

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дорошевой Ирины Борисовны «Структурные, оптические и фотокаталитические свойства наночастиц нестехиометрического диоксида титана», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.3.8 – Физика конденсированного состояния и 1.4.4 – Физическая химия.

В настоящий момент синтез наноструктурированных модификаций диоксида титана, а также исследование его физико-химических свойств представляет не только фундаментальный интерес, но и имеет большое практическое значение, так как он имеет серьезный потенциал при использовании в качестве фотокатализаторов и фотосорбентов. Ключевым фактором в получении наноструктурированного диоксида титана с управляемыми свойствами является понимание взаимосвязи между условиями синтеза, фазовым составом, структурой, дефектностью и физико-химическими свойствами. Таким образом, актуальным является вопрос эффективного использования  $\text{TiO}_2$  при облучении видимым светом с учетом условий его синтеза и особенностей модификации. В работе Дорошевой И.Б. всесторонне рассматривается влияние параметров анодного оксидирования и золь-гель синтеза наноразмерных модификаций диоксида титана на структурно-фазовое состояние, оптические и фотокаталитические свойства. Также представлены несколько вариантов физико-химической модификации  $\text{TiO}_2$ : высокотемпературный отжиг на воздухе и среде водорода, декорирование частицами сульфида кадмия. Особый акцент делается на изучении влияния параметров получения и модификации диоксида титана на оптические свойства наноматериалов, которые не были установлены ранее. В связи с этим, диссертационная работа представляет самостоятельный научный интерес, а также имеет важное практическое значение в области применения фотокаталитических материалов.

В представленной работе Ирина Борисовна решила ряд важнейших задач, связанных с особенностями получения и модифицирования наноразмерного диоксида титана, а также провела комплексное исследование структурно-фазового состояния и физико-химических свойств синтезированного материала. На основе полученных результатов автором установлены закономерности изменения фазового состава и структуры нанотрубок  $\text{TiO}_2$ , а также их физико-химические свойства, в зависимости от способа и параметров получения, высокотемпературного отжига до  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  на воздухе и атмосфере водорода, декорирования наночастицами  $\text{CdS}$ . Причем показано, что модификация наночастицами  $\text{CdS}$  позволяет существенно повысить фотокаталитическую активность наноструктурированного диоксида титана (на порядок по сравнению с зарубежными аналогами). Необходимо отметить, что полученные данные сопоставляются с характеристиками коммерческого зарубежного нанопорошка диоксида титана Degussa P25. Диссертантом продемонстрировано, что полученные модифицированные нанотрубки  $\text{TiO}_2$  превосходят аналог Degussa P25 по ключевым характеристикам, что делает работу привлекательной в рамках программы импортозамещения. С фундаментальной точки зрения полученные в работе результаты вносят значительный вклад в понимание закономерностей формирования структуры и физико-химических свойств наноразмерных модификаций диоксида титана в зависимости от параметров синтеза анодным оксидированием и золь-гель методом.

Исходя из текста автореферата имеются вопросы, требующие разъяснения.

1. По тексту работы отмечено, что анализ массива нанотрубок после отжига при  $350\text{ }^\circ\text{C}$  (рисунок 2) позволил установить межплоскостные расстояния  $3,5\text{ \AA}$  и  $2,3\text{ \AA}$ ,

соответствующие фазе анатаза и  $Ti_3O_5$ . Результаты СЭМ не позволяют сделать такое заключение. Исходя из каких данных были сделаны данные выводы?

2. Рисунок 3 и таблица 1 отражают фазовый состав нанотрубок после отжига на воздухе. Однако, по тексту автореферата в таблице 1 должны быть отражены данные после отжига в водороде. Скорее всего автор допустил ошибку. Какие данные подтверждают наличие брукита,  $Ti_4O_7$  и  $Ti_6O_{11}$  в образцах после отжига при  $400\text{ }^\circ\text{C}$  в среде водорода?

3. Результаты измерения фотокаталитической активности (рисунок 14) показали, что у полученных образцов под действием УФ-излучения активность снижается на 10-15% через 2 часа, а далее не изменяется. Какое максимальное время эксперимента было выбрано? Наступает ли деградация фотокатализаторов при длительном облучении?

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы.

В целом работа Дорошевой И.Б. производит положительное впечатление, безусловно является актуальной, содержит новые научные результаты и представляет интерес для практического применения. Достоверность основных выводов работы и положений, выносимых на защиту, не вызывает сомнений и достигается за счет грамотно проведенного эксперимента, анализа полученных результатов, большого объема данных, а также апробации на российских и международных конференциях. Основные результаты работы опубликованы в 36 печатных работах, в том числе в 11 статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и в 25 статьях в журналах, входящих в системы цитирования Scopus и Web of Science.

На основании изложенного считаю, что представленная работа удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Дорошева Ирина Борисовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.3.8 – Физика конденсированного состояния и 1.4.4 – Физическая химия.

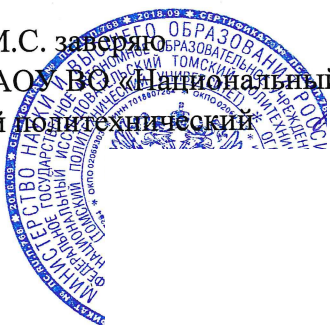
Даю свое согласие на обработку персональных данных.

Кандидат технических наук (специальность  
05.11.13 Приборы и методы контроля природной  
среды, веществ, материалов и изделий),  
научный сотрудник лаборатории перспективных  
материалов и обеспечения безопасности  
водородных энергосистем Инженерной школы  
ядерных технологий ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Томский политехнический  
университет»

Сыртанов Максим Сергеевич  
14.05.2024

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
тел.: +7 (3822) 701777 (доб. 1542)  
e-mail: mss12@tpu.ru

Подпись Сыртанова М.С. заверено  
И.о. Ученого секретаря ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Томский политехнический  
университет»



Новикова Валерия Дмитриевна  
14.05.2024