

## МЕТОДИ ДОБУВАННЯ НАНОСТРУКТУРНОГО МАГНЕТИТУ

**Ковальова Тетяна**

студентка

кафедра хімії

**Свиридюк Катерина**

асистент кафедри хімії

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Наночастинки на основі оксиду заліза викликали величезний науковий інтерес до їх застосування в різних галузях. Магнетит був особливо досліджений завдяки своїй легкій доступності, універсальності, біосумісності, біорозкладності та особливим магнітним властивостям. Оскільки поведінка нанорозмірного магнетиту безпосередньо пов'язана з його формою, розміром та хімією поверхні, точний контроль над процесом синтезу наночастинок є важливим для отримання якісних продуктів для цільового використання. У літературі описано кілька хімічних, фізичних та біологічних методів, які впроваджуються в лабораторній або промисловій практиці. [1-5]

Магнетит,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , має обернену структуру шпінелі. Деталі його структури були вперше встановлені в 1915 році В. Х. Бреггом, який надав одну з перших мінеральних структур, визначених за допомогою методу рентгенівської дифракції. Саме такою структурою пояснюється набір його властивостей.

Серед різноманітних методів, розроблених для синтезу наномагнетиту, можна згадати метод спільного осадження, часткове окислення гідроксиду заліза, реакції в обмежених середовищах, гідротермальні або високотемпературні реакції, поліольний метод, золь-гель реакції, сонохімічний метод тощо. [6]

Найпоширенішим методом є метод спільного осадження, вперше описаний Массартом, який був ретельно досліджений та модифікований. Цей синтез призводить до утворення наночастинок магнетиту певного розміру та високих магнітних властивостей. Наночастинки магнетиту отримують шляхом спільного осадження солей дво- та тривалентного заліза у водному середовищі

при різних співвідношеннях  $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{2+}$  в основному середовищі, наприклад, у розчині аміаку при кімнатній або підвищеній температурі. [2]

Ще одним широко розповсюдженим методом синтезу наномagnetиту становить шлях синтезу монодисперсного сферичного наномagnetиту. Аморфний гідроксид заліза спочатку осаджували з розчину сульфату заліза, а потім водний гель витримують при  $90^{\circ}\text{C}$  у присутності нітрат-іонів, що призводить до утворення magnetиту. Цей шлях дає «монодисперсні» сферичні частинки magnetиту в широкому діапазоні діаметрів. [4]

Золь-гель метод – це мокрий хімічний процес отримання наночастинок, заснований на гідролізі та поліконденсації прекурсорів заліза з утворенням колоїдного розчину наночастинок («золь») та подальшим висушуванням («утворення гелю») для видалення розчинника та, зрештою, отримання наночастинок magnetиту. [6]

Окрім перерахованих, існують ще й інші методи, такі як метод часткового окиснення гідроксиду заліза, реакція в обмежених умовах, гідротермальні або високотемпературні реакції, поліольний метод, сонохімічний синтез тощо. Крім того, останнім часом активно досліджуються методики, що передбачають так званий «зелений синтез», а також біологічний синтез з використанням бактерій, рослин, грибів тощо. Однак, такі методи потребують детального вивчення та вдосконалення. [5-6]

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Niculescu A.-G., Chircov C., Grumezescu A. M. Magnetite nanoparticles: Synthesis methods – A comparative review. *Methods*. 2022. С. 16–27.
2. Mukesh K., Madhavi R., Jamilur A. Chemical Methods for Producing Iron Oxide Magnetic Nanoparticles: A Review. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.*. 2024. Т. 43, вип. 5. С. 1850 – 1871.
2. Synthesis and characterization of magnetite nano particles with high selectivity using in-situ precipitation method / H. Rashid та ін. *Separation Science and Technology*. 2020. Т. 55 : 6. С. 1207–1215.
3. Magnetite Nanoparticles: Synthesis and Applications in Optics and

Nanophotonics / N. Dudchenko та ін. *Materials (Basel)*. 2022. Т. 15, вип. 7. С. 2601.

4. Gorbyk, P. P.; Kusyak, N. V.; Petranovskaya, A. L.; Oranskaya, E. I.; Abramov, N. V.; Opanashchuk, N. M. Synthesis and Properties of Magnetic Nanostructures With Carbonized Surface. *Him. Fiz. Tehnol. Poverhni* 2018, 9, 176-189.

5. Shukla S., Khan R., Daverey A. Synthesis and characterization of magnetic nanoparticles, and their applications in wastewater treatment: A review. *Environ. Technol. Innov.* 2021;24:101924

6. Rahmayanti M. Synthesis of Magnetite Nanoparticles Using Reverse Co-precipitation Method with  $\text{NH}_4\text{OH}$  as Precipitating Agent and Its Stability Test at Various pH. *Nat. Sci. J. Sci. Technol.* 2020;9:54–58.