

Р.В. Мазуренко, М.В. Абрамов, Г.М. Гуня, С.М. Махно, П.П. Горбик

Синтез, електричні та магнітні властивості композитів йодид міді/магнетит–поліхлортрифторетилен

*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, вул. Генерала Наумова 17, 03164, Київ, Україна,
e-mail: dvdrusik@ukr.net*

Досліджено структурні, магнітні, електрофізичні властивості композитів на основі нанорозмірного магнетиту хімічно модифікованого йодидом міді та поліхлортрифторетилену в інтервалі температур 298 - 450 К і концентрацій CuI від 0 до 0,58 об'ємних часток. Встановлено оптимальний об'ємний вміст йодиду міді (~0,4) в композитах CuI/Fe₃O₄, при якому максимально проявляється міжфазна взаємодія та електрофізичні, магнітні параметри набувають максимальних значень. Значення коерцитивної сили нанокompозитів CuI/Fe₃O₄ збільшуються із зростанням вмісту йодиду міді. Показано, що полімерні композити, до складу яких входить CuI/Fe₃O₄, мають вищі значення дійсної та уявної складових комплексної діелектричної проникності та електропровідності в порівнянні з системою, яка містить тільки йодид міді.

Ключові слова: магнетит, йодид міді, нанокompозити, питома намагніченість, міжфазна взаємодія.

Стаття поступила до редакції 07.05.2017; прийнята до друку 05.06.2017.

Вступ

Нанотехнології забезпечують можливість контрольованим способом створювати, вдосконалювати та модифікувати наноматеріали, а також здійснювати їх впровадження в повноцінні функціонуючі системи. Наночастки і наноматеріали на їх основі завдяки новим перспективним властивостям, на відміну від властивостей мікрооб'єктів, застосовуються в різних галузях науки і техніки. Зокрема, наночастки (НЧ) металів та їх оксидів, напівпровідників тощо можуть бути використані для створення матеріалів при конструюванні сенсорних пристроїв, компонентів нано- та мікроелектроніки, сепараційних матеріалів [1-4]. Все більше звертають увагу на функціоналізовані магнітні наночастинки та їх перспективи застосування в біомедицині (контрастні матеріали для діагностики, магнітні сорбенти біохімічних продуктів, як носії біологічно активних сполук та ліків) [5-9], конструкційних матеріалах (екрануючі матеріали та радіопоглинаючі покриття) тощо [10-12]. Останнім часом, поєднанню в наноматеріалах властивостей магнітного та електропровідного компонентів присвячено багато робіт [13-15]. Такий підхід дозволяє вирішувати низку важливих завдань, зокрема, в конструкціях

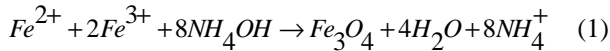
покриттів, які поглинають електромагнітне випромінювання, а саме, поєднання явища розсіювання електромагнітних хвиль, а також, магнітних і діелектричних втрат, що дозволяє варіювати властивостями таких матеріалів в широкому діапазоні частот. Для таких матеріалів найчастіше використовують магнітні наночастинки оксиду заліза, зокрема, магнетит (Fe₃O₄) [16-17]. Як електропровідний компонент використовують CuS [18], ZnO [19-20], MnO [21], BaTiO₃ [22], а також матеріали, які містять вуглець [23-25]. Однак, функціоналізація поверхні магнетиту провідними компонентами впливає як на його характеристики так і на композити в цілому.

Тому актуальним є детальне вивчення та одержання хімічно модифікованого магнетиту електропровідними сполуками, зокрема, йодидом міді, а також створення нових функціональних матеріалів на їх основі і дослідження впливу хімічної природи компонентів на фізико-хімічні, магнітні властивості композитів в цілому.

Метою роботи є одержання та дослідження електричних, магнітних характеристик полімер-наповнених систем на основі поліхлортрифторетилену та нанорозмірного магнетиту з осадженим хімічним способом на його поверхні йодидом міді.

I. Об'єкти та методи дослідження

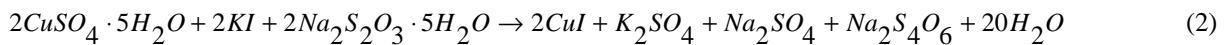
Для синтезу магнетиту використано $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ марки «ХЧ» (ГОСТ 4148–66) і $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ марки «ХЧ» (ГОСТ 4147–74). Одержання Fe_3O_4 здійснювали згідно методики, запропонованої Ельмором [26] а саме, хімічної конденсації – швидкого осадження солей дво- та тривалентного заліза, концентрованим 25 % водним розчином аміаку:



Для проведення реакції 5 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (молярна концентрація $c = 0,09 \text{ M}$) та 10 г $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($c = 0,185 \text{ M}$) розчиняли в 200 мл дистильованої води. Після фільтрування, стакан з одержаним розчином

розміщували на магнітному змішувачі. У розчин солей заліза зі швидкістю одна крапля в секунду додавали 50 мл водного розчину NH_4OH . Реакцію співосадження здійснювали при температурі розчину солей заліза 293 К. Осад відділяли і відмивали дистильованою водою.

