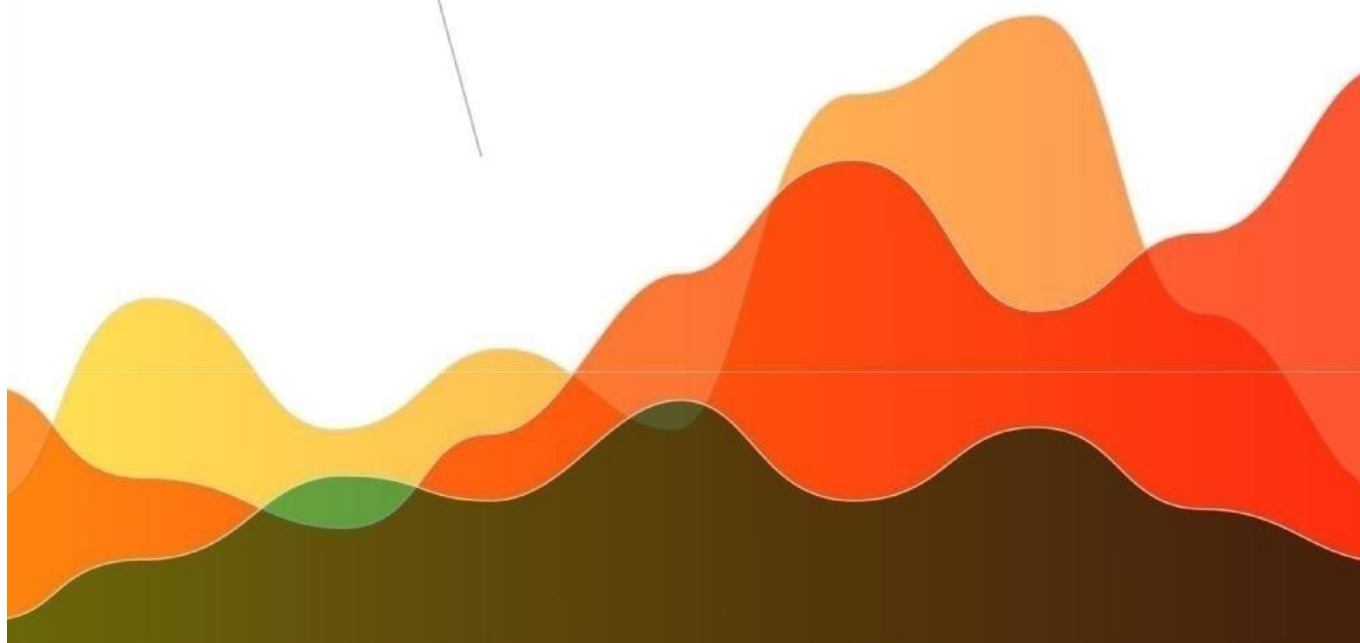


ADVANCES OF SCIENCE

**Proceedings of articles the international
scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary -
Ukraine, Kyiv, 5 April 2019**



ADVANCES OF SCIENCE

Proceedings of articles the international scientific conference Czech
Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv, 5 April 2019

Czech Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv, 2019

UDC 001
BBK 72
D733

Scientific editors:

Katjuhin Lev Nikolaevich, Doctor of Biological, a leading researcher at the Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry named I.M.Sechenov Academy of Sciences

Salov Igor' Arkad'evich, Doctor of Medical, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology, Saratov State Medical University named V.I.Razumovskij

Danilova Irina Sergeevna, Ph.D., Associate Professor of Tomsk State Pedagogical University named L.N.Tolstoj Burina
Natal'ja Sergeevna, Ph.D., Associate Professor of Nizhny Novgorod State named University N.I. Lobachevskij

D733

ADVANCES OF SCIENCE: Proceedings of articles the international scientific conference.

Czech Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv, 5 April 2019 [Electronic resource] / Editors prof. L.N. Katjuhin, I.A. Salov, I.S. Danilova, N.S. Burina. – Electron. txt. d. (1 файл 4,6 MB). – Czech Republic, Karlovy Vary: Skleněný Můstek – Ukraine, Kyiv: MCNIP, 2019.

