

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барсукова Дениса Валерьевича «Фотоокисление СО и летучих органических соединений на поверхности гидратированных полупроводниковых катализаторов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Диссертационная работа Барсукова Дениса Валерьевича посвящена изучению особенностей механизма фотоокисления СО и летучих органических соединений (ЛОС) на полупроводниках при частичном покрытии их поверхности адсорбированной водой, а также разработке более эффективных фотокатализаторов, перспективных для применения в области очистки воздуха. Помимо кинетических измерений в качестве основного экспериментального метода исследования использовалась ИК-спектроскопия в различных вариациях. Постановка экспериментов соответствует, в целом, сформулированным автором задачам исследования.

Данное исследование, несомненно, является *актуальным*, так как способствует развитию представлений об образовании различных активных окислительных частиц на поверхности полупроводниковых фотокатализаторов и их реакционной способности. Несмотря на интенсивное развитие гетерогенного фотокатализа в последние десятилетия, цельной и общепринятой картины, описывающей механизм фотокаталитического окисления ЛОС, не сформировалось. В этой связи акцент на исследовании частично гидратированных катализаторов выглядит особенно продуктивным, так как в этих условиях каталитические свойства полупроводниковых оксидов могут существенно отличаться от каталитических свойств сравнительно лучше изученных систем – «полупроводник-вода» и «полупроводник-вакуум».

В работе был получен ряд новых оригинальных научных результатов. Впервые показано, что в ходе изменения покрытия адсорбированной водой скорость фотокаталитического окисления СО на  $\text{TiO}_2$  проходит через максимум, тогда как для других исследованных оксидов этого не наблюдается. Измерения скорости фотоокисления СО в отсутствие газообразного кислорода показали, что роль воды в увеличении скорости окисления СО заключается в стимулировании фотосорбции кислорода, при этом основными формами фотосорбированного кислорода в этих условиях были предположены поверхностные пероксиды. В дальнейшем это было подтверждено разностными ИК-спектрами при облучении

TiO<sub>2</sub> в присутствии H<sub>2</sub>O и O<sub>2</sub>. Реакционная способность поверхностных пероксидов при УФ-облучении подтверждена ИК-спектрами в ходе фотоокисления СО и этанола. Показана высокая активность фтор-модифицированного TiO<sub>2</sub> в удалении соединений, являющихся типичными полупродуктами фотокаталитической очистки воздуха, вместе с тем продемонстрировано отрицательное влияние допирования фтором на активность TiO<sub>2</sub> в фотоокислении газообразных H<sub>2</sub>S и бензола. Обнаружено, что модифицирование диоксида титана фтором приводит к увеличению концентрации поверхностных пероксидов при УФ-облучении, что рассматривается как одна из причин изменения фотокаталитической активности F/TiO<sub>2</sub> и подчеркивает роль пероксидных частиц в процессах фотокаталитического окисления газообразных соединений на TiO<sub>2</sub>. Данные результаты обладают несомненной *научной новизной*. Часть работы по модифицированию TiO<sub>2</sub> фтором обладает также очевидной *практической значимостью*, что отражено, в том числе, получением патента РФ.

Автореферат хорошо написан и производит благоприятное впечатление. Результаты исследования согласуются с известными литературными данными и получены с помощью надежных методов физико-химического анализа, что позволяет не сомневаться в их достоверности.

При прочтении автореферата возникло несколько замечаний, носящих скорее рекомендательный характер и не снижающих высокую оценку работы

1. Ввиду высокой активности F/TiO<sub>2</sub> представляет интерес исследовать эти катализаторы подробнее. В частности, в автореферате образцы фтор-модифицированного TiO<sub>2</sub> охарактеризованы только DRIFT спектрами в области ОН-групп и адсорбированного СО. Если использовались другие методы следовало привести результаты этих исследований в автореферате. В случае катализаторов, полученных обработкой TiO<sub>2</sub> подкисленным раствором NaF напрашивается вопрос о влиянии рН раствора на структурные и каталитические свойства модифицированного TiO<sub>2</sub>.
2. При изучении фотокаталитического окисления СО использовались два образца коммерчески доступных катализаторов – Hombikat UV 100 и Evonik P25 (Degussa), отличающихся фазовым составом. Очевидно, что присутствие фазы рутила в Evonik P25 (Degussa) может повлиять на каталитические свойства допированных образцов, любопытно было бы узнать степень этого влияния. Аналогичное замечание касается и исследования продуктов фотосорбции кислорода на образце TiO<sub>2</sub> P25.

Таким образом, судя по автореферату диссертационная работа Барсукова Д.В. является законченным оригинальным научным исследованием, выполненном на высоком уровне. По своей актуальности, научной новизне, объёму и значимости

полученных результатов данная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а её автор, Барсуков Д.В., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Канд.хим.наук, зав. лабораторией  
новых материалов для солнечной энергетики  
Факультета наук о материалах МГУ  
имени М.В. Ломоносова

Тарасов Алексей Борисович

Тел.: +7 926 157-78-10  
e-mail: alexey.bor.tarasov@gmail.com  
119991 Москва,  
Ленинские Горы, д.1, строение 73,  
МГУ имени М.В. Ломоносова,  
10 декабря 2018 г.

«Подпись Тарасова А.Б. заверяю»

Учёный секретарь ФНМ МГУ



к.х.н. Шаталова Т.Б.