Для синтезу йодиду міді використовували $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ марки «ЧДА» (ГОСТ 4165-78), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ марки «ЧДА» (ГОСТ 27068-86) а також КІ марки «ЧДА» (ГОСТ 4232-74). Модифікування нанорозмірного магнетиту йодидом міді (вміст до 0,58 об'ємних долей) проведено в процесі осадження CuI з водних розчинів CuSO_4 , КІ і $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в присутності попередньо синтезованого магнетиту згідно [27]:



Рентгенограми одержаних зразків реєстрували на дифрактометрі ДРОН-4-07 (випромінюванням CuK_α – лінії аноду з нікелевим фільтром у відбитому пучку, геометрія знімання за Бреггом–Брентано). Розмір кристалітів визначали за шириною відповідної найбільш інтенсивної лінії згідно з рівнянням Шеррера [28].

Термогравіметричний аналіз проводили на дериватографі марки Q-1500D (Paulik-Erdey, Угорщина) в діапазоні температур 273 – 1273 К за швидкості нагрівання 10 К/хв. на повітрі.

Петлі гістерезису магнітного моменту зразків вимірювали за допомогою вібраційного магнітометра фонерівського типу при кімнатній температурі. Опис установки і методика вимірювань представлені в [29]. Для досліджень використовували спеціально

підготовлені, розмагнічені сухі матеріали. Для запобігання диполь-дипольної взаємодії між наночастинками (НЧ) вихідного магнетиту, його розподіляли в матриці парафіну при масовій концентрації $\approx 3 \%$. Для порівняння використовували зразки з відомим значенням питомої намагніченості насичення: тестований зразок нікелю і наночастинки Fe_3O_4 (фірма "Nanostructured & Amorphous Materials Inc.", USA). Похибка вимірювання не перевищувала 2,5 %.

Полімерні композити на основі $\text{CuI}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ і поліхлортрифторетилену (ПХТФЕ) – марки Ф – 3 М, одержували методом пресування за температури 513 К та тиску 2 МПа. Дослідження дійсної (ϵ') та уявної (ϵ'') складової комплексної діелектричної проникності, композитів проведено в

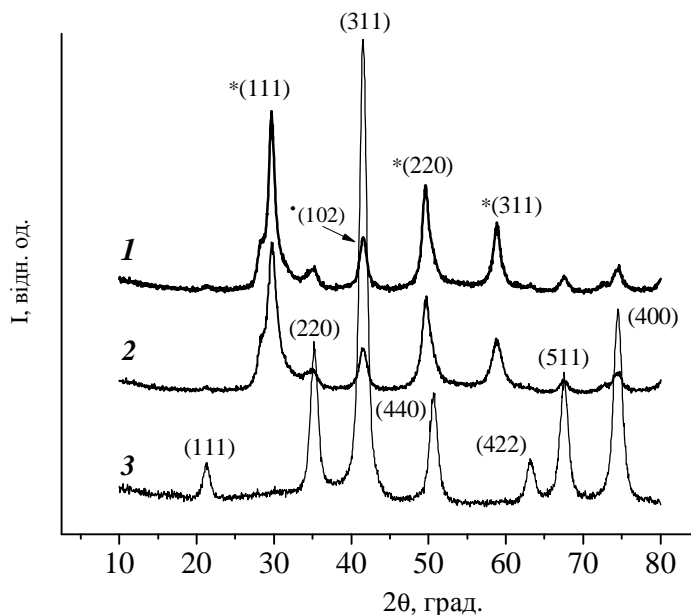


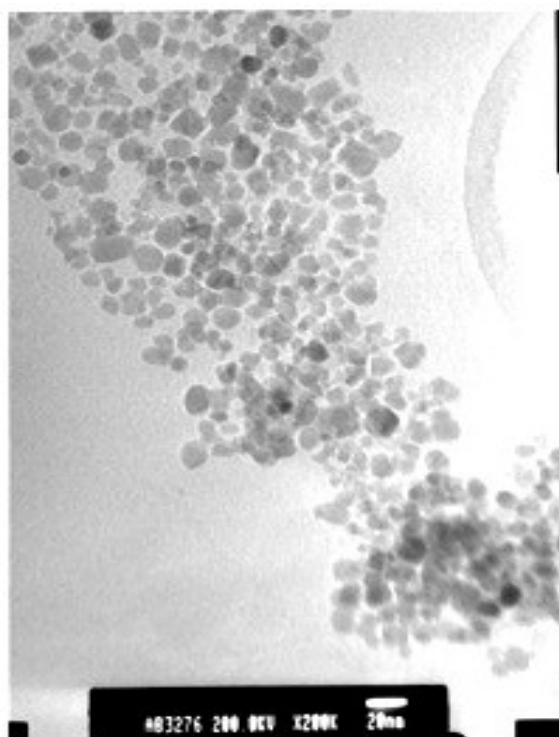
Рис. 1. Дифрактограми синтезованих нанокompозитів $\text{CuI}/\text{Fe}_3\text{O}_4$. Об'ємний вміст CuI : 1 – 0,58; 2 – 0,4; 3 – 0.