– ISBN 978-80-7534-078-8.

Proceedings includes materials of the international scientific conference « ADVANCES OF SCIENCE», held in Czech Republic, Karlovy Vary-Ukraine, Kyiv, 5 April 2019. The main objective of the conference - the development community of scholars and practitioners in various fields of science. Conference was attended by scientists and experts from Azerbaijan, Russia, Ukraine. At the conference held e-Conference "Discovery Science". International scientific conference was supported by the publishing house of the International Centre of research projects.

ISBN 978-80-7534-078-8 (Skleněný Můstek, Karlovy Vary, Czech Republic)

Articles are published in author's edition. Editorial opinion may not coincide with the views
of the authors

Reproduction of any materials collection is carried out to resolve the editorial board

© Skleněný Můstek, 2019

МАГНІТНІ ПОЛІМЕРНІ НАНОСИСТЕМИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В МЕДИЦИНІ

МАРТИНЮК Г.В.

*кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри екології, географії та туризму,
Рівненський державний гуманітарний університет,
м. Рівне, Україна.*

СКОРЕЙКО Н.Т.

*лікар-кардіолог,
Комунальний заклад “Рівненська обласна клінічна лікарня”,
м. Рівне, Україна.*

МАРТИНЮК І.В.

*вчитель хімії,
Рівненський економіко-правовий ліцей, м. Рівне, Україна.*

Одним з перспективних напрямків хімії високомолекулярних сполук є одержання гібридних органо-неорганічних полімерних нанокомпозитних матеріалів. Підбираючи відповідні компоненти, регулюючи їхнє співвідношення, а також комбінуючи властивості обох фаз на нанорівні можна одержати органо-неорганічні полімерні компаунди з комплексом унікальних характеристик: підвищеною механічною міцністю, термічною стійкістю, йонною та змішаною провідністю, антикорозійними, оптичними, магнітними та іншими властивостями. Дослідження, спрямовані на створення нових полімерних нанокомпозитних матеріалів з цінними властивостями – пріоритетне завдання сучасної прикладної хімії. Такі гібридні нанокомпозити вже знайшли застосування у промисловості для виготовлення спеціальних покриттів, вогнетривких матеріалів, протонопровідних мембран, деталей

автомобілів, електронних і оптичних пристроїв, електро- та теплопровідних полімерних мікроелектронні приладів, авіа- та космічних компонентів, автомобільних, біомедичних приладів, тощо [1, 2].

Нанохімія магнітних матеріалів активно розвивається в останні роки і магнетизм нанорозмірних об'єктів – одна з найбільш важливих тем сучасних наукових досліджень [3]. За минулі четверть століття був здійснений колосальний ривок у розумінні феномена "нано", що дозволило виготовляти монодисперсні наночастинки з контрольованим розміром, формою, а інколи і структурою для широкого спектра зразків, від монокомпонентних як сферичного заліза [4] або тетраподів магнетиту [5], до складних багатокомпонентних з комплексних структур – сплаву FeCo, а також утворених за типом ядро-оболонка наночастинок кубічної форми FePt і MnO [6]. Сьогодні унікальні фізико-хімічні, біологічні, фармакологічні властивості наночасток інтенсивно вивчаються багатьма вченими в різних країнах [7,8].

Магнетонаночастинки різного походження, широко поширені в природі і зустрічаються у багатьох біологічних об'єктах, мають контрольований розмір, поліпшену контрастність та чутливість до зовнішнього впливу. Магнітні властивості таких наночастинок визначаються багатьма факторами: хімічним складом, типом кристалічної ґратки, ступенем її дефектності, розмірами і формою частинок, морфологією (для частинок з комплексною структурою), взаємодією частинок з оточуючою їх матрицею і сусідніми частинками. Змінюючи параметри наночастинок, можна в певних межах управляти магнітними характеристиками матеріалів на їх основі. До переваг магнітних наночастинок слід віднести в першу чергу їх розміри, що дозволяють їм швидко проникати крізь мембрану. По-друге, завдяки магнетизму можна здійснювати контроль за їх пересуванням і накопиченням на відстані [9].

