

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Войтко Глеб Георгиевич

**Наноструктурированные поверхности диоксида
титана для создания фотокаталитически
активных гетероструктур**

Специальность 000.00.00 —
Научно-исследовательская

Курсовая работа

Научный руководитель:
д. Хорошко Л. С.

Минск 2023

Оглавление

1	Введение	3
2	Методы получения наноструктурированных поверхностей TiO₂	4
2.1	Метод осаждения паров	4
2.2	Электрохимические методы	4
	Литература	6
	Список литературы	6

Глава 1

Введение

Несомненно, возможность проведения таких сложных химических процессов, как инактивация бактерий или превращение CO_2 в топливо, без использования высоких давлений или повышенных температур и с использованием света в качестве единственного источника энергии, интересна не только с инженерной точки зрения, но и с фундаментальной точки зрения. По этой причине в последние десятилетия активно проводятся исследования в области создания наноматериалов для фотокатализа. Область нанотехнологий вызвала большой интерес прежде всего потому, что в наномасштабе материалы обладают многочисленными новыми и врожденными свойствами. Эти свойства, зависящие от размера, включают новое поведение фазового перехода, особые термические и механические свойства, интересную поверхностную активность и реакционную способность (катализ), а также необычные оптические, электрические и магнитные характеристики [2]. Целью этой работы ставится исследование методов получения и использования наноструктурированных поверхностей диоксида титана, рассмотрение его фотокаталитических свойств. Опубликован ряд обзоров и отчетов по различным аспектам диоксида титана, включая его свойства, получение, модификацию и применение: кратко рассмотрены важные особенности облученной поверхности TiO_2 и представлен обзор типичных фотокаталитических реакций, наблюдаемых на гетерогенных дисперсных полупроводниках, также описаны эксперименты, которые помогают определить механизм такого фотокатализа [5]. Проанализированы некоторые принципы работы гетерогенного фотокатализа TiO_2 [6].

Глава 2

Методы получения наноструктурированных поверхностей TiO_2

2.1 Метод осаждения паров

В последнее время широко исследуются методы осаждения из паровой фазы для изготовления различных наноматериалов, в том числе NS- TiO_2 (NS - наноструктурированный - англ. nanostructured). В типичном процессе толстые кристаллические пленки TiO_2 с размером зерна менее 30 нм, а также наночастицы TiO_2 с размером менее 10 нм были получены путем пиролиза изопропоксида титана в смешанной атмосфере гелия/кислорода и осуществления доставки жидкого прекурсора. При осаждении на холодных участках реактора при температурах ниже 90°C с плазменным методом осаждения паров были получены и кристаллизованы аморфные наночастицы TiO_2 с относительно высоким отношением площади поверхности к объему. Это происходит после отжига наночастиц при высоких температурах. Недостатками этого метода являются высокая температура процесса (около 1000°C), значительные размерные изменения и геометрические искажения изделий [4].

2.2 Электрохимические методы

Данный метод часто используется для получения покрытия, обычно металлического, на поверхности анода путем восстановления на катоде. Особое внимание уделяется анодному окислению титана в различных электролитах. Влияние параметров синтеза, таких как плотность тока, концентрация электролита, приложенное напряжение и время анодного окисления, широко изучалось в [7]. Нанотрубки диоксида титана можно получить на тонкой титановой фольге анодированием в HF, содержащей водные растворы различных концентраций. Массивы нанотрубок постоянной длины с различным диаметром (25–65 нм) были получены при переменных напряжениях анодирования. Также обнаружено, что по мере увеличения напряжения наблюдается дисперсные или узловатые

структуры, дискретно-полые цилиндрические трубки и губкообразная пористая структура [7]. Используя двухстороннее электрохимическое окисление титана в электролите, состоящем из воды, NH_4F и этиленгликоля, получают два высокоупорядоченных гексагональных плотноупакованных массива нанотрубок титана, разделенных тонким компактным оксидным слоем. Потенциостатическое анодирование титана в этиленгликолевом, NH_4F и водном электролите резко увеличивает скорость роста массива нанотрубок примерно до 15 мкм/ч, что представляет собой скорость роста примерно на 750–6000% выше, чем наблюдаемая, соответственно, в других полярных органических соединениях. или электролиты на водной основе, ранее использовавшиеся для формирования массивов нанотрубок TiO_2 [7].

Литература

- [1] Juan M. Coronado • Fernando Fresno, María D. Hernández Alonso, Raquel Portela — Design of Advanced Photocatalytic Materials for Energy and Environmental Applications — *Springer-Verlag London 2013*
- [2] Alireza Khataee, G Ali Mansoori — Nanostructured Titanium Dioxide Materials — *2012 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.*
- [3] А.А. Гончаров, А.Н. Добровольский, Е.Г. Костин, И.С. Петрик, Е.К. Фролова — Оптические, структурные и фотокаталитические свойства наноразмерных пленок диоксида титана, осажденных в плазме магнетронного разряда — *Журнал технической физики, 2014, том 84, вып. 6.*
- [4] Lai-Chang Zhang, Liang-Yu Chen, Liqiang Wang* — Surface Modification of Titanium and Titanium Alloys: Technologies, Developments, and Future Interests — *Adv. Eng. Mater. 2020, 22, 1901258.*
- [5] M.A. Fox, M.T. Dulay — Heterogeneous photocatalysis — *Chemical Reviews, 83, 341–357, (1993).*
- [6] T. Yates, Jr, A.L. Linsebigler, G. Lu — Photocatalysis on TiO₂ surfaces: principles, mechanisms and selected results — *Chemical Reviews, 95, 735–758, (1995).*
- [7] H.E. Prakasam, K. Shankar, M. Paulose, O.K. arghese, C.A. Grimes — A new benchmark for TiO₂ nanotube array growth by anodization — *Journal of Physical Chemistry C, 111(20), 7235–7241, (2007).*