

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 6th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VI Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки збройних сил України
Публічне акціонерне товариство «Фармак»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 6th International Research and Practical Conference

CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VI Міжнародної науково-практичної конференції
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 23-25 листопада 2022 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2022

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету

Члени редакційної колегії:

Лукашов В.К. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Тур О.М. – завідувач кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н.;

Бондар Н.Ю. – доцент кафедри економіки та управління, к.філ.н.;

Тимофіїв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.

Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 23 - 25 листопада 2022 року. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 267 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництв та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут
Сумського державного університету, 2022
© Сумський державний університет, 2022

НАНОКОМПОЗИТИ КОБАЛЬТУ НА ОСНОВІ СИНТЕТИЧНИХ ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН З ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МАГНІТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

В.А. Литвин, К.Ю. Посипайко, Т.В. Петрова, М.В. Чернюк

Черкаський національний університет імені Б.Хмельницького, Черкаси, Україна
litvin_valentina@ukr.net

Інтерес до наночастинок перехідних металів, покритих карбоною оболонкою, обумовлений перспективами їх практичного використання. Наноккомпозити кобальту привертають увагу дослідників своїми магнітними властивостями, завдяки яким їх використовують для поглинання електромагнітного випромінювання, в біомедицині (магнітне розділення та доставка ліків), каталізі, медицині (магнітотерапія), фотоніці, для створення магнітних датчиків, пристроїв для магнітного запису, магнітних рідин (магнітне чорнило та фарби), магнітно-резонансній томографії (контрастні речовини) [1-3].

У зв'язку з тим, що ці матеріали мають важливе практичне застосування, розробка та вдосконалення методів їх отримання є актуальним завданням. На сьогодні відомо багато методів отримання наночастинок перехідних металів, які включають термічне випаровування, магнетронне розпилення, плазмохімічний синтез, електричну дугу, механохімічний синтез, лазерну абляцію, хімічне відновлення, термічне розкладання, хімічне осадження з парової фази тощо [4-6]. При аналізі наночастинок кобальту, отриманих цими методами, значну увагу приділено способам захисту синтезованих наночастинок захисними покриттями (в тому числі карбоновими) і можна відзначити складність створення рівномірного покриття на поверхні наночастинок, а також наявність домішок, які можуть значно впливати на властивості цих матеріалів [7-8]. Тому дуже актуальною є розробка нових технологій синтезу наноккомпозитів кобальту з одночасним отриманням захисного покриття контрольованого складу на поверхні наночастинок.

У даній роботі ми представляємо метод отримання інкапсульованих в карбон наночастинок кобальту шляхом карбонізації кобальтовмісного прекурсора, отриманого взаємодією кобальт(II) нітрату із синтетичними гуміновими речовинами. Використовуючи синтетичні гумінові речовини як джерело карбону ми очікуємо отримати композитний матеріал із регулярним розподілом наночастинок кобальту в носії. Поліфункціональність синтетичних гумінових речовин дозволяє рівномірно розподілити іони металу по органічній речовині, припускаючи, що іони Co^{2+} будуть зв'язані карбоксильними, гідроксильними або карбонільними групами по всій молекулі гумінової речовини [9].

Запропонований спосіб реалізується в дві стадії. Першою стадією є одержання кобальт(II) гумату шляхом взаємодії кобальт(II) нітрату з синтетичними гуміновими речовинами у лужному середовищі. Синтетичні гумінові речовини одержували шляхом окиснення кверцетину молекулярним киснем у лужному середовищі за методикою, описаною в джерелі [10]. При змішуванні лужного розчину синтетичних гумінових речовин (pH=11) та кобальт(II) нітрату спостерігалось утворення осаду, який відфільтровували та висушували. Рентгенодифрактометричне дослідження отриманого порошку вказує на те, що він є рентгеноаморфним та не проводить електричний струм. Це є прямим свідченням того, що у ньому відсутня металічна фаза. На другій стадії проводили піроліз одержаного осаду кобальт(II) гумату в атмосфері водню при

різних температурах (300-1000°C) протягом 10 хв. При цьому відбувається відновлення Co^{2+} катіонів до нульвалентного стану та карбонізація залишків гумінових речовин. Охолодження трубки-реактора до кімнатної температури проводили при постійному пропусканні водню через систему.

Встановлено, що одержаний кобальт-карбоний наноккомпозит характеризується електропровідністю, яка є близькою до електропровідності металів ($R \approx 14$ кОм).

Одержані кобальт-карбоні наноккомпозити досліджували методом рентгенівської дифракції, використовуючи випромінювання $\text{Fe}_{\text{K}\alpha}$ з довжиною хвилі $\lambda = 1,93597 \text{ \AA}$. На дифрактограмі кобальт-карбоні наноккомпозитів, отриманих при різних температурах піролізу, спостерігається система рефлексів, характерна для ГЦК-гратки кобальту (рис. 1). Середній розмір наночастинок кобальту, розрахований за уширенням лінії на рентгенівській дифрактограмі з використанням формули Шерера, становить від 8 до 52 нм, залежно від температури синтезу.

