

ВЛИЯНИЕ ДОПИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ ИОНАМИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЯВЛЯЕМУЮ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

Муллаярова А.Р.¹, Бажукова И.Н.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: mullayarova.alexandra@mail.ru

EFFECT OF CERIUM DIOXIDE NANOPARTICLES DOPING WITH RARE EARTH METAL IONS ON THE PHOTOCATALYTIC ACTIVITY

Mullayarova A.R.¹, Bazhukova I.N.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Nanocrystalline ceria exhibits photocatalytic properties. Doping with rare earth ions modifies photocatalytic activity by changing the number of cerium atoms and oxygen vacancies. The photocatalytic activity study results of pure and doped CeO₂ nanoparticles in organic dyes solutions are presented.

В процессе окрашивания тканей расходуются немалые объемы пресных вод и используется широкий спектр органических красителей. Такое производство приводит к возникновению большого количества окрашенных сточных вод, содержащих стойкие и высокотоксичные красящие загрязнители, которые затем попадают в природные водоемы. В качестве источника энергии для детоксикации загрязненной воды может быть использован солнечный свет – под его действием происходит фотокаталитический распад молекул красителей [1].

В последнее время интерес к фотокатализу растет, а для улучшения его эффективности привлекаются современные достижения в области нанотехнологий. Так, фотокатализаторы на основе наночастиц диоксида церия значительно ускоряют процесс разложения органических красителей [2]. Благодаря таким свойствам диоксида церия как окислительно-восстановительный потенциал пары $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$, стойкость к фотокоррозии и сильное поглощение света в ультрафиолетовой области он может быть охарактеризован и как фотокатализатор [3], и как фотопротектор [4]. Высокие удельная площадь поверхности, концентрация кислородных вакансий, реакционная способность и регенерация кислородной нестехиометрии обуславливают фотокаталитические свойства нанокристаллического церия. Легирование наночастиц диоксида церия ионами трехвалентных редкоземельных элементов позволяет улучшить их фотокаталитические или фотопротекторные свойства, сохраняя кристаллическую структуру наночастиц неизменной [5]. Это увеличивает их химическую и термическую стабильность,

обеспечивает высокую ионную проводимость и лучшее поглощение ультрафиолетового излучения.

Целью данной работы является исследование влияния легирования наночастиц диоксида церия ионами Er, Sm, Yb на проявляемую ими фотокаталитическую активность на примере катионного и анионного красителей.

Результаты исследования показали, что легирование наночастиц диоксида церия ионами трехвалентных редкоземельных металлов приводит к усилению их фотокаталитических свойств в растворе катионного красителя, и к усилению фотопротекторных свойств в растворе анионного красителя. При увеличении концентрации легированных наночастиц в растворе красителей происходит дополнительное усиление этих свойств. Дальнейшее изучение механизма легирования наночастиц диоксида церия ионами трехвалентных редкоземельных металлов позволит установить взаимосвязь между легирующим агентом наночастиц диоксида церия и свойствами, которые они проявляют в растворах катионного и анионного красителей. Это, в свою очередь, позволит синтезировать наночастицы с определенными характеристиками, подходящие под конкретное применение в промышленности (например, для очистки сточных вод).

1. Nguyen C. H. et al. Degradation of methylene blue and methyl orange by palladium-doped TiO₂ photocatalysis for water reuse: Efficiency and degradation pathways. *Journal of Cleaner Production* 202, 413-427 (2018)
2. Chanal S. et al. Oxygen-deficient lanthanum doped cerium oxide nanoparticles for potential applications in spintronics and photocatalysis. *Vacuum* 177, 109395 (2020)
3. Touahra F. et al. A new approach to the synthesis of CuFe₂O₄@CeO₂ direct Z-scheme with a core-shell structure for enhanced photo-degradation of methyl violet under ultraviolet and visible-light irradiation. *Environmental Progress & Sustainable Energy* e13865 (2022)
4. Volkov A. A. et al. Synthesis and Photocatalytic Activity of Cerium (IV) Fibrous Nanostructures. *Russian Journal of General Chemistry* 90(2), 277-282 (2020)
5. Chen Y. et al. Structural regulation and polishing performance of dendritic mesoporous silica (D-mSiO₂) supported with samarium-doped cerium oxide composites. *Advanced Powder Technology* 33(6), 103595 (2022)