надвисокочастотному (НВЧ) діапазоні 8 - 12 ГГц за допомогою інтерферометра на основі вимірювача різниці фаз РФК2-18 та вимірювача коефіцієнта стоячих хвиль і послаблення Р2-60 безелектродним методом [30], а електропровідність (σ) на низьких частотах 0,1, 1 і 10 кГц [31] двохоконтактним методом за допомогою вимірювача іммітансу Е7-14. Похибка визначення ϵ' , ϵ'' та σ не перевищувала 5 %.

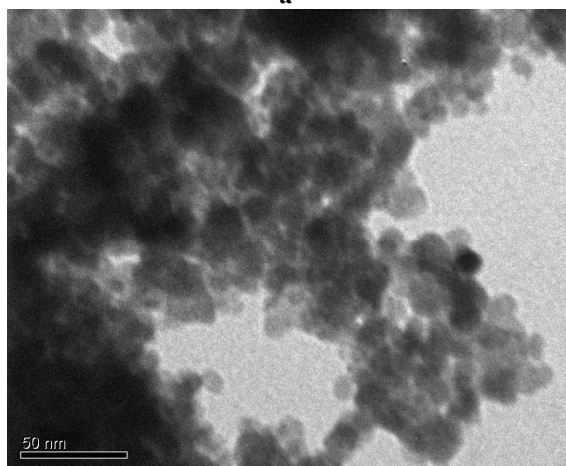
Електронно-мікроскопічні дослідження проведені за допомогою просвічуючих електронних мікроскопів JEM-2100F (Jeol, Japan) та Jeol-2010.

II. Результати та їх обговорення

На рис. 1 представлені спектри дифракції рентгенівського випромінювання для композитів



а



б

Рис. 2. Мікрофотографії синтезованих зразків магнетиту (а) та нанокompозитів 0,58 CuI/Fe₃O₄ (б).

CuI/Fe₃O₄ та з порошку магнетиту. Для НЧ магнетиту (крива 3) характерні чіткі рефлекси, що відповідають кристалічній фазі Fe₃O₄ (JCPDS № 19-629) з кубичною сингонією. В модифікованих зразках CuI/Fe₃O₄ (крива 1, 2) основні рефлекси вказують на наявність кубичної та гексагональної структури йодиду міді та їх амплітуда зростає пропорційно вмісту CuI. Необхідно зауважити, що рефлекси, які характерні для кристалічної ґратки магнетиту в композитах CuI/Fe₃O₄ не виявлено. Це свідчить про те, що об'ємного вмісту йодиду міді ($\phi \approx 0,4$) вже достатньо для утворення суцільного шару на поверхні магнетиту. Розмір кристалітів йодиду міді, для композитів CuI/Fe₃O₄ з об'ємним вмістом CuI 0,4 та 0,58 становить 9 нм та 10,5 нм відповідно. Розмір кристалітів магнетиту становить 8,8 нм.

Методом просвічуючої електронної мікроскопії вивчали розміри та форму наночастинок магнетиту та модифікованого магнетиту йодидом міді, які представлено на рисунку 2. Для вихідного магнетиту Fe₃O₄ (рис. 2, а) середні значення діаметра становить ~ 9 нм. На фотографіях електронних зображень (рис. 2, б) наночастинок магнетиту, що вкриті йодидом міді присутні як окремі наночастинки, так і агреговані в більші структури, при цьому середній розмір наночастинок CuI/Fe₃O₄ становить 12 ± 3 нм.

