

*Уроботіт твердофазовим методом синтезовано нанодисперсний титану (IV) оксид, допований сіркою (S-TiO<sub>2</sub>). Отриманий S-TiO<sub>2</sub> володіє високими фотокаталітичними властивостями при розкладі метиленового синього та родаміну Б*

*Ключові слова: титану (IV) оксид, допований сіркою; фотокаталізатори*

*В работе с помощью твердофазового метода синтезирован нанодисперсный оксид титана, допированный серой (S-TiO<sub>2</sub>). Полученный S-TiO<sub>2</sub> владеет высокими фотокаталитическими свойствами при разложении метиленового синего и родамина Б*

*Ключевые слова: оксид титана, допированный серой; фотокаталитизаторы*

*In work the nanodispersed titanium oxide doping with sulfur (S-TiO<sub>2</sub>) have been synthesized by solid-phase method. Received S-TiO<sub>2</sub> has high photocatalytic properties of methylene blue and rodamine B decomposition*

*Key words: titanium oxide doping with sulfur; photocatalysts*

# СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА ТИТАНА, ДОПИРОВАННОГО СЕРОЙ

**К.С. Бесага**

Аспирант\*

Контактный тел.: т.(032) 258-25-33

E-mail: tusja@e-mail.ua

**В.Ю. Кунько**

Аспирант

Кафедра «Фотоника»\*\*

Контактный тел.: т.(032) 258-25-81

E-mail: vkunko@mail.ru

**Я.И. Вахула**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой\*

Контактный тел.: т.(032) 258-21-67

E-mail: sylikat@polynet.lviv.ua

**И.В. Луцюк**

Кандидат технических наук, доцент\*

\*Кафедра «Химическая технология силикатов»\*\*

Контактный тел.: т.(032) 258-21-67

\*\*Национальный университет «Львовская политехника» пл. Св. Юры, 9, г. Львов, 79013

**А.Я. Барыляк**

Кандидат медицинских наук, ассистент

Кафедра терапевтической стоматологии

Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого

## 1. Введение

В последнее время проводятся интенсивные исследования синтеза новых наноматериалов и методов модифицирования путем внедрения в их структуру частиц других элементов. Благодаря этому улучшается или изменяется уже известный спектр физико-химических свойств материалов и расширяется область их применения.

Значительный интерес представляет оксид титана (ТО), высокодисперсные порошки которого используются для изготовления газовых сенсоров, функци-

ональной диэлектрической керамики, красителей [1]. Кроме всего, заинтересованность этим соединением обусловлена его нерастворимостью в кислотах, а также высокой химической стабильностью.

Пожалуй, самым ценным свойством TiO<sub>2</sub>, является фотокаталитическая способность, что позволяет использовать его для осуществления ряда физико-химических процессов с образованием нетоксичных продуктов [2,3]. Это позволит в будущем использовать ТО, как фотокаталитизатор, способный утилизировать органические загрязнители из воды, воздуха и других сред. Кроме этого, добавление пудры из наночастиц

TiO<sub>2</sub> в автомобильное топливо снижает вредные примеси в выхлопных газах.

Следует особо отметить, что высокую фотокаталитическую способность TiO<sub>2</sub> проявляет лишь под действием ультрафиолетового излучения [4]. Поэтому приоритетным заданием в данном направлении является расширение области поглощения ТО в видимый диапазон спектра за счет модификации его структуры.

Данная работа посвящена синтезу нанодисперсного порошка оксида титана, допированного серой (S-TiO<sub>2</sub>), и исследованию его фотокаталитических свойств.

## 2. Синтез нанопорошка S-TiO<sub>2</sub>

Нанодисперсный порошок S-TiO<sub>2</sub> получен твердофазовым методом. Исходными компонентами для синтеза служили тиомочевина ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CS) и метатитановая кислота (H<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub>). Последняя обеспечивает получение пастообразной смеси на первой стадии синтеза S-TiO<sub>2</sub>, позволяющая исключить стадию выпаривания раствора, свойственную жидкофазным методам, благодаря чему уменьшаются энергетические расходы, и сокращается продолжительность процесса получения. Приготовленная пастообразная смесь подвергалась термообработке в электрической печи при температуре 500°C с изотермической выдержкой 1 ч. В результате получен порошок желтого цвета, микроскопические исследования которого (рис. 1) позволяют фиксировать хаотически расположенные наночастицы в форме параллелепипедов (10\*10\*20 нм).

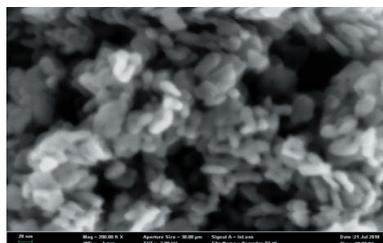


Рис. 1. Фотография S-TiO<sub>2</sub>

## 3. Фотокаталитическая активность

Фотокаталитическая активность образцов, содержащих наночастицы S-TiO<sub>2</sub> и перекись водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) в гидрофильном геле, исследовалась в процессе фоторазложения органических красителей (родамин Б (РБ) и метиленовый синий (МС) с λ<sub>max</sub>РБ = 554 нм, λ<sub>max</sub>МС = 660 нм). Активацию образцов с красителями проводили с помощью облучения мощным светодиодом (λ<sub>max</sub> = 460 нм). При этом происходило расщепление хромофорных колец органических молекул без образования дополнительных полос поглощения.

Для определения оптимального содержания образцов, растворы перекиси водорода различных концентраций (2, 4, 6, 8 % масс) смешивали с водными растворами РБ. Полученные растворы и порошок S-TiO<sub>2</sub> вносили в только что приготовленный вязкий водный раствор поливинилового спирта (10 % масс.).