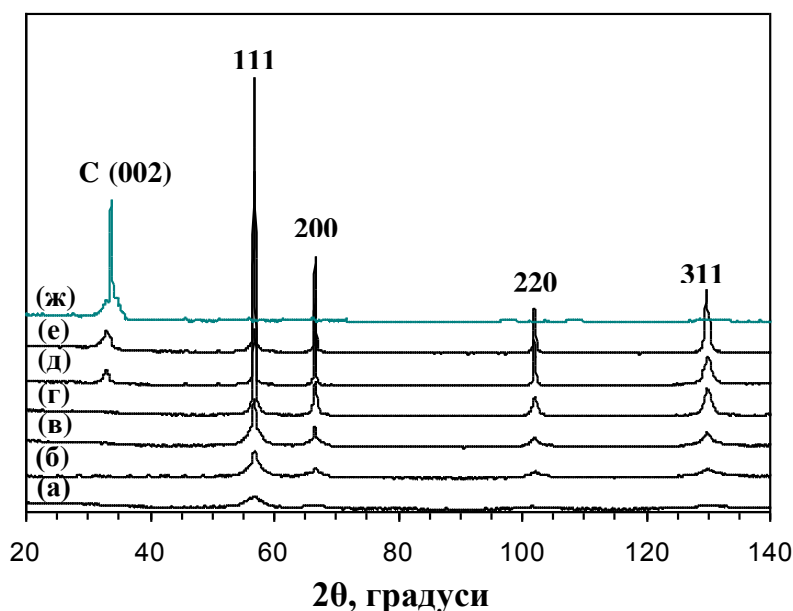


Рис. 1 Рентгенівські дифрактограма кобальт-карбоні наноккомпозитів на основі синтетичних гумінових речовин, одержаних при різних температурах піролізу: 300 °С (а), 400 °С (б), 500 °С (в), 600 °С (г), 900 °С (д), 1000 °С (е) та карбоні залишку отриманого після обробки наноккомпозиту нітратною кислотою (ж)

Рефлекс при куті $2\theta = 33,1^\circ$ відповідає міжплощинній відстані $3,398 \text{ \AA}$, яка характерна для графітоподібної фази, зокрема для графіту, карбоні нановолокон, нанотрубок, багатшарових карбоні нанотрубок та ін.

Дослідження кобальт-карбоні наноккомпозиту на скануючому електронному мікроскопі виявило цікаву морфологічну структуру у вигляді просторової сітки з частинками металу, включеними у карбоні матрицю. Описану сітку добре видно на рис. 2.

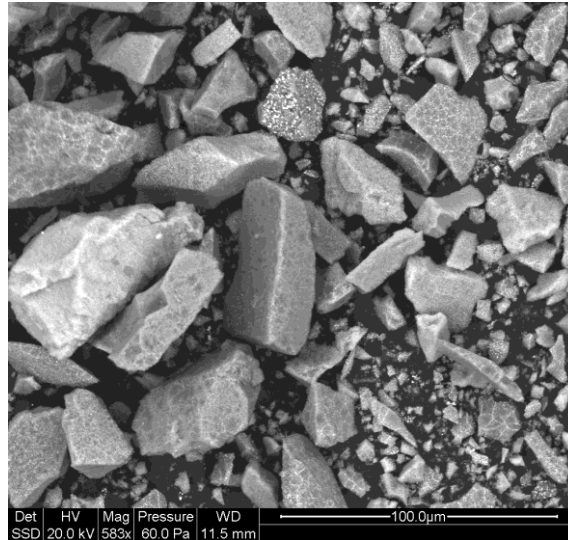


Рис. 2 СЕМ-ображення кобальт-карбонowego нанокomпозиту

Особливий інтерес становлять магнітні властивості кобальт-карбонowego нанокomпозиту. Криві намагнічення одержаного нанокomпозиту представлені на рис. 3. Намагніченість насичення (M_s) зразків кобальт-карбонowych нанокomпозитів, отриманих при 400, 500, 600, 900 і 1000 °С, становила ~23,4, 48,5, 75,0, 134,4 і 162,5 $A \cdot m^2/kg$ відповідно. Максимальне значення M_s отриманих кобальт-карбонowych нанокomпозитів набагато вище, ніж у мікросфер Co/C , повідомлених в літературі [11] (146,5 $A \cdot m^2/kg$). Наявність карбоновой оболонки на поверхні наночастинок кобальту запобігає їх окисленню.