На рис. 3 зображено результати термогравіметричного аналізу синтезованих зразків магнетиту (крива 1), дисперсного йодиду міді (крива 4) та нанокompозитів: 0,27 CuI/Fe₃O₄ (крива 2) і 0,58 CuI/Fe₃O₄ (крива 3). Для магнетиту характерна втрата маси 7 % в діапазоні температур від 373 К до 1273 К. Втрата маси майже 3 % до 423 К пов'язана з видаленням фізично сорбованої води. Такий же характер змін спостерігається на кривих ТГ для зразків магнетиту, модифікованого йодидом міді. В інтервалі температур від 423 К до 1023 К різких змін на кривій втрати маси для Fe₃O₄ не спостерігались. З подальшим підвищенням температури до 1273 К відбувається перетворення кристалічної структури оксиду заліза, внаслідок окислення магнетиту киснем повітря [29]. Для синтезованого йодиду міді при нагріванні до 623 К втрата маси становить 3 % (крива 4) в результаті видалення води, адсорбованої на поверхні зразків. При досягненні температури вище

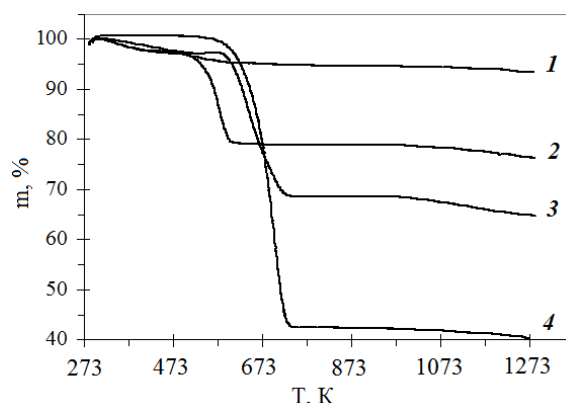


Рис. 3. Дериватограма синтезованих нанокompозитів: 1 – Fe₃O₄, 2 – 0,27CuI/Fe₃O₄, 3 – 0,58CuI/Fe₃O₄, 4 – CuI.

723 К починається процес плавлення йодиду міді. Температура перетворення фаз γ -CuI в β -CuI (645 К), а також перетворення в α -CuI (713 К) істотно не змінюється. Зміщення температури процесу плавлення в йодиді міді для зразків 2 та 3 пов'язано з утворенням як різних за розміром частинок так і різною товщиною шару CuI на поверхні магнетиту. При цьому відбувається підвищення термічної стійкості наночастинок магнетиту, вкритих йодиду міді.

На рис. 4 представлено петлі гістерезису наночастинок вихідного та модифікованого йодидом міді магнетиту. Встановлено, що як для наночастинок магнетиту так і для нанокompatивів CuI/Fe₃O₄ притаманні феримагнітні властивості. Оскільки питомі густини компонентів близькі за значенням ($r_{CuI} = 5,62 \text{ г/см}^3$; $r_{Fe_3O_4} = 5,24 \text{ г/см}^3$),

питома намагніченість зразків CuI/Fe₃O₄ змінюється пропорційно вмісту НЧ магнетиту. Абсолютне значення коерцитивної сили (рис. 5) збільшується із зростанням вмісту йодиду міді в композитах CuI/Fe₃O₄. Відомо [32], що магнітна анізотропія наночастинок складається із магнітокристалічної анізотропії, анізотропії форми, поверхневої анізотропії та ін. Розподіл за розмірами, форма НЧ

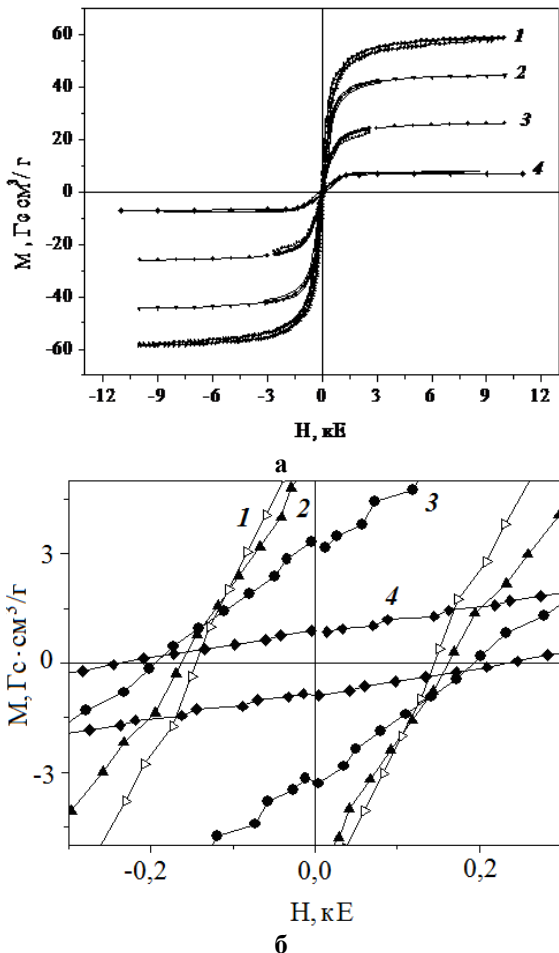


Рис. 4. Петлі гістерезису (а) зразків CuI/Fe₃O₄ та початкова ділянка петель гістерезису (б) від об'ємного вмісту йодиду міді: 1 – 0; 2 – 0,27; 3 – 0,4; 4 – 0,58.

