

АДСОРБЦІЙНІ ТА КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ Ni-Co ФЕРИТУ ДОПОВАНОГО ІОНАМИ La³⁺

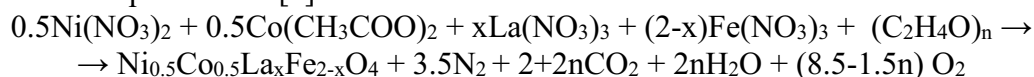
Старко Ірина Юріївна,
аспірант III року навчання, starkoiryna93@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Данилюк Назарій Володимирович,
аспірант II року навчання, danyliuk.nazariy@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, директор навчально-наукового центру
хімічного матеріалознавства та нанотехнологій, tatarchuk.tetyana@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Шпінельні ферити є цікавим матеріалом завдяки широкому діапазону фізико-хімічних властивостей, які дозволяють широкий спектр застосувань [1], таких як адсорбенти, каталізатори, фотокаталізатори і т.д [2]. Добре відомо, що рідкісноземельні елементи (РЗЕ) можуть істотно змінити властивості феритів шпінельної структури. Коли РЗЕ входить у структуру шпінелі MFe_2O_4 , то змінюється катіонний розподіл фериту через більший розмір іонів РЗЕ. Зрозуміло, що іон Fe^{3+} має менший розмір атома, ніж РЗЕ. В результаті катіони з більшим радіусом атома займають октаедричні позиції [3].

В даному дослідженні було вивчено вплив іонів La^{3+} на адсорбційні та каталітичні властивості Ni-Co феритів. Порошки складу $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_xFe_{2-x}O_4$ (де $x=0, 0.01, 0.025$ та 0.05) синтезовано методом золь-гель автогоріння із наступних вихідних речовин: нікол(II) нітрат гексагідрат ($Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), кобальт(II) ацетат тетрагідрат ($Co(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$), лантан нітрат наонагідрат ($La(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) та ферум(III) нітрат наонагідрат ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$). Полівініловий спирт був вперше використаний як відновник. Процес синтезу описується наступним хімічним рівнянням [2]:



де $x=0; 0.01; 0.015; 0.05$.

Структурні, морфологічні та магнітні властивості отриманих сполук характеризувались X-променевим аналізом, скануючою електронною мікроскопією (SEM), енергодисперсійним аналізом (ЕДС) та Мессбауерівською спектроскопією. X-променевий аналіз вказує на утворення однофазної кубічної шпінелі. Пораховано середній розмір кристалітів методом Шеррера (12-19 нм) та методом Уільямсона-Холла (20-45 нм). Параметр елементарної решітки зменшується із збільшенням вмісту La^{3+} . SEM фотографії показують, що зерна мають гомогенну структуру та агломеровані. Спектри ЕДС підтвердили запланований хімічний склад отриманих феритів.

Адсорбційні властивості досліджувались з використанням барвника Конго червоного. Адсорбційні ізотерми опрацьовано моделями Ленгмюра, Фрейндліха та Дубініна-Радушкевича. Найвищий коефіцієнт кореляції відповідає моделі Ленгмюра, тобто адсорбція Конго червоного відбувається на однорідні поверхні і має однакові значення енергії. Модель Дубініна-Радушкевича була використана для розрахунку вільної енергії адсорбції. Показано, що La^{3+} впливає на механізм адсорбції і ефективність видалення барвника збільшується із збільшенням вмісту іонів La^{3+} .

Каталітичні властивості синтезованих наночастинок $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_xFe_{2-x}O_4$ вивчено під час розкладу пероксиду водню в діапазоні від 10 до 25 mM. Згідно отриманих результатів більш активним зразком виявився $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_{0.025}Fe_{1.975}O_4$, з ступенем розкладу пероксиду водню

87.73% протягом 120 хвилин. Отримані графіки кінетики першого порядку вказують на те, що експериментальні дані розкладу пероксиду водню з наночастинками $\text{Ni}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{La}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ добре описуються кінетикою реакцій першого порядку, це підтверджує високий коефіцієнт кореляції від 0.9433 до 0.9967. Під час вимірювання експериментальних значень концентрації H_2O_2 , проведено запис спектрів відібраних проб в заданий момент часу, в діапазоні довжин хвиль від 200 до 340 нм. За допомогою кондуктометричного датчика проведено запис зміни електропровідності від часу. Зміна електропровідності спричинена утворенням гідроксид іонів (OH^-) та продуктів реакції, які утворюються під час каталітичного розкладу H_2O_2 .

1. Abdellatif M., El-Komy G., Azab A. Magnetic characterization of rare earth doped spinel ferrite // J. Magn. Magn. Mater. – 2017. – 442. – P. 445-452. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.07.020>.
2. Starko I., Tatarchuk T., Bououdina M. La-doped $\text{Ni}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ nanoparticles: effect of cobalt precursors on structure and morphology // Mol. Cryst. Liq. Cryst. – 2018. – 674. – P. 110-119. <https://doi.org/10.1080/15421406.2019.1578517>.
3. Hossain M., Hossain M., Sikder S. Hysteresis loop properties of rare earth doped spinel ferrites: A review // J. Magn. Magn. Mater. – 2022. – 564. – P. 170095. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.170095>.