**Исследование фотокаталитических и бактерицидных свойств наногетероструктур на основе оксидов металлов**

**Кытина Е.В.**

студент,

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,физический факультет, Москва, РоссияE–mail: kata13012002@mail.ru

В настоящее время нанокристаллические оксиды металлов благодаря своим уникальным свойствам, одним из которых является очень развитая поверхность, активно используются для создания различных устройств, например, солнечных элементов, сенсоров для мониторинга состояния окружающей среды, фотокатализаторов для восстановления углекислого газа до энергоемких углеводородных соединений, фотокаталитических фильтров для очистки воздуха и воды от токсичных примесей. Отметим, что в процессе фотокатализа на поверхности TiO2 органические вещества (в том числе токсичные), а также вирусы и бактерии, контактирующие с ней, разлагаются до простых составляющих – углекислого газа и воды [1]. Одним из перспективных направлений является разработка фотокатализаторов, функционирующих в видимом диапазоне спектра и обладающих пролонгированной каталитической активностью. С этой целью металлооксиды легируют различными элементами – металлами и неметаллами или создают наногетероструктуры. Нанокристаллический оксид титана служит важной составляющей таких фотокаталитических гетеросистем, представляющих собой большое число дискретных наногетеропереходов типа оксид/оксид, что создает возможность для разделения и накопления фотовозбужденных носителей заряда [2]. Известно, что дефекты в полупроводниковых оксидах металлов играют важную роль в физико-химических процессах, имеющих место в данных материалах: являются центрами захвата носителей заряда, обеспечивают примесное поглощение, участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, происходящих во время фотокаталитического процесса [2,3]. Поэтому целью работы являлось получение фотокатализаторов на основе наноразмерных оксидов металлов видимого диапазона для деструкции токсичных примесей в воздухе, обеззараживания контактных поверхностей общего пользования, а также изучение природы и основных характеристик дефектов в полученных наноструктурах. Для достижения цели были синтезированы наногетероструктуры и микросферы на основе оксидов металлов методами золь-гель и пиролиза аэрозолей, соответственно. Для практических приложений важно использовать источники света видимого диапазона. Поскольку TiO2 является широкозонным полупроводником, поглощение видимого света будет происходить за счет дефектов. Исследование методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) парамагнитных дефектов показало, что в наногетероструктурах, синтезированных золь-гель методом присутствуют парамагнитные центры типа N• (N-радикалы); Ti3+/кислородная вакансия, а также Mo5+, W5+, V4+ радикалы в зависимости от типа металлооксида в составе образца. Сигналы ЭПР микросфер на основе оксида ванадия, синтезированных методом пиролиза аэрозолей, представляют собой широкие асимметричные линии c gэфф=1.965. Такие уширенные спектры ЭПР характерны для ионов ванадия V4+ с очень высокой локальной концентрацией парамагнитных центров. Для обоих серий образцов была определена суммарная концентрация дефектов, а также концентрация каждого типа радикалов в отдельности. Эффективность фотокаталического процесса оценивалась по уменьшению поглощения адсорбированного красителя Родамин 6Ж. Были получены кинетики фотокатализа в виде зависимости от времени отношения текущей концентрации тестового красителя родамина 6Ж на поверхности наноструктур к его исходной концентрации. Исследование бактерицидных свойств проводилось на микросферах. Окислительная активность наногетероструктур, связанная с образованием радикалов, придает поверхности облученных фотокатализаторов выраженные патофизиологические свойства. Для эксперимента были использованы бактерии *Escherichia coli*. Предварительно экспонированные наногетерофотокатализаторы TiO2/MoO3 и TiO2/V2O5 в течение многих часов после облучения сохраняют способность инактивировать патогенные микроорганизмы.

Таким образом, синтезированные фотокатализаторы с высокой скоростью фотокатализа эффективны для деструкции органических веществ, бактерий перспективны для применения в качестве фильтров для очистки воздуха и бактерицидных покрытий.

Исследование выполнено за счет гранта фонда БАЗИС № 23-2-9-15-1 «Стипендии для поступающих на Физический факультет».

**Литература**

1. Masahiro M., Kayano S., Kazuhito H. Antiviral Effect of Visible Light-Sensitive CuxO/TiO2 Photocatalyst // Catal., — 2020. — т.10, № 9. —с. 1093.
2. Martín-Gomez J., Hidalgo-Carrillo J., Montes V., Estevez-Toledano R.C., Escamilla J.C., Marinas A., Urbano F.J. EPR and CV studies cast further light on the origin of the enhanced hydrogen production through glycerol photoreforming on CuO:TiO2 physical mixtures // J. Environ. Chem. Eng., — 2021. —т. 9. —с. 105336.
3. H. Anwer, A. Mahmood, J. Lee, K.-H. Kim, J.-W. Park.Photocatalysts for degradation of dyes in industrial effluents: Opportunities and challenges // [Nano Research](https://link.springer.com/journal/12274), — 2019. — т. 12, № 5. — с. 955.