

DOI: 10.58168/E-SEFTFI2024_49-52

УДК 544.478:546.04:669.112.228.1

**СРАВНЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ CoFe_2O_4 И MgFe_2O_4
В РЕАКЦИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ СТОЧНЫХ ВОД**

COMPARISON OF PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF CoFe_2O_4 AND MgFe_2O_4
IN REACTIONS OF OXIDATIVE DEGRADATION OF ORGANIC POLLUTANTS
OF WASTEWATER

Дорошенко А.В., магистрант кафедры материаловедения и индустрии наносистем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия, **Doroshenko A.V.**, master's student of the department of materials science and industry of nanosystems, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Томина Е.В., д-р хим. наук, зав. кафедрой химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия; доцент кафедры материаловедения и индустрии наносистем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия, **Tomina E.V.**, PhD, Head of the department of chemistry, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia; Associate Professor of the Department of materials science and industry of nanosystems, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Аннотация: Осуществлен синтез феррита кобальта и феррита магния методом цитратного горения (метод Печини). Установлено, что данные ферриты имеют фотокаталитические свойства в реакции окислительной деструкции 2,4-динитрофенола. Помимо фотокаталитического окисления в растворе в присутствии перекиси водорода протекала фентоноподобная реакция с образованием активных радикалов. Рассчитана степень деструкции красителя в процессе окисления для каждого из ферритов.

Abstract: The synthesis of cobalt ferrite and magnesium ferrite was carried out by citrate combustion (Pechini method). Gorenje It has been established that these ferrites have photocatalytic properties in the reaction of oxidative degradation of 2,4-dinitrophenol. In addition to photocatalytic oxidation in solution in the presence of hydrogen peroxide, a fountain-like reaction with the formation of active radicals took place. The degree of destruction of the dye during the oxidation process for each of the ferrites is calculated.

Ключевые слова: Феррит кобальта, феррит магния, наночастицы, гетерогенный фотокатализ, реакция Фентона.

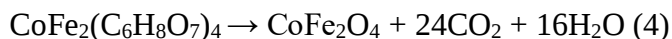
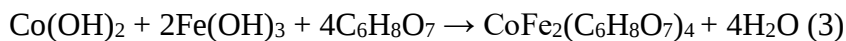
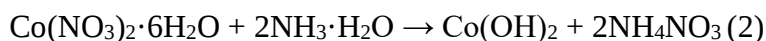
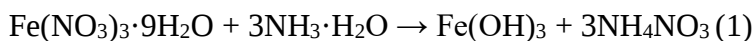
Keywords: Cobalt ferrite, magnesium ferrite, nanoparticles, heterogeneous photocatalysis, Fenton reaction.

Немалый ущерб наносится водным ресурсам пищевой, нефтехимической, деревообрабатывающей промышленностями [1]. При работе предприятий деревообрабатывающей промышленности может происходить загрязнение сточных вод различными веществами, такими как токсины, масла, жиры, органические вещества и другими поллютантами. Эти загрязнения могут привести к ухудшению качества водных ресурсов, отравлению животных и растений, а также негативно влиять на здоровье человека [1-2].

Гетерогенный фотокатализ стал одним из перспективных методов очистки воды за последние два десятилетия благодаря эффективному неселективному разложению органических поллютантов с образованием нетоксичных продуктов [3]. Так же фентоноподобное окисление органических соединений в гетерогенных системах характеризуется высоким процентом деструкции загрязнителей сточных вод [2-3].

Наночастицы ферритов со структурой шпинели с общей формулой MeFe_2O_4 являются перспективными катализаторами в фентоноподобных реакциях благодаря ряду свойств: возможность легкого отделения использованного катализатора магнитным полем, большое количество каталитических активных центров, простота методов синтеза и низкая стоимость [4-5].

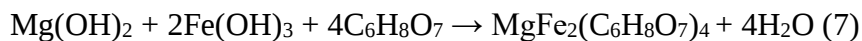
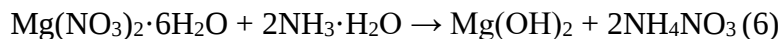
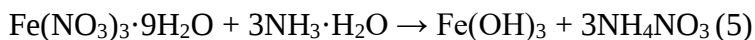
Синтез феррита кобальта методом цитратного горения проводили в несколько стадий согласно уравнениям реакций [6]:



В результате горения образовывался порошок чёрного цвета.

Образовавшийся чёрный нерастворимый порошок CoFe_2O_4 промыли дистиллированной водой, отфильтровали, высушили на воздухе и растёрли в ступке. Синтезированный порошок подвергли отжигу в муфельной печи (SNOL 8.2/1100) при температуре 600°C в течение 1 часа.

Синтез феррита магния проводили аналогичным образом в несколько стадий:



Исследование каталитических свойств гетерогенных катализаторов феррита кобальта и феррита магния проводили, используя модельную реакцию окисления 2,4-ДНФ перекисью водорода. Измерение концентрации красителя осуществляли на фотоколориметре «КФК-3-01 “ЗОМЗ”». Результаты измерений представлены в табл. 1. Степень деструкции красителя рассчитывали по формуле (1):

$$R = (C_0 - C_t) \cdot 100\% / C_0, \quad (1)$$

где R – степень деструкции %, C_0 – концентрация красителя в начальный момент времени, C_t – концентрация красителя в данный момент времени. Изменение степени деструкции 2,4-ДНФ для синтезированных фотокатализаторов показано на рис. 1.

