
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 544.47:628.1

DOI: 10.31433/978-5-904121-35-8-2022-103-106

РАКОВИНЫ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

А.В. Зайцев

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: alex-im@mail.ru

Рассмотрены проблемы метода фотокаталитической очистки сточных вод от органических загрязнителей, относительно экологической безопасности фотокаталитических материалов. Описаны перспективы использования био-индифферентных природных материалов, как в виде исходных компонентов катализаторов, так и в виде носителей фотокаталитических покрытий.

Ключевые слова: водоочистка, фотокатализ, био-индифферентные материалы, органические загрязнители, рациональное природопользование.

BIVALVE MOLLUSK SHELLS AS A PROMISING MATERIAL FOR PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS

A.V. Zaitsev

The problems of the method of photocatalytic wastewater treatment from organic pollutants, concerning the ecological safety of photocatalytic materials are considered. The prospects of using bio-indifferent natural materials both as initial components of catalysts and as carriers of photocatalytic coatings are described.

Keywords: water treatment, photocatalysis, bio-indifferent materials, organic pollutants, environmental management.

Ежегодное накопление в воздухе воде и почве загрязняющих веществ органической и неорганической природы постоянно увеличивает экологические риски для среды обитания животных и человека [1]. Водные ресурсы планеты в совокупности с водными экосистемами постоянно вовлекаются в различные технологические процессы народнохозяйственной деятельности человека. Проблема нехватки чистой воды остро стоит перед многими странами мира [2]. В связи с этим современное развитие промышленного производства ставит перед исследовательскими коллективами новые задачи по созданию высокоэффективных

водоочистных технологий с низкой себестоимостью и высокой экологической безопасностью. В последние несколько десятилетий получило широкую исследовательскую поддержку перспективное направление водоочистки загрязненных водных стоков с использованием солнечных фотокатализаторов [3]. В настоящее время показана эффективность большого количества фотокаталитических материалов способных под воздействием солнечного излучения разрушать разнообразные органические загрязнители [4]. Однако методы получения большинства описанных фотокатализаторов многостадийны и дорогостоящи из-за применения исходных компонентов с высокой себестоимостью. В тоже время желание улучшить функциональную эффективность получаемых материалов заставляет исследователей использовать при синтезе фотокатализаторов вещества на основе тяжелых и токсичных элементов с высокими экологическими рисками для среды обитания животных и человека [5]. Наиболее перспективным решением данной проблемы является использование метода «green» синтеза при получении исследуемых соединений. Сущность данного метода сводится к использованию в качестве исходного компонента получаемого материала, веществ, созданных природой (экстракты из различных организмов, минералы, минерализованные останки и т.д.), имеющих низкую себестоимость и высокую безопасность для окружающей среды [6]. Поиск исходных компонентов фотокатализаторов на основе соединений растительного или животного происхождения является актуальным способом улучшения функциональных свойств фотокаталитических материалов. Так, например, известны исследования о применении скорлупы яиц животных в качестве исходного компонента при синтезе фотокатализаторов на основе титаната кальция [7]. Карбонат кальция является основным компонентом наружного скелета морских и пресноводных беспозвоночных животных, что открывает перспективы использования данного природного материал, как в качестве био-индифферентного носителя фотокаталитических покрытий, так и в качестве исходного компонента при синтезе фотокатализаторов. В то же время соединения кальция являются исходным компонентом для синтеза висмутовых фотокатализаторов, таких как твердые растворы висмутатов кальция различной стехиометрии [8], что в свою очередь открывает перспективы использования наружного скелета беспозвоночных животных при изготовлении экологически безопасных висмутовых фотокатализаторов. С другой стороны, известной проблемой, сдерживающей широкое применение фотокатализаторов в промышленных масштабах, является нанесение функционального фотокаталитического покрытия из порошковых материалов на промышленный носитель. Выбор носителя для фотокаталитического покрытия является сложной комплексной задачей, поскольку требует учета множества факторов. Наиболее актуальным направлением, решающим проблему нанесения фотокаталитического покрытия на носитель является использование химически комплементарных соединений материала носителя и материала исходных компонентов фотокатализаторов [9]. Обзор литературных данных по вопросам использования элементов наружного скелета мор-

