поддержана проектом РФФИ № 20-03-00299а.

1. Valeeva, A.A., Kozlova, E.A. et. al., Scientific Reports, 8(1), 9607 (2018)
2. Dorosheva, I.B., Rempel, A.A., et. al., Inorganic Materials, 55(2), 155-161 (2019)