Полімерні магнетні матеріали все більше зацікавлюють завдяки використанню у найсучасніших технологіях. Гнучкість, малі втрати під час перемагнечування, здатність до утворення плівок, мала питома вага зумовлюють важливу їх роль у різноманітних галузях [1, 10, 11]. Серед

оксидних високодисперсних магнітних матеріалів вагоме місце посідає магнетит (Fe_3O_4).

Магнетиту здавна приписували лікувальні властивості: його рекомендували носити при безсонні, проблемах зі шлунком, навіть при психічних захворюваннях. Вважалось, що він здатний притягувати "примагнічувати" удачу і здоров'я. Звичайно, все це були стародавні забобони [12]. Проте магнетит все ж таки знайшов застосування в сучасній медицині завдяки доведенню його біосумісності з живими організмами [13]. На основі цього виникла концепція щодо доставки лікарських препаратів до хворих органів за допомогою магнітних носіїв, яка істотно розширила сферу застосування магнетиту (рис. 1). Встановлено, що найбільш придатними для використання, в якості носіїв ліків, виявилися наночастки магнетиту (Fe_3O_4). Вони вводяться в організм шляхом ін'єкцій, здатні адсорбувати та зв'язувати гідрофільні й гідрофобні фармакологічні препарати, швидко захоплюються макрофагами, накопичуються переважно у печінці та селезінці. Це дає змогу візуалізувати дані цих органи на МРТ (магнітно-резонансна томографія) [14].

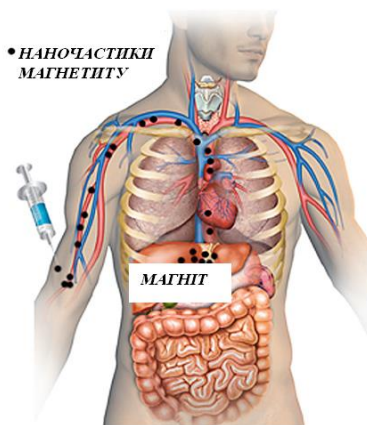


Рис. 1. Схема дії магнетиту, як носія ліків [12].

Встановлено [15], що магнетонаночастинки виводять радіонукліди з біологічних рідин. Так, наприклад, наночастинки Fe_3O_4 можуть вивести 69 % оксиду урану з крові. Завдяки цінним властивостям, низькій токсичній дії, магнетит використовують для адресного транспортування ліків, в методі

магнітної гіпертермії для лікування злоякісних новоутворень, для діагностики захворювань з використанням методу магнітної сепарації [11, 16 – 19].

Незважаючи на прикладне застосування нанодисперсних ферум(II, III) оксидів, що пов'язані з їх розмірночутливими властивостями (суперпара- і суперферромагнетизм, високі коерцитивна сила та магнітна сприйнятливість, низька температура Кюрі порівняно з мікрокристалічними матеріалами), велику кількість інформації про магнітну структуру, фізичні властивості об'ємних моно- та полікристалів Fe_3O_4 морфологія нанорозмірних частинок магнетиту, зміна їх магнітної мікроструктури і фізичних властивостей залежно від способу отримання, а також режимів температурної обробки ще залишаються малодослідженими та не знаходять широкого відображення в науковій літературі. [1, 20].

Все це пояснює великий інтерес фахівців різного профілю до таких систем. Важливими також залишаються питання фазового складу, особливостей кристалічної і магнітної мікроструктури матеріалу та стану поверхні. Таким чином, актуальним стає питання підбору науково-обґрунтованих методів отримання наноструктурованого та нанодисперсного магнетиту різних розмірів та ступеня дисперсності, оскільки при цьому можна синтезувати нові матеріали з наперед заданими властивостями.

