

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова
Научный совет по неорганической химии РАН



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



**XXIII Всероссийская школа-конференция
молодых ученых
«Актуальные проблемы неорганической химии:
химия и экология»**

СБОРНИК ТРУДОВ

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

Министерства науки и высшего образования Российской
Федерации, грант № 075-15-2021-1353

Центра НТИ “Центр технологий снижения антропогенного
воздействия”,

а также компаний

АО СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
ООО СЕРВИСЛАБ

при технической поддержке компании MESOL

Красновидово,
2024 г.

Процесс ориентированного присоединения как ключ к созданию эффективного фотокатализатора на основе ZnO

Мешина К.И.¹, Ткаченко Д.С.¹, Барабанов Н.М.¹, Бобрышева Н.П.¹,
Осмоловский М.Г.¹, Вознесенский М.А.¹, Осмоловская О.М.¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Санкт-Петербург, Россия

kmeshina040301@gmail.com

На сегодняшний день степень чистоты сточных вод, поступающих от сельского хозяйства, текстильной промышленной или бытового пользования, вызывает беспокойство. Сточные воды загрязнены циклическими органическими соединениями и продуктами их разложения, при этом современные очистные сооружения не полностью справляются с их утилизацией. Так, актуальным становится вопрос о создании фотокатализатора на основе наноразмерного полупроводника, который обладал бы необходимыми свойствами для того, чтобы избавляться от загрязнителей с наибольшей эффективностью. Последняя зависит от формы и морфологии наночастиц, что в свою очередь возможно регулировать при помощи процесса ориентированного присоединения. Данный процесс определен как самоорганизация первичных структурных блоков (далее – ПСБ) в более крупные формирования. Оксид цинка обладает способностью к образованию различных форм при варьировании условий синтеза.

Путем изменения порядка внесения реагентов и времени выдерживания суспензии методом химического осаждения было синтезировано 8 образцов ZnO. Дополнительно для регулирования параметров получаемых продуктов в реакционную среду были внесены ионы разной природы. Полученные продукты представляли собой наноленты, наноцветки и наностержни. Образцы ZnO были комплексно охарактеризованы методами рентгенофазового анализа, инфракрасной спектроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, сканирующей и просвечивающей микроскопии, БЭТ, спектроскопии поглощения, отражения и комбинационного рассеяния.

Для изучения процесса ориентированного присоединения был проведен расчетный эксперимент для оценки взаимодействия поверхности ПСБ друг с другом и с противоионами реакционной среды. Результаты показали, что в общем случае ионы могут оказывать большое влияние на рост частиц, так как их эффективное взаимодействие с гранью (1 0 $\bar{1}$ 0) ПСБ способствует усиленному росту нанообъектов в длину при присоединении ПСБ по граням (0 0 0 1).

Исследование фотокаталитической активности при видимом свете LED-ламп и адсорбционный эксперимент проводились для суспензий из наночастиц и водного раствора модельного красителя метиленового голубого при

постоянном перемешивании. Были зарегистрированы кинетические зависимости, которые позволили сделать вывод о том, что после 90 минут выдерживания эффективности процессов фотодеградаци и сорбции находятся в диапазонах 90-97% и 32-40%, соответственно. Для оценки возможности образования активированного комплекса был проведен расчетный эксперимент для поиска энергии взаимодействия разных граней ПСБ с молекулами загрязнителя. Для наночеток характерно выраженное взаимодействие молекул метиленового голубого с гранями $(1\ 0\ \bar{1}\ 0)$ ПСБ, при этом активные формы кислорода, необходимые для деградации красителя, генерируются на грани $(0\ 0\ 0\ 1)$. Данные для наночеток показали, что их протяженность, обусловленная выраженностью граней $(1\ 0\ \bar{1}\ 0)$, представляет возможным взаимодействие молекул загрязнителя при одновременной генерации активных форм кислорода. Так, обеспечивается лучший доступ молекул метиленового голубого к поверхности, что упрощает формирование активированного комплекса и, в конечном итоге, фоторазложение красителя. В работе показана возможность направленного изменения формы наночеток и зависимость фотокаталитической активности наноразмерного полупроводника от соотношения сторон у наночеток отличающихся форм, выраженных разными кристаллографическими гранями.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-23-00220. Исследование выполнено на базе оборудования научного парка СПбГУ, включая «РДМИ», «МАСВ», «ОЛМИВ», «ВЦ», «МРЦНТ», «ФМИП», «ИТКН», «ДФММФН», «Криогенный отдел», «МРМИ».