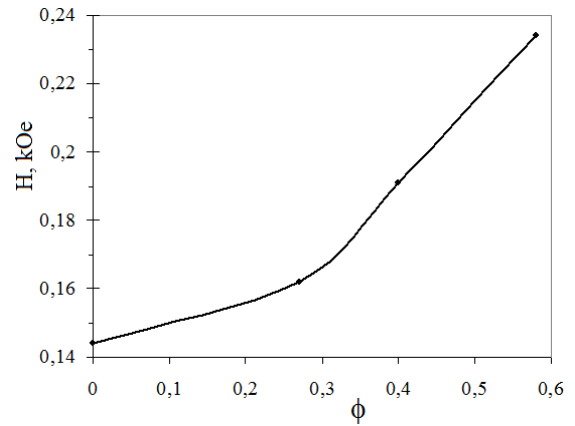


Рис. 5. Коерцитивна сила нанокompatивів CuI/Fe₃O₄ від об'ємного вмісту (ϕ) йодиду міді.

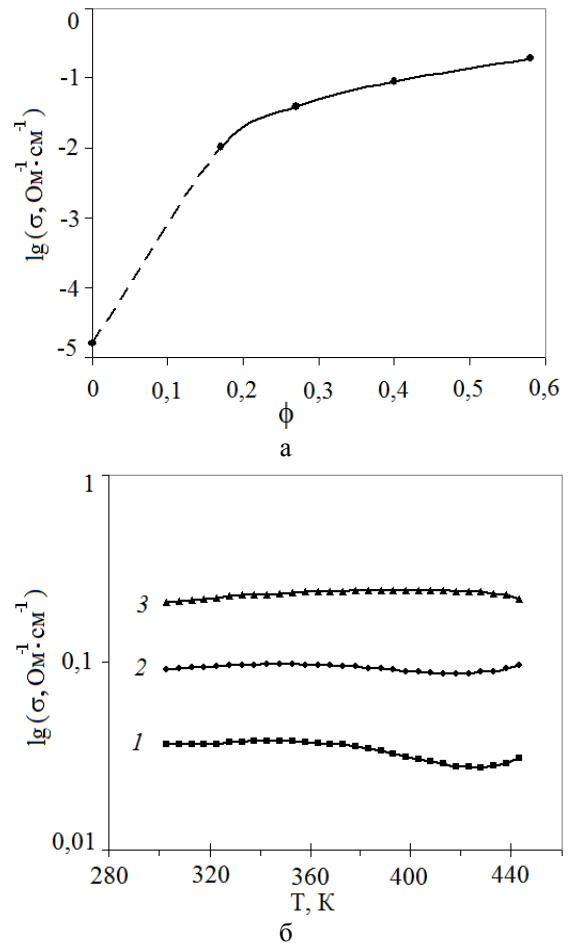


Рис. 6. Концентраційна (а) та температурна (б) залежності логарифма електропровідності нанокompatивів CuI/Fe₃O₄. Об'ємний вміст йодиду міді: 1– 0,27; 2 – 0,4; 3 – 0,58.

магнетиту були незмінними та диполь-дипольна взаємодія між ними відсутня. Отже, ймовірно, оболонка йодиду міді на поверхні магнетиту впливає на величину його ефективної магнітної поверхневої анізотропії, що пояснює немонотонну залежність коерцитивної сили від розміру наночастинок [33]. Необхідно зауважити, що для наночастинок особливу роль відіграє поверхнева анізотропія. На відміну від інших типів анізотропії поверхнева анізотропія

пропорційна площі поверхні частинки, а не її об'єму [33].

На рис. 6, а представлено залежність електропровідності нанокompозитів CuI/Fe₃O₄ від об'ємного вмісту йодиду міді. Видно, що основний вклад в електропровідність композитів вносять CuI. Зростання значень σ зразків від вмісту йодиду міді відбувається немонотонно, що свідчить про пороговий характер провідності. А саме, чітко вирізняється дві ділянки: різке зростання значень σ при збільшенні об'ємного вмісту CuI ($\phi < 0,17$) до порогу перколяції та більш монотонне зростання провідності на ділянці збільшення концентрації йодиду міді ($\phi > 0,17$) вище порогу перколяції. Дослідження температурних залежностей електропровідності композитів CuI/Fe₃O₄ за різного вмісту йодиду міді (рис. 6, б) вказують, що із збільшенням вмісту (ϕ) CuI провідність зростає та