Експериментальна частина

У даній роботі проведено аналіз методів отримання нанодисперсних змішаних ферум(II, III) оксидів, здійснене узагальнення способів синтезу для вибору універсального способу, що дозволяє розкрити взаємозв'язок між умовами синтезу та структурними, морфологічними та магнітними характеристиками наноматеріалів [21, 22].

Методи синтезу нанодисперсій магнетиту відіграють ключову роль у визначенні морфології, розмірів і форми частинок магнетиту. Так ступінь дисперсності синтезованого магнетиту значною мірою впливає на якість утворених гібридних нанокомпозитів. В зв'язку з цим проведені дослідження спрямовані на одержання магнетиту різного ступеня дисперсності [23].

Для синтезу високодисперсного колоїдного магнетиту був використаний метод співосадження солей ферум(II), (III) сульфатів у молярному співвідношенні 1:2. Для утворення магнетиту з різним ступенем дисперсності осадження проводили розчином калій гідроксиду в присутності розведеної нітратної кислоти. В результаті утворюються хімічно стабільні наночастинки суспензійного магнетиту з високими магнітними властивостями (рис. 2.) [2, 22]. Зміна кількості кислоти в реакційній системі дозволяє отримувати зразки високодисперсного магнетиту з різним ступенем дисперсності безпосередньо в процесі синтезу. Концентрація розчинів нітратної кислоти, які використовували при синтезі становила: (моль/екв·л) 0,0029, 0,0059, 0,0119, 0,0298, 0,0597.

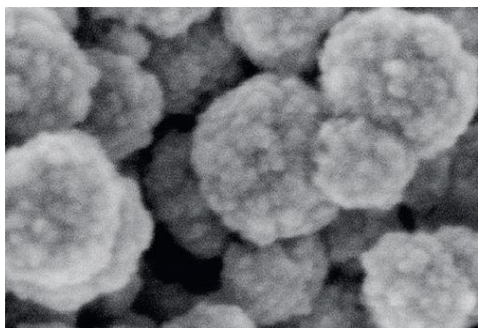


Рис. 2. Мікрофотографія магнетиту (збільшення 260 разів).

Суспензії, одержані в присутності нітратної кислоти з молярною концентрацією еквівалента 0,0119; 0,0298; та, 0,0597 моль/л, не осідають і зберігають стійкість протягом трьох і більше місяців. Отримані дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№ з/п	Інгредієнти, % мас.				R _{ver} , нкм
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	Fe ₂ (SO ₄) ₃ ·9H ₂ O	KOH	HNO ₃	
1	5,0	5,0	5,0	0,019	5,32
2	5,0	5,0	5,0	0,029	4,16
3	5,0	5,0	5,0	0,075	3,61
4	5,0	5,0	5,0	0,188	1,84

Синтезований магнетит багаторазово промивали дистильованою водою шляхом декантації. Схематично реакцію утворення магнетиту можна записати:

$$\text{FeSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{KOH} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$$

Цей метод дозволяє керувати розмірами частинок магнетиту в процесі синтезу, запобігати їх агрегації, отримувати хімічно стабільні частинки наноманетиту з високими магнітними властивостями [21, 22].

Структуру утвореного магнетиту вивчали методом порошкової рентгенівської дифракції. Рентгеноструктурні вимірювання вказували на те, що отримані напівморфні порошки є однофазними, що відповідає кубічній фазі магнетиту Fe_3O_4 (рис. 3, 4) зі структурою типу шпінелі, параметр ґратки $a = 8.3490(3) \text{ \AA}$.