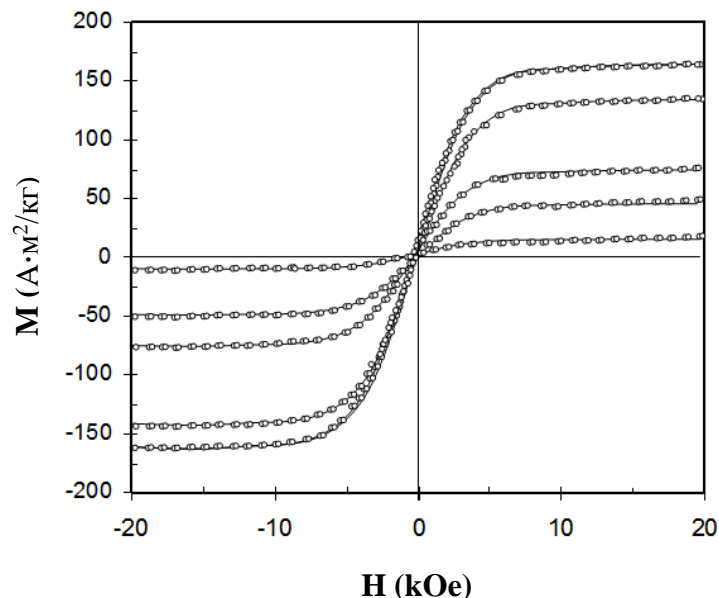


Рис. 3 Криві намагнічення кобальт-карбонowych нанокomпозитів

Петлі гістерезису кобальт карбонового нанокompозиту невеликі. Встановлено, що коерцитивність кобальт-карбонового нанокompозиту, отриманого при 1000 °С, становить 0,018 КОе. Такі високі значення намагніченості та низькі значення коерцитивної сили дозволяють охарактеризувати ці нанокompозити як хороші суперпарамагнітні матеріали, які можна використовувати як магнітні датчики та інші медичні діагностичні засоби.

Твердофазний піроліз кобальт(II) фульвату є простим та ефективним методом одержання магнітного кобальт-карбонового нанокompозиту. Варто відмітити, що карбонове оточення, перешкоджаючи процесам окиснення та агрегування наночастинок кобальту, є стійким на повітрі, що суттєво для багатьох застосувань.

Список літературних джерел

1. Lu AH, Salabas EL, Schüth F. Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization, and application // *Angewandte Chemie International Edition*. – 2007. – Vol. 46(8). – P. 1222–1244.
2. Xu Y., Mahmood M., Li Z., Dervishi E., Trigwell S., Zharov V.P., Nawab A., Saini V., Alexandru B.R., Lupu D., Boldor D., Alexandru S.B. Cobalt nanoparticles coated with graphitic shells as localized radio frequency absorbers for cancer therapy // *Nanotechnology*. – 2008. – Vol. 19. – P. 453102.
3. Petit C, Rusponi S, Brune H. Magnetic properties of cobalt and cobalt-platinum nanocrystals investigated by magneto-optical Kerr effect. // *J Appl Phys*. – 2004. – Vol. 95. – P. 4251.
4. Zhi B.L., Hu Y.S., Hamaoui B.E., Wang X., Lieberwirth I., Kolb U., Maier J., Müllen K. Precursor-Controlled Formation of Novel Carbon/Metal and Carbon/Metal Oxide Nanocomposites // *Adv Mater*. – 2008. – Vol. 20. – P. 1727–1731.
5. Flahaut E., Agnoli F., Sloan J., Connor C.O., Green MLH. CCVD Synthesis and characterization of cobalt-encapsulated nanoparticles // *Chem Mater* 2002. – Vol. 14. – P. 2553.
6. Suh W.H., Suslick K.S. Magnetic and porous nanospheres from ultrasonic spray pyrolysis // *J Am Chem Soc*. – 2005. – Vol. 127. – P. 12007.
7. Luna C., Morales M.P., Serna C.J., Vazquez M. Effects of surfactants on the particle morphology and self-organization of Co nanocrystals // *Mater Sci Eng C*. – 2003. – Vol. 23. – P. 1129.
8. Morel R., Brenac A., Portemont C. Exchange bias and coercivity in oxygen exposed cobalt clusters // *J Appl Phys*. – 2004. – Vol. 95. – P. 3757.
9. Литвин В.А. Синтетичні аналоги природних гумінових речовин : монографія / В.А. Литвин. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю.А., 2020. – 230 с.
10. Litvin V.A., Njoh R.A. Quercetin as a precursor in the synthesis of analogues of fulvicacids and their antibacterial properties // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. – 2021. – No. 2. – P. 56-64.
11. P. Zhang, Q. An, J. Guo, C.C. Wang, Synthesis of mesoporous magnetic Co-NPs/ carbon nanocomposites and their adsorption property for methyl orange from aqueous solution // *J. Colloid Interface Sci*. – 2013. – Vol. 389. – P. 10e15.