Измерения поглощения образцов проводили при разных часовых интервалах активации (рис. 2).

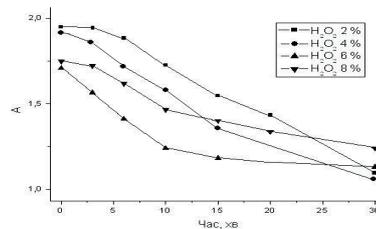


Рис. 2. Разложение РБ в образцах с разным содержанием H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



Рис. 3. Типичный вид образцов до и после фотокаталитического разложения образцов из РБ

Установлено, что важное влияние на процесс фоторазложения, кроме интенсивности облучения имеет концентрация H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в связи с его диспропорционированием. Минимальная продолжительность разложения РБ (t = 10 мин) наблюдалась в образце с содержанием перекиси водорода около 6%.

Об окончании фотокаталитической реакции разложения РБ свидетельствует полное обесцвечивание образцов (рис. 3).

Для определения оптимальной концентрации порошка S-TiO<sub>2</sub> готовили гели с разным его содержанием (2, 8, 14, 20% масс). Водные растворы МС с оптимальной концентрацией пероксида водорода (6% масс) смешивали с готовыми гелями. Измерения поглощения образцов проводили аналогично предыдущим (рис. 4).

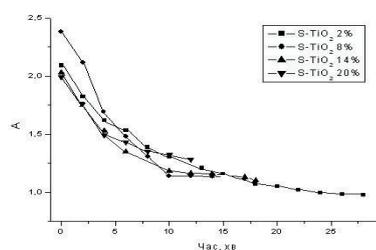


Рис. 4. Разложение МС в образцах с разным содержанием S-TiO<sub>2</sub>



Рис. 5. Типичный вид образцов до и после фотокаталитического разложения образцов из МС

Приведенные кинетические зависимости показывают, что при увеличении содержания S-TiO<sub>2</sub> в геле в 10 раз, длительность разложения МС уменьшается уже в 6 раз и составляет 4 мин.

Изменение красителя на МС подтверждает универсальность нанопорошка S-TiO<sub>2</sub> и гелей на его основе. Аналогично окончание фотокаталитической реакции разложения МС подтверждено полным обесцвечением образцов (рис. 5).

#### 4. Выводы

Показано что, наноразмерный S-TiO<sub>2</sub>, включенный в гелеобразную матрицу, проявляет высокие фотокаталитические свойства в процессах разложения органических красителей, поскольку модификация серой обеспечила его сенсбилизацию в видимый диапазон спектра. Дополнительно, использование S-TiO<sub>2</sub> в сочетании с H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> дает возможность генерировать высокоэффективные радикалы OH\* для прохождения полного окисления вредных веществ и существенно уменьшить время полреакции, являющейся важной характеристикой для широкого практического применения нанофотокатализатора.

*У роботі представлена інженерна методика розрахунку динамічної утримуючий здатності сітчастих роздільників фаз, що дозволяє на етапі ескізного проектування визначити працездатність засобів забезпечення суцільності палива в динамічних умовах*

*Ключові слова: літальний апарат, паливо, роздільники фаз, сітка*

*В работе представлена инженерная методика расчета динамической удерживающей способности сетчатых разделителей фаз, которая позволяет на этапе эскизного проектирования определить работоспособность средств обеспечения сплошности топлива в динамических условиях*

*Ключевые слова: летательный аппарат, топливо, разделители фаз, сетка*

*In given work the engineering design procedure of dynamic retention of mesh phase's delimiters is presented. This allows to determine functionability of means fuel continuity support in dynamic conditions at a stage of outline designing*

*Key words: spacecraft, fuel, phase's delimiter, mesh*

#### 1. Вступление

При движении летательного аппарата (ЛА) по пассивному участку траектории жидкое ракетное топли-

#### 5. Литература

1. Ханик Я.М. Кінетика конвективного та конвективно-кондуктивно сушіння метатитанової кислоти (МТК) / Я.М. Ханик, О.В. Станіславчук, В.П. Дулеба // Наук. вісник Укр. ДЛТУ – 2006. – 16.5. – С. 107-114.
2. Wills R.W. Synergism between porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) and salmonella choleraesuis in swine / R. W. Wills, J. T. Gray, P. J. Fedorka-Cray, K. J. Yoon, S. Ladely and J. J. Zimmerman, J. // Vet. Med. Sci. – 2000. – 71. – P. 177-192.
3. Cai R. Induction of Cytotoxicity by Photoexcited TiO<sub>2</sub> Particles / R. Cai, Y. Kubota, T. Shuin, H. Sakai, K. Hashimoto and A. Fujishima. // Cancer Research – 1992. – 52. – P. 2346-2348.
4. Liu Y. Characterization of metal doped-titanium dioxide and behaviors on photocatalytic oxidation of nitrogen oxides / Y. Liu, H.Q. Wang, Z.B. Wu // J Environ Sci – 2007. – № 19 (12) – P. 1505-1509.

УДК 629.7.014.18

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЕТЧАТЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ ФАЗ

**С. А. Давыдов**

Доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой

Кафедра проектирования и конструкций  
Днепропетровский национальный университет  
имени Олеса Гончара

пр. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49010  
Контактный тел. : 099-381-48-19  
E-mail.: gorelova-kristi@mail.ru

во находится в условиях действия переменного поля массовых сил и неизбежно перемешивается с газовой фазой. Для успешного повторного запуска двигателей ЛА необходимо исключить поступление газа наддува