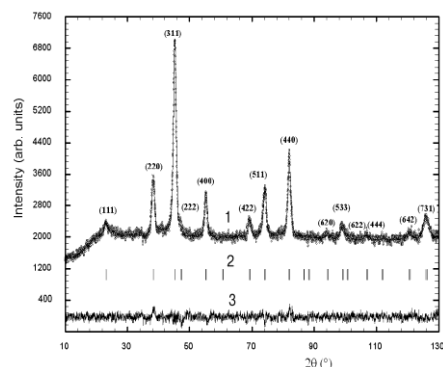
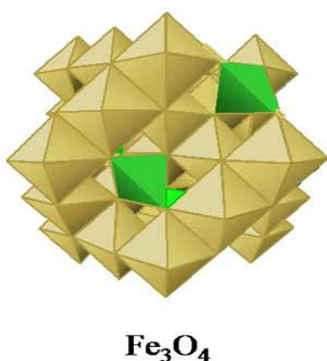


Рис .3. Кубіч ний зразок магнетиту Fe_3O_4 .

Рис 4. Дифрактограми для зразків Fe_3O_4 .

За результатами мікроструктурного аналізу (рис 5.) було обчислено середній розмір зерен Fe_3O_4 на рівні $75,5 \pm 7,3 \text{ \AA}$. Електронно мікроскопічні дослідження показали, що отримані порошки складаються з частинок з розмірами 5 –25 нм [24]. Методом седиментаційного аналізу визначено найбільш ймовірний радіус R_{ver} синтезованого магнетиту, що становив 5,32 мкм.

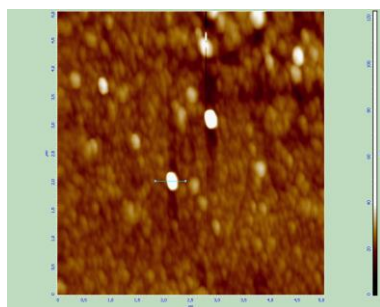


Рис. 5. Атомно-силова мікроскопія частинок магнетиту

В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що можна підібрати умови синтезу так, щоб утворилися частинки магнетиту

бажаної кристалічної структури, розмірів і властивостей. Змінюючи кількість кислоти з 0,0029 до 0,0597 моль/екв·л в реакційній суміші в межах за короткого часу гідролізу (2 – 10 хвилин) після додавання лугу, можна отримати сфероїдальні наночастинки магнетиту з середнім розміром частинок 4 – 43 нм.

Використана література

1. А.Б. Груб'як, В.О. Коцюбинський, В.В. Мокляк. Методи синтезу нанодисперсних оксидів заліза. *Фізика і хімія твердого тіла* Т.16, № 1 (2015) С. 193–201.
2. Структура і термдеформаційні властивості гібридних композитів полімер-магнетит / Опайнич І., Аксіментьєва О., Дьяконов В., Пехота С., Уланский Я., Демченко П., Українець А. // *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. – 2012. – № 1. – С. 89 – 94 (English version in “Material Science”).
3. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направлений исследований / Под. ред. М. К. Роко, Р. С. Уильямса: Пер. с англ. – Москва: Мир. –2002. – 292 с.
4. Помогайло А. Д., Розенберг С. С., Уфленд И. К. Наночастицы металлов в полимерах. – Москва: Химия, 2000. – 672 с.
5. Губин С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства. *Успехи химии*. –2005, 74, –С. 539–574.
6. Синтез та властивості нанокомпозитів на основі магнетиту, модифікованого оксидом кремнію / Л.С. Семко, П.П. Горбик, Л.П. Сторожук, І.В. Дубровін, О.О. Чуйко, О.І. Оранська, О.І. Скрипка // *Доп. НАН України*. – 2007. – N 3. – С. 153–160.
7. Демченко В. Л. Вплив магнітного поля на структуру і властивості полімерів та їх композитів / В. Л. Демченко, В. І. Штомпель, С. В. Рябов, В. І. Унрод // *Наукові вісті Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”*. – 2013. – № 4. – С. 114–120.

8. Синтеза та властивості магнеточутливих нанокомпозитів магнетит/діоксид кремнію з метою створення імуносорбентів / Л.С. Семко, Л.П. Сторожук, П.П. Горбик, М.В. Абрамов, О.І. Оранська // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології: Зб. наук. пр. К.: РВВ ІМФ, –2010. – Т. 8, № 1. – С. 101–111.

