

Новые наноструктурные каталитические материалы на основе $\text{MgLn}_x\text{Fe}_{(2-x)}\text{O}_4$, для деструкции органических поллютантов

В.Г. Прозорович, А.И. Иванец

Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси»

e-mail: Vladimirprozorovich@gmail.com

The advisability of doping of magnesium ferrite with rare earth elements to obtain on their basis new nanostructured Fenton-like catalysts for the destruction of organic pollutants has been substantiated. The main advantages of the materials being developed are the high efficiency of oxidative destruction and mineralization of organic pollutants in aqueous media.

На сегодняшний день существенный рост загрязнения водных систем во всем мире представляет серьезную угрозу для окружающей среды и здоровья человека [1]. Традиционные технологии очистки промышленных сточных и загрязненных природных вод приближаются к своим пределам, что обусловлено существенным ростом количества поллютантов органической природы (синтетические красители и пигменты, фармацевтические препараты, пестициды, растворители, поверхностно-активные вещества, удобрения и др.), большинство из которых стабильны и трудно поддаются биоразложению или фотодеградации. Наиболее перспективным для очистки водных систем от данных токсичных поллютантов является применение окислительно-восстановительных процессов типа *AOP* (*Advanced Oxidation Processes*), в частности, использование Фентон-подобных гетерогенных фотокатализаторов [2, 3]. Допированные редкоземельными элементами ферриты магния могут быть отнесен к последним.

В настоящей работе с использованием метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза получены образцы ферритов магния, допированных ионами лантаноидов ($\text{MgLn}_x\text{Fe}_{(2-x)}\text{O}_4$). Исследование влияния природы ($\text{Ln}^{3+} = \text{La}^{3+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Sm}^{3+}, \text{Gd}^{3+}$ и Dy^{3+}) и концентрации (1–10 ат.%) допантов на структуру и фазовый состав катализаторов показало, что введение ионов Ln^{3+} затрудняет кристаллизацию феррита магния, в результате чего полученные образцы характеризуются низкой степенью кристалличности. При этом природа допанта Ln^{3+} и его концентрация не оказывают существенного влияния на структуру и фазовый состав полученных образцов. Аналогичная закономерность показана при изучении морфологии и адсорбционно-текстурных свойств. Так введение ионов Ln^{3+} в диапазоне концентраций 1–10 ат.% не оказывает существенного влияния на морфологию и размер агломератов частиц (2–8 нм) образцов ферритов магния. На примере иона-допанта La^{3+} показано, что на поверхности полученных образцов происходит нестехиометрическое концентрирование ионов железа (соотношение элементов $\text{Mg}:\text{Fe}:\text{La}$ составляет 1:2,1–4,3:0,02–0,11). Это является положи-

тельным фактом для последующего прогнозирования эффективности катализаторов на основе допированных ферритов магния в фото-Фентон и фотокаталитических процессах деструкции органических поллютантов.

Увеличение температуры термообработки от 300 до 600 °С в ходе синтеза $MgLn_xFe_{(2-x)}O_4$ приводит к потере каталитических свойств образцов, что, по-видимому, обусловлено незначительным количеством, либо отсутствием гидроксильных групп (-ОН) на поверхности данных катализаторов. В тоже время установлено, что вне зависимости от природы и концентрации иона-допанта Ln^{3+} степень окислительной деструкции красителя при облучении УФ- и видимым излучением достигает значений 95-100 % в течение 20 и 60 минут, соответственно. На основании сравнения значений кажущейся константы скорости (k') реакции первого порядка показано, что при использовании УФ-излучения происходит рост каталитической активности $MgLn_xFe_{(2-x)}O_4$ в $\sim 1,5$ – $17,1$ раз и исходного феррита магния в $\sim 1,2$ раза. Сравнение значений k' для полученных образцов ферритов с аналогичными Фентон-подобными катализаторами доказывает их высокую эффективность.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Х19ЛИТГ-007).

Список использованных источников:

1. Nasrollahzadeh, M., Sajjadi, M., Iravani S., et al., 2021. Green-synthesized nanocatalysts and nanomaterials for water treatment: Current challenges and future perspectives. J. Hazard. Mater. 401, 123401. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123401>.
2. Ivanets, A., Roshchina, M., Srivastava, V., et al., 2019. Effect of metal ions adsorption on the efficiency of methylene blue degradation onto $MgFe_2O_4$ as Fenton-like catalysts. Colloids Surf., A. 571, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.03.071>.
3. Ivanets, A., Prozorovich, V., Roshchina, M., et al., 2020. Heterogeneous Fenton oxidation using magnesium ferrite nanoparticles for Ibuprofen removal from wastewater: optimization and kinetics studies. J. Nanomater. 2020, 8159628. <https://doi.org/10.1155/2020/8159628>.