

АДСОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ НІКЕЛЕВИХ ФЕРИТІВ

Возняк В. С., Куцан Н. В., Іваненко І. М.

НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Добре відомо, що нікелеві ферити (NiFe_2O_4) структури зворотної шпінелі показують значний феромагнітний імпульс, що виникає внаслідок антипаралельних спинів між Fe^{3+} і Ni^{2+} в тетраедричних і октаедричних положеннях [1]. Цей матеріал використовується в газових сенсорах, магнітних рідинах, каталізі, магнітних системах зберігання, фотомагнітних матеріалах, магнітно-резонансній томографії, в пристроях доставки ліків і мікрохвильових печей тощо [1,2].

Відомо також, що металеві ферити мають порувану структуру з достатньо розвиненою питомою площею поверхні, внаслідок чого володіють адсорбційною здатністю, що разом із високими магнітними характеристиками робить їх вельми перспективним адсорбційним матеріалом. Однак, при зменшенні розмірів оксидів від мікрометрів до нанометрових рівнів, збільшена енергія поверхні неминуче призводить до поганої стабільності таких матеріалів [3]. Одним із способів подолання цього недоліку було запропоновано наносити ферити на поверхню поруватих носіїв, тобто формувати структури композитного типу.

Метою представленої роботи був синтез композитного матеріалу на основі нікелевого фериту та активованого вугілля, а також дослідження його адсорбційних властивостей.

Синтез нікелевих феритів проводили із застосуванням методу співсадження. Для цього $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ та $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ з молярним співвідношенням $[\text{Ni}^{2+}]/[\text{Fe}^{3+}]=1/2$ розчиняли в дистильованій воді і додавали розчин цитратної кислоти із розрахунковим співвідношенням катіонів $\text{Me}/\text{цитратна кислота} = 1/1$. До отриманого розчину додавали розчин гідроксиду амонію до $\text{pH} \sim 7$, повільно упарювали при постійному перемішуванні за температури 80°C до утворення гелю, а потім перегрівали шляхом подальшого упарювання до утворення ксерогелю. Додавали вихідне активне вугілля марки Norit із розрахункового співвідношення нікелевий ферит/вугілля = 4/6, а потім прожарювали при 400°C протягом 2 годин на повітрі.

Адсорбційну активність синтезованого композиту вивчали за адсорбцією барвника конго червоного з модельних водних розчинів двох різних вихідних концентрацій: $c_0 = 20$ та 50 мг/дм^3 , об'єм якого складав 25 см^3 в кожному експерименті. Маса адсорбенту в кожному досліді становила 0,1 г. Відділення сорбенту від розчину проводили центрифугуванням з наступною магнітною сепарацією, після чого встановлювали залишкову концентрацію барвника (c_r , мг/дм^3) фотоколориметричним методом. Ступінь адсорбції (a , %) і адсорбційну ємність (G , mg/g) розраховували за відповідними формулами:

$$a = \left(\frac{C_0 - C_r}{C_0} \right) \cdot 100;$$

$$G = \frac{(C_0 - C_r) \cdot V}{m}$$

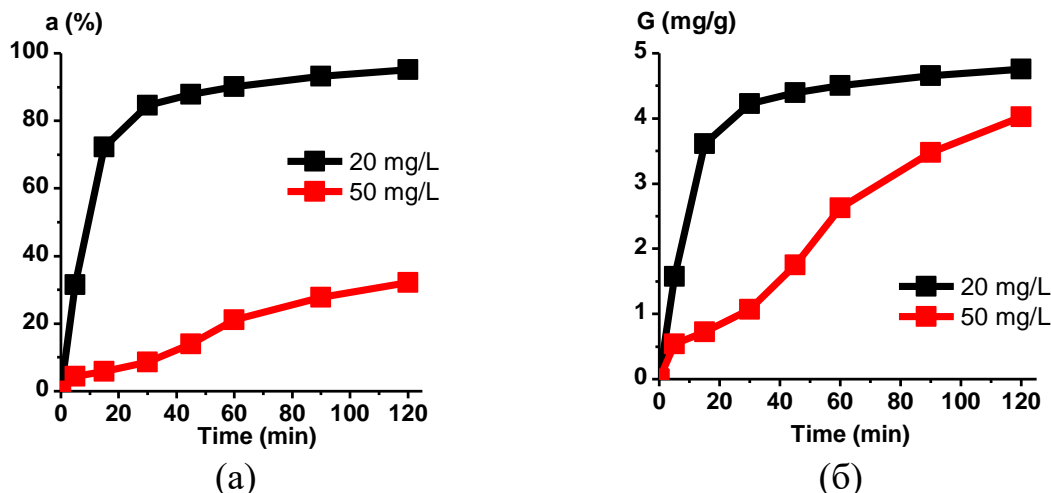


Рисунок 1 – Залежність ступеня адсорбції конго червоного (а) та адсорбційної ємності (б) синтезованого композиту.

Як видно на рисунку 1а, ступінь адсорбції барвника конго червоного синтезованим композитним адсорбентом залежить не тільки від вихідної концентрації модельних розчинів, а від тривалості процесу. Найбільший ступінь адсорбції (~96%) досягається після двох годин контактування для розчинів, початкова концентрація яких становила 20 мг/дм³. Адсорбція з більш концентрованих розчинів (50 мг/дм³) проходила менш інтенсивно і сягала свого максимального значення 33% через дві години встановлення рівноваги. Адсорбційна ємність дослідженого композита теж сильно залежить і від початкової концентрації, і від тривалості контакту, як показано на рисунку 1б. Найбільше досягнуте в цьому експерименті значення питомої адсорбції складає 4,8 мг/г.

Таким чином, результати представленого дослідження свідчать про високу адсорбційну ємність композитів на основі нікелевих феритів та активованого вугілля, і підтверджують перспективність їх застосування для очищення стічних вод від барвників.

References:

1. Kinemuchi, Y., Ishizaka, K., Suematsu, H., Jiang, W., Yatsui, K. Magnetic properties of nanosize NiFe₂O₄ particles synthesized by pulsed wire discharge. *Thin Solid Films*. 2002. – Vol. 407. – P. 109-113.
2. Galindo, R., Mazario, E., Gutierrez, S., Morales, M.P., Herrasti, P., 2012. Electrochemical synthesis of NiFe₂O₄ nanoparticles: characterization and their catalytic applications. *J. Alloys Compd.*, 2012. – Vol. 536. – P. 241-244.
3. Lingamdinne, L.P., Koduru, J.R., Choi, Y.L., Chang, Y.Y., Yang, J.K. Studies on removal of Pb(II) and Cr(III) using graphene oxide based inverse spinel nickel ferrite nano-composite as sorbent. *Hydrometallurgy*, 2016. – Vol. 165. – P. 64-72.