досягає максимальних значень при $\phi = 0,58$. Необхідно зауважити, що електропровідність з підвищенням температури слабо змінюється, однак для зразків (крива 1, 2) спостерігається незначне зменшення електропровідності, що можливо пов'язано зі зміною електронного стану провідної фази на поверхні магнетиту за даних технологічних умов синтезу CuI/Fe₃O₄. Це проявляється наявністю металічного типу поверхневої електропровідності, що пов'язано з наявністю дефектів кристалічної структури на поверхні наночастинок CuI. Завдяки металічному типу провідності в приграничних шарах оптимальною концентрацією CuI на поверхні Fe₃O₄ може бути значення, дещо вище за поріг протікання. Коли зростає значення ефективної поверхні взаємодії але розмір кристалітів йодиду міді на поверхні магнетиту зростає не суттєво.

Електрофізичними дослідженнями експериментально встановлено оптимальні концентрації йодиду міді в системі CuI/Fe₃O₄ ($0,2 < \phi < 0,58$), при яких спостерігали максимальні значення комплексної діелектричної проникності, електропровідності. Модифікування поверхні магнетиту йодидом міді приводить до збільшення значень ϵ' та ϵ'' в НВЧ діапазоні полімерних композитів (CuI/Fe₃O₄-ПХТФЕ) по відношенню до системи, що не містить модифікованих компонентів (CuI-ПХТФЕ) (рис. 7). Такий ефект пов'язаний з особливостями структурування частинок CuI/Fe₃O₄ в полімерній матриці, а також впливом граничних шарів полімеру на електрофізичні властивості одержаних композитів. Різка зміна значень ϵ' та ϵ'' на концентраційних залежностях спостерігається при меншому вмісті CuI ($> 0,4$) в трьохкомпонентних системах (рис. 7), оскільки частинки Fe₃O₄, що вкриті кластерами йодиду міді, утворюють в свою чергу розгалужені кластери в полімері при нижчих концентраціях. Це дає можливість зменшити кількість провідної компоненти в полімерних

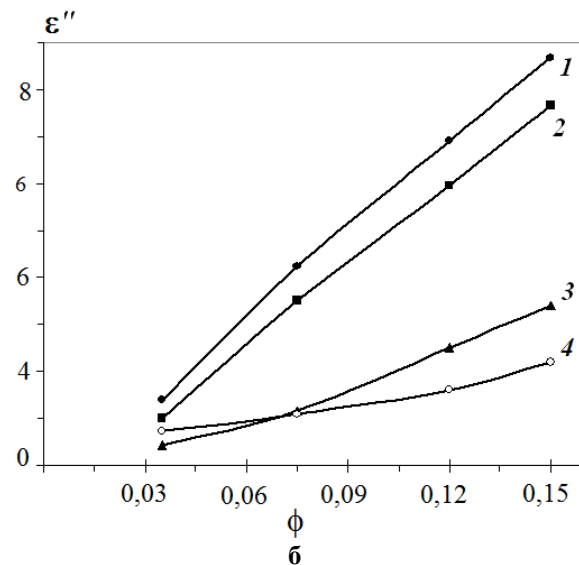
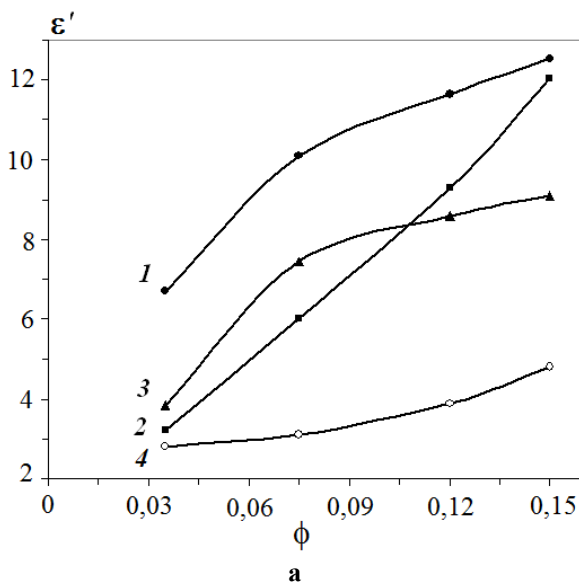


Рис. 7. Залежність ϵ' (а) та ϵ'' (б) на частоті 9 ГГц полімерних нанокompозитів від об'ємного вмісту (ϕ) йодиду міді систем: **1** – 0,27CuI/Fe₃O₄-ПХТФЕ; **2** – 0,4CuI/Fe₃O₄-ПХТФЕ; **3** – 0,58CuI/Fe₃O₄-ПХТФЕ; **4** – CuI-ПХТФЕ.

