

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Демирова Александра Павловича  
**«Фотокаталитические материалы с разноразмерной пористостью на основе  
наночастиц и полых микросфер  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности  
2.6.17 – Материаловедение

Диссертация посвящена исследованию фотокаталитических материалов на основе оксидов  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в форме объемных компактов и тонких пленок с разноразмерной пористостью, полученной при модифицировании их Ti в зависимости от обработки поверхности ионно-плазменным и электронно-лучевым методами. Понимание закономерностей структуро- и фазообразования, происходящих в материале в процессе его изготовления, позволит решить задачу повышения эффективности фотоэлектролиза водных растворов для получения водорода и фотокаталитических методов очистки сточных вод, которые, в свою очередь, являются альтернативой традиционным способам осуществления этих процессов.

Демиров А.П. предлагает модель структуры фотокатализатора, в которой со стороны потока солнечного света находятся нанопоры, повышающие поглощение излучения, а на границе раздела электролит-электрод – субмикропоры, повышающие площадь реакционной поверхности. Далее автор исследует влияние режимов спекания порошков  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> различной дисперсности на морфологию и структуру получаемого компакта, а также влияние состава суспензии на структуру формирующихся пленок. Было обнаружено, что оптимальный режим спекания порошков обеспечивает SPS методика при температуре изотермической выдержки 750 °С. Оптимальная структура пористых пленок формируется при добавлении в суспензию 5 % ПЭГ и увеличении содержания водного раствора Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> до 60 %.

Автор исследует процессы структуро- и фазообразования в объемных и пленочных материалах, протекающие при их модифицировании ионами Ti и под воздействием высокоэнергетического потока электронов с предварительным нанесением титанового слоя. Теоретически показано, что в диапазоне энергий ионов титана 1-2 кэВ происходит восстановление приповерхностных слоев гематита, что приводит к образованию сложных оксидов (экспериментально подтверждено образование шпинели Fe<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>). Представлены результаты исследования взаимосвязи между структурой, элементным и фазовым составами разработанных материалов с их оптическими и фото-электрокаталитическими свойствами. Компакты, полученные SPS методом, до и после модифицирования ионами Ti имеют высокий коэффициент поглощения в видимом диапазоне длин волн (99,5 и 99 % соответственно).

Показано, что модифицирование полученных пористых пленок с использованием импульсного ионно-плазменного потока увеличивает коэффициент поглощения, а обработка высокоэнергетическим потоком электронов с предварительным созданием слоя титана – снижает его, что связывается с различным распределением Ti в приповерхностных слоях. Модифицирование титаном объемных образцов приводит к увеличению плотности тока на порядок и снижению потенциала анодной реакции, что связывается с образованием в приповерхностных слоях фазы шпинели и говорит о положительном влиянии модифицирования на электрокаталитические свойства пленок.

Выявлено, что модифицирование титаном приводит к возрастанию константы скорости реакции фотокаталитического разложения на 2 порядка также к повышению

электрокаталитических свойств, однако изменение фотоэлектрохимического поведения материала зависит от метода модифицирования. Для импульсно-дугового модифицирования нетипичное поведение сохраняется, а в случае с электронно-лучевой обработки – переходит от нетипичного к типичному.

Несмотря на полноту, структурированность и целостность диссертации к работе имеются некоторые замечания:

- формулировка некоторых задач кажется не совсем удачной, например «анализ состояния вопроса» не подразумевает какого-то успешного конечного результата выполнения задачи;

- в автореферате не приводятся данных или рассуждений, подтверждающих, что полые микросферы  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  имеют повышенную концентрацию кислородных вакансий в области стенки / полая микросфера;

- из текста автореферата неясно, каким методом определялась концентрация метиленового синего в водном растворе.;


- следовало пояснить, с чем связан выбор необычно высокого потенциала (1 В отн. Ag/AgCl) при проведении длительных хроноамперометрических измерений под воздействием солнечного света;

- в автореферате имеются фразеологические и синтаксические неточности, например, нельзя говорить об «адсорбции солнечного излучения» и «адсорбционных» пиках его поглощения (с.7, 19), это – процесс абсорбции.

Указанные замечания не снижают значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученой степени в НИТУ «МИСИС», предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание автореферата диссертации соответствует паспорту специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Таким образом, соискатель Демиров Александр Павлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Профессор, заведующий кафедрой «Химия и химическая технология материалов» физико-технического института ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»,  
доктор химических наук по научной специальности 02.00.04 – Физическая химия

 Гороховский Александр Владиленович

Согласен на обработку персональных данных  
Адрес: ул. Политехническая, д. 77, 410054, г. Саратов  
Телефон: +7 (8452) 99-85-90  
Адрес электронной почты: [algo54@mail.ru](mailto:algo54@mail.ru)

14.09.2023

Подпись Гороховского Александра Владимировича ЗАВЕРЯЮ

Директор Физико-технического института  
СГТУ имени Гагарина Ю.А.  
к.т.н., доцент


О.М.Балабан