Таблица 1

Степень деструкции 2,4-динитрофенола с катализатором MgFe_2O_4 и CoFe_2O_4

Время протекания процесса, t, мин	Степень деструкции красителя в присутствии катализатора MgFe_2O_4 , %	Степень деструкции красителя в присутствии катализатора CoFe_2O_4 , %
0	0,0	0,0
15	20,1	13,5
30	31,5	21,7
60	61,6	34,8
90	89,0	57,2
120	98,3	79,5
150	98,8	95,6

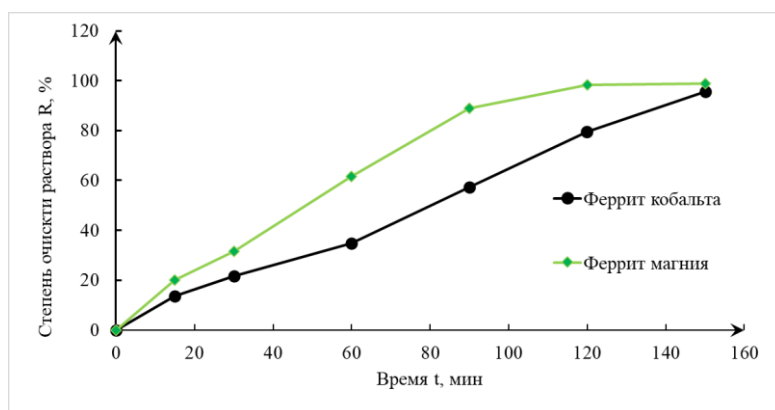


Рисунок 1. Зависимость степени деструкции красителя от времени для ферритов кобальта и магния в процессе окисления 2,4-ДНФ

Каталитическая активность наноразмерного MgFe_2O_4 в процессе фентоноподобной окислительной деструкции 2,4-ДНФ выше, чем у нанопорошка CoFe_2O_4 . Степень деструкции красителя в присутствии феррита магния через 2,5 часа составила 99 %, а в присутствии феррита кобальта – 96 %.

Список литературы

1. Аминов Х. Х. Проблемы возникающие в следствии интеграции жизни современного человека и окружающей среды / Х. Х. Аминов // Вестник науки и образования. – 2023. – Т. 132, № 1. – С. 15-19.
2. Nanocrystalline ferrites with spinel structure for various functional applications / Tomina E.V., Sladkopevtsev B.V., Tien N.A., Mai Vo.Q. // Inorganic Materials. 2023. Т. 59. № 13. С. 1363-1385.
3. Аванесов А. В. Открытые источники УФ излучения для поддержания фотокаталитических процессов очистки воды и воздуха / А. В. Аванесов, А. Т. Рахимов, В. Б Саенко // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 1. – С. 102-104.
4. Mahajan H. Synthesis and investigation of structural, morphological, and magnetic properties of the manganese doped cobalt-zinc spinel ferrite / H. Mahajan, S. K. Godara, A. K. Srivastava // Journal of Alloys and Compounds. – 2022. – Vol. 896. – P. 162966.

5. Писарева В. С. Разработка способа фотокаталитического разложения органических поллютантов с использованием наноразмерных частиц оксида цинка: дис. ... канд. хим. наук / В. С. Писарева. – М., 2018. – 106 с.

6. Томина Е. В. Синтез наноразмерного феррита кобальта и его каталитические свойства в фентоноподобных процессах / Е.В. Томина, Н.А. Куркин, А.В. Дорошенко // Неорганические материалы. – 2022. – Т. 58, № 7. – С. 727-732.

References

1. Aminov H. H. Problems arising as a result of the integration of modern human life and the environment / H. H. Aminov // Bulletin of Science and Education. - 2023. – Vol. 132, No. 1. – pp. 15-19.

2. Nanocrystalline ferrites with spinel structure for various functional applications / Tomina E.V., Sladkopevtsev B.V., Tien N.A., Mai Vo.Q. // Inorganic Materials. 2023. Vol. 59. № 13. P. 1363-1385.

3. Avanesov A.V. Open sources of UV radiation for maintaining photocatalytic processes of water and air purification / A.V. Avanesov, A. T. Rakhimov, V. B. Saenko // Scientific journal "Fundamental Research". – 2019. – No. 1. – pp. 102-104.

4. Mahajan H. Synthesis and investigation of structural, morphological, and magnetic properties of the manganese doped cobalt-zinc spinel ferrite / H. Mahajan, S. K. Godara, A. K. Srivastava // Journal of Alloys and Compounds. – 2022. – Vol. 896. – P. 162966.

5. Pisareva V. S. Development of a method for the photocatalytic decomposition of organic pollutants using nanoscale zinc oxide particles: Dissertation of the Candidate of Chemical Sciences / V.S. Pisareva. - М., 2018. - 106 p.

6. Synthesis of nanoscale cobalt ferrite and its catalytic properties in fenton-like processes / E.V. Tomina, N.A. Kurkin, A.V. Doroshenko // Inorganic materials. – 2022. – Vol. 58, No. 7. – pp. 727-732.