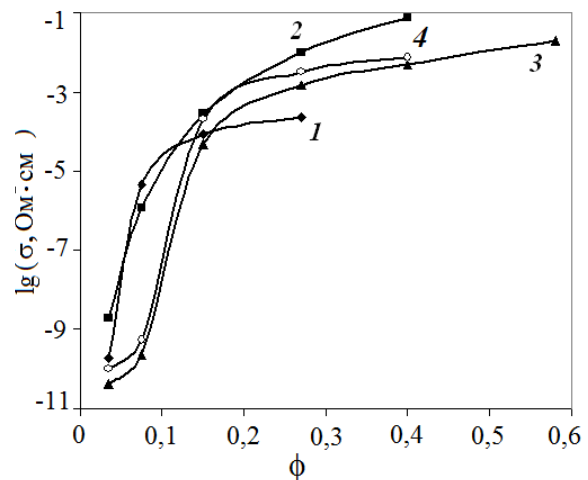


Рис. 8. Залежності логарифму електропровідності (σ) на частоті 100 Гц від об'ємного вмісту йодиду міді в системах CuI/Fe₃O₄-ПХТФЕ при об'ємному вмісті йодиду міді: **1** – 0,27; **2** – 0,4; **3** – 0,58; та **4** – CuI-ПХТФЕ.

композитах більш ніж в два рази при збереженні тих же електрофізичних показників, завдяки оптимальному розподіленню електропровідної компоненти в композитах. Для зазначених вище систем спостерігається зростання електропровідності на низьких частотах (рис. 8). Введення CuI/Fe₃O₄ в поліхлортрифторетилен призводить до збільшення значень електропровідності, майже на два порядки величини. Також, спостерігається зміщення порогу перколяції в область низьких концентрацій при об'ємному вмісті йодиду міді до 0,4 та незначне зменшення значень σ при збільшенні вмісту CuI на поверхні Fe₃O₄ до 0,58. Такий характер концентраційних залежностей, можливо, пов'язаний зі зміною розмірів частинок йодиду міді або структури їх кластерів на поверхні магнетиту.

Висновки

Синтезовано нанокompозити на основі нанорозмірного магнетиту з осадженим на його поверхні йодидом міді та встановлено оптимальний вміст CuI (~0,4), за яких ϵ' , ϵ'' та σ набувають максимальних значень, що пов'язано з оптимальним розподілом частинок CuI на поверхні Fe₃O₄ і

утворенням максимальної поверхні міжфазної взаємодії. Електронно-мікроскопічними дослідженнями встановлено, що модифіковані наночастинки CuI/Fe₃O₄ мають сферичну форму, а розмір ~ 12 нм. Встановлено вплив оболонки йодиду міді на поверхні магнетиту на ефективну магнітну поверхневу анізотропію магнетиту, що проявляється в збільшенні коерцитивної сили із зростанням вмісту йодиду міді в композитах CuI/Fe₃O₄.

Показано, що більш ефективна взаємодія електромагнітного випромінювання НВЧ діапазону відбувається з компонентами системи 0,4 CuI/Fe₃O₄-ПХТФЕ, в порівнянні з системою, яка не містить модифіковані компоненти.

Мазуренко Р.В. - кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник;
Абрамов М.В. - кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник;
Махно С.М. - кандидат фізико-математичних наук, завідувач лабораторії;
Гуня Г.М. - провідний інженер;
Горбик П.П. - доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділом.

