

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Горшкова Александра Андреевича «Физико-химические основы формирования легкоизвлекаемых фотокатализаторов на основе диоксида титана», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Диссертационная работа Горшкова А.А. посвящена изучению закономерностей формирования композитов «носитель–фотокатализатор» на основе диоксида титана для создания эффективно функционирующих фотокаталитических водоочистных систем. Актуальность исследования связана с решением задачи создания на базе фотокаталитически активного  $\text{TiO}_2$  высоко устойчивого при использовании и магнитно извлекаемого из водных средств материала. Для решения этой задачи предложено сформировать композит, включающий наночастицы  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Свойства каждого из этих компонентов известны, но представляло интерес изучить структурообразование и морфологию композитов на основе ядер магнетита, покрытых смешанными оксидами  $\text{TiO}_2$  и  $\text{SiO}_2$ . Назначение синтезированных образцов фотокатализатора – фотодеструкция фенола, метиленового голубого и метиленового оранжевого в водных растворах при ультрафиолетовом облучении.

Цель и задачи работы соответствуют направлению создания наиболее эффективно функционирующих фотокаталитических водоочистных систем.

Судя по состоянию исследований в области создания и практического использования фотокатализаторов, выбор состава синтезируемого композитора и планируемое достижение полученными образцами фотокатализатора определённых функциональных свойств, предусмотренных в диссертации, вполне отвечает требованиям целесообразности и новизны. Изложенная в разделе 2 информация дает представление о методиках, использованных при проведении исследования.

В разделе 3 представлены основные результаты проведённого исследования. Считаю возможным обратить внимание на те из них, которые в особой мере влияют на решения задач диссертационной работы. Так, обнаружена зависимость механической стабильности покрытия от результатов взаимодействия компонента

SiO<sub>2</sub> с оксидом кремния подложки из боросиликатного стекла. Показана возможность стабилизации ядер магнетита с использованием лимонной кислоты или поливинилового спирта. Реализовано использование при синтезе композитов на основе TiO<sub>2</sub> в качестве прекурсора пероксотитановой кислоты. Подробно исследована термообработка композитов. Подтверждено, что TiO<sub>2</sub> в форме анатаза проявляет более высокую по сравнению с другими полиморфами фотокаталитическую активность. Важным общим результатом работы является оптимизация условий получения композитов, обеспечивающих фотокаталитическую активность, устойчивость и магнитную извлекаемость полученных образцов фотокатализаторов.

При выполнении исследования использованы современные физико-химические методы анализа и научное оборудование высокой точности, что обеспечивает достоверность полученных результатов. УФ-видимая спектроскопия позволила работать с ультрафиолетом и видимым светом.

В ходе знакомства с текстом автореферата, неизбежно ограниченного по объему, ощутились некоторые трудности и возник вопрос.

1. Для обозначения многочисленных синтезированных образцов разного состава и приготовленных при варьировании условий синтеза использована сложная аббревиатура, которая трудна для расшифровки, что осложняет восприятие смысла излагаемого материала. Желательно было сформировать общую таблицу, включающую предложенную аббревиатуру с её расшифровкой.

2. В разделе 3.2.6 а автореферата анализируется на качественном уровне изменение ширины запрещенной зоны образцов композитов в зависимости от их состава и температуры постсинтетической обработки. К сожалению, в автореферате не приведены экспериментально определённые значения ширины запрещенной зоны для синтезированных образцов композитов. Справочное значение ширины запрещенной зоны для чистой фазы анатаза 3,23 эВ, что делает энергию, необходимую для разделения пары электрон-дырка, достаточной только для ультрафиолета. Расширение ширины запрещенной зоны приводит к увеличению количества активных центров и следовательно к улучшению фотокаталитических характеристик. Поэтому желательно представить для

обсуждения именно числовые значения ширины запрещенной зоны, определенные для систем композиционных образцов фотокатализаторов.

3. Интересно узнать мнение автора диссертации о перспективах возможности расширения фотокаталитических свойств композитов на основе  $\text{TiO}_2$  с целью использования для фотокатализа видимой области света, что привлекательно в экономическом аспекте.

Возникшие замечания и вопрос не ставят под сомнение результаты проведённого исследования и не снижаются ценности работы, которая заслуживает высокой оценки.

Диссертационная работа Горшков А.А. соответствует всем требованиям и отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, установленным в п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в последней редакции).

Автор диссертационной работы, Горшкова А.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Отзыв подготовлен Вольхиным Владимиром Васильевичем – доктором химических наук по специальности 02.00.01 неорганическая химия, профессором кафедры «Химия и биотехнология» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «ПНИПУ»).

Адрес: 614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, д. 9.

Тел./факс: +7 (342) 2-391-511.

E-mail: vvv@pstu.ru



Вольхин Владимир Васильевич

5.12.2023

Личную подпись Вольхина Владимира Васильевича удостоверяю  
ученый секретарь ФГАОУ ВО ПНИПУ  
Макаревич Владимир Иванович