ских и пресноводных беспозвоночных животных в качестве биоиндефферентного носителя фотокаталитических покрытий скуден и мало информативен, что открывает перспективы научных исследований в данном направлении. Применяющиеся методы нанесения фотокаталитических материалов на промышленные носители в большей части приводят к термодеструкции носителя (фотокаталитического покрытия) и потере его механических свойств при дальнейшем использовании в условиях промышленных водоочистных сооружений. Также материал носителя должен быть не только механически, но и гидролитически устойчив в условиях применения в солнечных водоочистных сооружениях с различными конструкционными особенностями. Описанный комплекс проблем метода фотокаталитической водоочистки открывает перспективы применения минерального скелета морских беспозвоночных животных в качестве материалов для фотокаталитических применений путем исследования их состава и свойств.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Yi-Gong Chena, etc. Impacts of heavy metals and medicinal crops on ecological systems, environmental pollution, cultivation, and production processes in China // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2021. Vol. 219. 112336.
2. Sami Ullah Khan, Ijaz Hussain Impact of safe drinking water and clean fuels on health and wellbeing in Pakistan: A spatial analysis // *Groundwater for Sustainable Development*. 2021. Vol. 15. 100677.
3. Albert Serrà, Laetitia Philippe, François Perreault, Sergi Garcia-Segura Photocatalytic treatment of natural waters. Reality or hype? The case of cyanotoxins remediation // *Water Research*. 2021. Vol. 188. 116543.
4. Sumei Li, etc. Photocatalytic degradation of hazardous organic pollutants in water by Fe-MOFs and their composites: A review // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021. Vol. 9, N 5. 105967.
5. Sheikshoaie I., Ramezanpoura S., Khatamian M. Synthesis and characterization of thallium doped Mn_3O_4 as superior sunlight photocatalysts // *Journal of Molecular Liquids*. 2017. Vol. 238. P. 248–253.
6. Saikatendu Deb Roy, Krishna Chandra Das, Siddhartha Sankar Dhar Conventional to green synthesis of magnetic iron oxide nanoparticles; its application as catalyst, photocatalyst and toxicity: A short review // *Inorganic Chemistry Communications*. 2021. Vol. 134. 109050.
7. Lusi Ernawati, etc., Experimental data of $CaTiO_3$ photocatalyst for degradation of organic pollutants (Brilliant green dye) – Green synthesis, characterization and kinetic study // *Data in Brief*. 2020. Vol. 32. 106099.
8. Kena Qin, Qingliang Zhao, Hang Yu, Xinhui Xia, Jianju Li, Shufei He, Liangliang Wei, Taicheng An A review of bismuth-based photocatalysts for antibiotic degradation: Insight into the photocatalytic degradation performance, pathways and relevant mechanisms // *Environmental Research*. 2021. Vol. 199. 111360.
9. Gomez V., Rome B., Barron A.R., Dunnill C.W., Bi-Phasic photocatalytic particles prepared by sequential layer depositions for water cleaning and purification // *Nano energy systems*. 2016. P. 5–13.

REFERENCES:

1. Yi-Gong Chena, etc. Impacts of heavy metals and medicinal crops on ecological systems, environmental pollution, cultivation, and production processes in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021, vol. 219, 112336.
2. Sami Ullah Khan, Ijaz Hussain Impact of safe drinking water and clean fuels on health and wellbeing in Pakistan: A spatial analysis. *Groundwater for Sustainable Development*, 2021, vol. 15, 100677.
3. Albert Serrà, Laetitia Philippe, François Perreault, Sergi Garcia-Segura Photocatalytic treatment of natural waters. Reality or hype? The case of cyanotoxins remediation. *Water Research*. 2021. Vol. 188. 116543.
4. Sumei Li, etc. Photocatalytic degradation of hazardous organic pollutants in water by Fe-MOFs and their composites: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9, no. 5, 105967.
5. Sheikshoae I., Ramezanpoura S., Khatamian M. Synthesis and characterization of thallium doped Mn_3O_4 as superior sunlight photocatalysts. *Journal of Molecular Liquids*, 2017, vol. 238, pp. 248–253.
6. Saikatendu Deb Roy, Krishna Chandra Das, Siddhartha Sankar Dhar Conventional to green synthesis of magnetic iron oxide nanoparticles; its application as catalyst, photocatalyst and toxicity: A short review. *Inorganic Chemistry Communications*, 2021, vol. 134, 109050.
7. Lusi Ernawati, etc., Experimental data of $CaTiO_3$ photocatalyst for degradation of organic pollutants (Brilliant green dye) – Green synthesis, characterization and kinetic study. *Data in Brief*, 2020, vol. 32, 106099.
8. Kena Qin, Qingliang Zhao, Hang Yu, Xinhui Xia, Jianju Li, Shufei He, Liangliang Wei, Taicheng An A review of bismuth-based photocatalysts for antibiotic degradation: Insight into the photocatalytic degradation performance, pathways and relevant mechanisms. *Environmental Research*, 2021, vol. 199, 111360.
9. Gomez V., Rome B., Barron A.R., Dunnill C.W., Bi-Phasic photocatalytic particles prepared by sequential layer depositions for water cleaning and purification. *Nano energy systems*, 2016, pp. 5–13.