- [1] S. Taccola, F. Greco, A. Zucca et al, ACS Appl. Mater. Interfaces, 5 6324 (2013).
- [2] T.K. Mahto, A.R. Chowdhuri, S.K. Sahu, J Appl. Polym. Sci., 131 40840 (2014).
- [3] Hitoshi Sakamoto, Sho Igarashi, Kazuma Niime, Masayuki Nagai, Organic Electronics, 12 1247 (2011).
- [4] Peichao Lian, Xuefeng Zhu, Shuzhao Liang, Zhong Li, Weishen Yang, Haihui Wang, Electrochimica Acta, 56 4532 (2011).
- [5] А.С. Антонова, Н.Т. Кропачева, Ю.Я. Колида, В.И. Корнев, Сорбционные и хроматографические процессы, 15(6), 784 (2015).
- [6] В. Ф. Чехун, Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології, 9(1), 261 (2011).
- [7] M. Colombo, S. Carregal-Romero, M.F. Casula et al, Chem. Soc. Rev, 41 4306 (2012).
- [8] M. Baghayeri, Zare E. Nazarzadeh, Lakouraj M. Mansour, Biosens. Bioelectron., 55 259 (2014).
- [9] Salman Shojaei, Zarrin Ghasemi, Aziz Shahriza, Appl. Organometal Chem. (2017) DOI:10.1002/aoc.3788.
- [10] Л.В. Луцев, Нанотехника, 10 37 (2008).
- [11] J.W. Liu, J.J. Xu, R.C. Che, H.J. Chen, M.M. Liu, Z.W. Liu, Chem. Eur. J. 19 6746 (2013).
- [12] X. L. Zheng, J. Feng, Y. Zong, H. Miao, X. Y. Hu, J.T. Bai et al, J. Mater. Chem. C 3 4452 (2015).
- [13] T.T. Tung, J.F. Feller, T. Kim et al, J Polym. Sci. Part A: Polym. Chem. 50 927 (2012).
- [14] J. W. Liu, J. Cheng, R. C. Che, J. J. Xu, M. M. Liu, Z.W. Liu, J. Phys. Chem. C 117 489 (2013).
- [15] J. Deng, C. He, Y. Peng et al, Synth. Met. 139 295 (2003).
- [16] M. Park, J. Cheng, J. Choi et al, Colloids Surf. B Biointerfaces, 102 238 (2013).
- [17] M. Khairy, Synth. Met. 189 34 (2014).
- [18] S. He, G.S. Wang, C. Lu, J. Liu, B. Wen, M.S. Cao, et al., J. Mater. Chem. A 1 4685(2013).
- [19] J. Liu, W.Q. Cao, H.B. Jin, J. Yuan, D.Q. Zhang, M.S. Cao, J. Mater. Chem. C 3 4670 (2015).
- [20] L. Kong, X.W. Yin, M.K. Han, L.T. Zhang, L.F. Cheng, Ceram. Int. 41 4906 (2015).
- [21] G.S. Wang, S. He, X. Luo, M.M. Lu, L. Guo, M.S. Cao, et al., RSC Advanced, 3 18009 (2013).
- [22] Y.C. Qing, Q.L. Wen, F. Luo, W.C. Zhou, D.M. Zhu, J. Mater. Chem. C, 4 371 (2016).
- [23] K. Singh, A. Ohlan, V.H. Pham, S. Varshney, J. Jang, J.S. Chung, et al., Nanoscale, 5 2411 (2013).
- [24] S. Qiu, H.L. Lyu, J.R. Liu, Y.Z. Liu, N.N. Wu, W. Liu, ACS Applied Materials Interfaces, 8 20258 (2016).
- [25] B. Wen, M.S. Cao, M.M. Lu, W.Q. Cao, H.L. Shi, J. Liu, et al., Adv. Mater. 26 3484 (2014).
- [26] В.В. Свиридов, Химическое осаждение металлов из водных растворов (Университетское, Минск, 1987).
- [27] Руководство по неорганическому синтезу (Под ред. Г. Брауэр) (Мир, Москва, 1985).
- [28] А. Гинье, Рентгенография кристаллов (Гос. Изд-во физ.мат. литературы, Москва, 1995).

- [29] В.М. Богатырев, Н.В. Борисенко, И.В.Дубровин, и др. (Сб. трудов под ред. А.П. Шпака и П.П. Горбика) “Физико–химия наноматериалов и супрамолекулярных структур” (Наукова думка, Киев, 2007).
- [30] Л.М. Ганюк, В.Д. Игнатков, С.М. Махно, П.М Сорока, Український фізичний журнал 40(6), 627 (1995).
- [31] Л.П. Павлов, Методы определения параметров полупроводниковых материалов (Высшая школа, Москва, 1987).
- [32] С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков, Успехи химии 74(6) 539 (2005).

R.V. Mazurenko, M.V. Abramov, S.M. Makhno, G.M. Gunya, P.P. Gorbik

Synthesis, Electrical and Magnetic Properties of Composites Copper Iodide/Magnetite-Polychlorotrifluoroethylene

Chuiko Institute of Surface Chemistry of the NAS of Ukraine, 17 Generala Naumova Str., 03164 Kyiv, Ukraine, e-mail: dvdrusik@ukr.net

The structural, magnetic and electrophysical properties of composites based on nanosized magnetite chemically modified of copper iodide and polychlorotrifluoroethylene have been studied at temperatures 298 – 450 K and CuI concentrations of from 0 to 0,58 volume. It has been found the optimal volume content of copper iodide (~0,4) in the composites CuI/Fe₃O₄, when the interfacial interaction shows most intensively and maximum values electrical parameters take place. The value of the coercive force of nanocomposites CuI/Fe₃O₄ increases with increasing content copper iodide. It was shown that polymer composites containing CuI/Fe₃O₄, have higher values of real and imaginary components of complex permittivity and conductivity compared with a system that contains only copper iodide.

Keywords: magnetite, copper iodide, nanocomposites, specific magnetization, interfacial interaction.