

УДК 669.1:621

Щербина А.М.<sup>1</sup>, Сергієнко О.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> студ. гр. ІФ-118 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ НАНОПОРОШКІВ ЗАЛІЗА**

На сьогодні нанопорошки заліза (НПЗ) знайшли широке застосування в різних областях науки, техніки і медицини. Можна виділити декілька прикладів їхнього застосування: магнітні носії інформації, біологічні сенсори, контрасти для магнітної томографії. Доведено, що НПЗ, завдяки своїй великій питомій поверхні і адсорбуючій здатності, є адсорбентом для поглинання важких металів. Крім того, НПЗ володіють магнітними властивостями і можуть легко керуватись магнітним полем [1].

Для отримання НПЗ широко застосовують хімічні відновлювальні методи, які, як правило, мають істотно великий недолік – багатостадійність. В даній роботі ми розглянемо метод хімічного осадження НПЗ, зазначимо його переваги та недоліки перед іншими методиками.

Осадження з розчинів є ефективним та простим методом отримання наночастинок оксидів заліза. Цей метод переважно використовують для осадження кристалогідратів та гідроксидів заліза з суміші розчинів солей. В ході перебігу процесу утворення можна контролювати розмір зародків в розчині, що дозволяє чинити вплив на фазовий склад та, частково, на розміри частинок. Особливістю методу є можливість отримання відносно великої кількості матеріалу. Вперше контрольований синтез наночастинок  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> було проведено методом лужного осадження з розчинів FeCl<sub>3</sub> і FeCl<sub>2</sub>. Проте, отриманий продукт при цьому зазвичай характеризується низьким ступенем стабільності, високою схильністю до агрегації і широким розподілом частинок за розмірами в порівнянні з відновлення НПЗ з використанням боргідриду натрію. Якісна стабілізація наночастинок заліза (НЧЗ) є критичним фактором підвищення ефективності їх використання. До числа

можливих речовин стабілізаторів відноситься крохмаль картопляний. Процес синтезу передбачає застосування стабілізуючих агентів, присутність яких на поверхні частинок запобігає їх агломерації та дозволяє контролювати їх розміри і морфологічні характеристики.

Порівняльний аналіз робіт [1 – 3] наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Провідні методи синтезу

№ Назва	Вхідні компоненти	Отриманий матеріал	Результати досліджень	Результат РФА
1. Хімічне гомогенне осадження	FeSO <sub>4</sub> , FeCl <sub>3</sub> , HCl, CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	чиста фаза магнетиту (без наявних домішок інших ферумоксидних фаз).	Сферична форма включень розмір від 30...100 нм
2. Осадження гідроксидних сполук	Початкові FeSO <sub>4</sub> , FeCl <sub>3</sub>  Проміжні Fe(OH) <sub>2</sub> , FeOOH	Fe	чиста металева фаза α-Fe <sub>3</sub> об'ємно-центрованою кристалічною (ОЦК) ґраткою	округла форма включень розмір від 10...200 нм
3. Боргідридним методом	FeCl <sub>3</sub> , NaBH <sub>4</sub>	Fe	чиста металева фаза α-Fe <sub>3</sub> об'ємно-центрованою кристалічною (ОЦК) ґраткою	полідисперсні частинки сферичної і голчастої форми, розмір < 150 нм

Було встановлено, що зразки НЧЗ, які синтезовані боргідридним методом, мають найбільш високу дисперсність, серед методів синтезу розглянутих в таблиці 1. Це пояснюється тим, що швидкість утворення центрів кристалізації – зародків значно вище швидкості їх зростання.

Що ж до недоліків синтезу, то це вартість обладнання та реагентів, але важливим аспектом є забезпечення умов для проведення синтезу, тобто встановлення вказаної середовища рН.

Отже, основним недоліком методу хімічного осадження є проблематичність передбачення розмірів та морфології частинок, що тягне за собою неоднорідність їх властивостей. Важливим завданням стає контроль процесу утворення та росту частинок оксиду заліза з їх наступною стабілізацією. Швидке зародкоутворення та повільний ріст кристалітів має вирішальне значення для отримання монодисперсних частинок.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Тієн, Х.Н. Вплив умов синтезу на властивості наночастинок заліза отриманих методом хімічного осадження [Текст] / Х.Н.Тієн, В.М. Нгуєн, М.Х. Нагуєн, Т.Н. Хо// Процеси, технології та матеріали ливарного виробництва. – 2020. – №21. – С. 47-53.

2. Груб'як, А.Б. Методи синтезу нанодисперсних частин заліза [Текст]/ А.Б. Груб'як, В.О. Коцюбинський, В.В. Мокляк// Фізика і хімія твердого тіла. – 2015. – №1. – С. 193-201.

3. Дзидзигури, Э.Л. Научно-методические основы исследования кристаллической структуры и свойств нанопорошков превосходных металлов [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук 05.16.09./ Дзидзигури Элла Леонтьева.