9. Баранов Д. А., Губин С. П. Магнитные наночастицы: достижения и проблемы химического синтеза. Радиоэлектроника наносистемы информационные технологии.– 2009. –Т.1, № 1–2. – С.129–148.

10. Губин С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства // Успехи химии.– 2005, 74, 6. С. 539–574.

11. 10. Preparation of magnetic nanoparticles by the use of self-assembled fluorinated oligomeric aggregates. A new approach to the dispersion of magnetic particles on poly(methyl methacrylate) film surface / H. Sawada, H. Yoshioka, T. Kawase et al. // J. Fluorine Chem. – 2005. – 126. – P. 914 – 917.

12. Елена Гришечкина. Магнитный ответ ”плохим клеткам” // Наука и жизнь. – 2006. –№5. – С. 23–24.

13. Чекман І. С. Фізіологічні процеси в організмі: наномеханізми. / І. С. Чекман // Лікарська справа. – 2010. –№ 7–8. – С. 3–10.

14. Karabulut N., Elmas N. Contrast agents used in MR imaging of the liver // Diagn. Interv.Radiol. – 2006. – Vol. 12. – P. 22–30.

15. Wang L., Yang Z., Gao J. et al. (2006) A biocompatible method of decorporation: bisphosphonate-modified magnetite nanoparticles to remove uranyl ions from blood. J. Am. Chem. Soc., 128(41): 13358–13359.

16. А.Л. Петрановська, О.М. Федоренко, П.П. Горбик, О.О. Чуйко, В.Ф. Чехун, І.В. Дубровін, Л.С. Семко, Л.П. Сторожук, М.В. Абрамов, С.Л. Рево. Розробка та властивості магніточутливих нанокомпозитів для спрямованого транспорту лікарських засобів // NANSYS. 2004. – Київ. – Жовтень. – С. 15.

17. П.П. Горбик, А.Л. Петрановська, Л.П. Сторожук, М.Ю. Тарасюк, О.О. Чуйко. Нанокompозити для магнітного транспорту лікарських препаратів // X Міжнародна конференція з фізики і технології тонких плівок, Івано-Франківськ, травень –2005. – С. 64.
18. Борисова Т. О. Взаємодія наночастинок магнетиту, покритих полімерами, з нервовими терміналами головного мозку та тромбоцитами крові / Т. О. Борисова, Н. О. Дудченко, О. Б. Брик, Л. О. Касаткіна, Р. В. Сівко, О. Ю. Чуніхін, Н. В. Крисанова // *Biotechnologia Acta*. – 2011. – Т. 4, № 5. – С. 45–56.
19. Goya G. F.,Grazu V., Ibarra M. R. Magnetic nanoparticles for cancer therapy // *Cell. Biol. Int.* – 2008. – V. 32, N 8. – P. 1001–1005.
20. Д. Д. Шека Основи магнетизму: Методичний посібник для магістрів природничих спеціальностей університету. К.: КНУ, 2012 – 74 с.
21. Опайнич І.Є., Малєєв І.Й. Спосіб синтезу високодисперсного магнетиту. Патент України № 62416А . Опубл. 15.12.03. Бюл. № 12. – 6 с.
22. Опайнич І. Термічна стійкість композитів полімер – магнетит / І. Опайнич, О.Аксіментьєва // *Вісник Львів. ун-ту. Сер. хім.* – 2010. – Вип. 51. С.379 – 383.
23. Юр'єв С. О. Синтез, структура і магнітні властивості нанорозмірних порошків феритів заліза / С. О. Юр'єв, С. І. Ющук // *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. – 2014. – № 798: Електроніка. – С. 53–60.
24. Polymer Assisted Fabrication and Properties of Nanocomposites with Non-Aggregated Magnetic Particles / I. Ye. Opainych, O. I. Aksimentyeva, H. Szymczak et al. // 5th Int. Workshop on Functional and Nanostructured Materials. 31 August – 6 Sept. 2008, L'viv, Ukraine. – Abstract Book. – 2008. – P. 122–124.