

РОЛЬ СТАБІЛІЗАТОРІВ У ФОРМУВАННІ МАГНЕТИТОВИХ НАНОКОМПОЗИТІВ З КОНТРОЛЬОВАНИМ РОЗМІРОМ

Іванюк Марія

здобувачка вищої освіти

Свиридюк Катерина

асистент

Кафедра хімії

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Стабілізатори відіграють ключову роль у синтезі магнетитових наноккомпозитів (Fe_3O_4), особливо при необхідності отримання частинок із заданими розмірами, вузьким розподілом за розміром та стабільною колоїдною формою. Так як наночастинки магнетиту здатні до агрегації та агломерації, а також піддаються реакціям окиснення, то для запобігання таким процесам використовують різноманітні модифікуючі агенти-стабілізатори. Застосування стабілізаторів дозволяє запобігти агрегації наночастинок, контролювати їх зростання та поверхневі властивості, що є критичним для подальшого використання наноккомпозитів у біомедичних, екологічних та технічних застосуваннях. [1]

Авторами [2] було запропоновано результати дослідження щодо синтезу наночастинок магнетиту з мезопористою структурою методом співосадження з використанням різних стабілізуючих агентів, таких як саліцилова кислота, глютамінова кислота та трихлороцтова кислота. Стабілізуючі агенти використовувалися для запобігання агрегації нанокристалів магнетиту та отримання стабільних наноструктур навіть у біологічному середовищі. У ході дослідження було з'ясовано, що різні стабілізатори мають різний ступінь споріднення з поверхнею магнетиту. Серед досліджуваних найнижчий показник спорідненості виявився у глютамінової кислоти, а найвищий – у три хлороцтової. З точки зору середнього розміру пор та питомої площі поверхні, стабілізуючі

агенти відіграють важливу роль. Згідно з результатами дослідження, чистий магнетит має питому площу поверхні $\sim 156 \text{ м}^2 / \text{г}$ та середній розмір пор $5,75 \text{ нм}$, тоді як використання саліцилової кислоти призводить до збільшення питомої площі поверхні та практично без зміни розміру пор; використання глютамінової кислоти призводить до значного зменшення питомої площі поверхні та збільшення розміру пор, тоді як використання трихлороцтової кислоти призводить до сильного збільшення питомої площі поверхні (майже вдвічі більша питома площа поверхні порівняно з еталонним магнетитом) та відповідного зменшення середнього розміру пор до $3,45 \text{ нм}$. Різна поведінка пояснюється різною хімічною структурою трьох стабілізуючих агентів та різною кількістю адсорбції стабілізуючого агента на магнітних кристалах.

Використання поверхнево-активних речовин, таких як додецилсульфат натрію, є загальною стратегією, що використовується в численних методах синтезу для запобігання агломерації наночастинок (НЧ), забезпечуючи нижчі гідродинамічні діаметри [3]. Крім того, розчинні кислоти у водних середовищах (лимонна, щавлева, лауринова та стеаринова кислоти), які можуть бути хелатуючими агентами, також використовувалися як агенти, що ущільнюють, служачи електростатичною стабілізацією магнетиту у воді та звужуючи розподіл розмірів, що є поширеним недоліком цього методу [4,5]. Аналогічно, покриття НЧ полімерами, такими як ПВА, також може бути використано для отримання хорошої стабілізації. [6]

Літературне джерело [7] пропонує метод стабілізації та контролю розмірів наночастинок під час синтезу у присутності двох різних поліелектролітів, а саме поліакрилової кислоти та натрієвої солі карбоксиметилцелюлози при високому рН (~ 13). Розмір наночастинок магнетиту можна легко контролювати, змінюючи концентрацію поліелектроліту в середовищі.

Підсумовуючи проаналізовані результати досліджень [1-8] можна зробити висновок про те, що у якості стабілізаторів поверхні нанорозмірного магнетиту використовуються переважно полімерні сполуки, які виконують роль ізолюючого покриття для наночастинок, мінімізуючи при цьому їх хімічну активність та електростатичну взаємодію. Також, корегуючи концентрацію стабілізуючих агентів можна регулювати розмір та рівномірність морфологічних параметрів одержаних наночастинок.

Список використаних джерел

1. Development of Stabilized Magnetite Nanoparticles for Medical Applications / I. L. Ardelean та ін. Journal of Nanomaterials. 2017.
2. Size control in the formation of magnetite nanoparticles in the presence of citrate ions / V. L. Kirillov та ін. Materials Chemistry and Physics. 2014. Т. 145. С. 75–81.
3. P. Azcona, R. Zysler, V. Lassalle Simple and novel strategies to achieve shape and size control of magnetite nanoparticles intended for biomedical applications Colloid Surf. A Physicochem. Eng. Asp., 504 (2016), pp. 320-330

4. M.R. Ghazanfari, M. Kashefi, M.R. Jaafari Investigation of stabilization mechanism and size controlling of Fe_3O_4 nanoparticles using anionic chelating agents Appl. Surf. Sci., 375 (2016), pp. 50-56
5. A. Bahadur, A. Saeed, M. Shoaib, S. Iqbal, M.I. Bashir, M. Waqas, M.N. Hussain, N. Abbas Eco-friendly synthesis of magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles with tunable size: dielectric, magnetic, thermal and optical studies.
6. S. Akbari, S.M. Masoudpanah, S.M. Mirkazemi, N. Aliyan PVA assisted coprecipitation synthesis and characterization of MgFe_2O_4 nanoparticles Ceram. Int., 43 (2017), pp. 6263-6267.
7. 2. Multicomponent magnetic nanoparticle engineering: the role of structure-property relationship in advanced applications / A. Díez та ил. Materials Today Chemistry. 2022. T. 26.
8. Mandal A. Size-controlled synthesis of magnetite nanoparticles in the presence of polyelectrolytes. Chemistry of Materials. 2013.