

CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

UDC 544.7

Камінський Олександр Миколайович

кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович

кандидат хімічних наук, асистент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Горбик Петро Петрович

доктор фізико – математичних наук, професор, завідувач відділу наноматеріалів
Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, Україна

**ПРОЦЕСИ СОРБЦІЇ ІОННИХ ФОРМ Cd^{2+} З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ
ПОВЕРХНЕЮ МАГНІТОЧУТЛИВОГО ОДНОДОМЕННОГО
МАГНЕТИТУ**

Процеси сорбції складають основу багатьох способів розділення і концентрування або вилучення речовин, іонів, комплексів газової або рідкої фази на поверхні твердотілого адсорбенту. Вказаний метод є ефективним у багатьох випадках, а особливо в тих, коли інші технології розділення, наприклад, із застосуванням перегонки, систем абсорбції або мембранних технологій, виявляються не ефективними, або економічно не вигідними. [1]

Отруйні важкі метали, такі як іони кадмію(II), можуть потрапляти в навколишнє середовище з різних джерел. Кадмій, наприклад, використовується для виготовлення елементів постійного живлення (батареї).

Також на основі кадмію виготовляють напівпровідникові матеріали, зокрема, монокристали CdTe та тверді розчини на його основі, які

використовуються для виготовлення елементів в нелінійній оптиці, оптоелектроніці, геліоенергетиці, детекторів рентгенівського випромінювання, ПЧ - фотоприймачів тощо, відпрацьовані деталі яких також можуть стати джерелом забруднення водою та ґрунтів. [2]

Тому вилучення іонів важких металів, в тому числі, різноманітних йонних форм Cd^{2+} є актуальним завданням.

Метою даної роботи є: вивчення впливу природи поверхні однодоменого нанорозмірного магнетиту на процеси сорбції іонних форм Cd^{2+} з водних розчинів.

Синтез магнетиту [1, 3] здійснювали співосадженням солей двох – та трьохвалентного Феруму згідно стехіометрії реакції:



Одержаний золь осаджували в магнітному полі, промивали дистильованою водою.

Питома поверхня синтезованого однодоменого магнетиту складала $S = 90$ $\text{m}^2/\text{г}$, а кількість реакційноздатних -ОН груп поверхні становила 2,2 ммоль/г. Методами електронної мікроскопії встановлено, що частинки магнетиту характеризувалися розмірами 3 - 23 нм. Середній розмір часток залежав від умов синтезу, розподілом за розмірами можна було керувати технологічно (Рис. 1).

З метою перевірки адсорбційної здатності нанорозмірного однодоменого магнетиту було проведено сорбцію комплексів Cd^{2+} з водних розчинів нітратів відповідних солей, які готували із стандартних розчинів (ГСЗ). Робочий діапазон початкових концентрацій для іонів кадмію(II) становив 10 – 200 мг/л. Розчини готували відміряючи піпеткою в мірну колбу на 100 мл необхідний об'єм маточного розчину і доводили його до мітки ацетатно – аміачним буферним розчином. Сорбцію комплексів Cd^{2+} здійснювали у статичному режимі при $\text{pH} = 7,9 - 8,9$ за кімнатної температури. Вимірювання концентрації іонів кадмію(II) здійснювали атомно-адсорбційним методом за допомогою однопроменевого двоканального спектрофотометра С-115 М1 з полум'яним атомізатором,

дейтерієвим коректором фону, цифровою реєстрацією за довжини хвилі лампи з порожнистим катодом 228,8 нм.

Сорбційну ємність нанокompозиту A (мг/г) розраховували за формулою:

$$A = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V}{m}$$

Ступінь вилучення R , % визначали за формулою:

$$R = \frac{(C_0 - C_p)}{C_0} \cdot 100\%$$

Встановлено, що при 298 К для Cd^{2+} сорбція A поверхнею Fe_3O_4 має значення 21,1 мг/г; максимальне вилучення йонів кадмію відбувається за перші 30 – 60 хвилин, R , % становить 63,4 %, а коефіцієнт розподілу 290 мл/г (Таблиця 1.)

Таблиця 1. Зведені дані щодо сорбції комплексів Cd^{2+} з водних розчинів їх солей на поверхні синтезованих НК

Комплекси Композит	Cd^{2+}					
	A, мг/г	R, %	E, мл/г	A_∞ , мг/г	K_L , л/мг	R^2
Fe_3O_4	21,1	63,4	290	36 ± 4	$0,02 \pm 0,003$	0,952

Встановлено, що характер ізотерми сорбції комплексів кадмію(II) має вигнутий характер з виходом на насичення (ізотерма Ленгмюра, L – тип). Така форма кривої означає, що ізотерми є типовими для мономолекулярної адсорбції, де адсорбований шар розподіляється по всій поверхні товщиною в одну молекулу на енергетично еквівалентних функціональних групах.

Встановлено, що високі значення коефіцієнту кореляції (R^2 , таблиця 1) показують, що спорідненість адсорбату до поверхні адсорбенту в кожному випадку є дуже великою, а тому рівняння моделі Ленгмюра добре узгоджується з експериментальними даними.

Список джерел:

1. A.L. Petranovska, N.V. Abramov, S.P. Turanska, P.P. Gorbyk, A.N. Kaminskiy N.V. Kussyak. Adsorption of cis-dichlorodiammineplatinum by nanostructures based on single-domain magnetite. // Journal of Nanostructure in Chemistry: Volume 5, Issue 3 (2015), Page 275-285. <http://eprints.zu.edu.ua/18442/1/40097-015-0159-9.pdf>
2. Чайка М.В. Хімічна взаємодія CdTe, $Zn_xCd_{1-x}Te$ та $Cd_xHg_{1-x}Te$ з водними розчинами $K_2Cr_2O_7-HBr$ (HCl) / М.В. Чайка, Р.О. Денисюк, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик // Вопросы химии и химической технологии. — 2018. — № 1. — С. 51–56. <http://eprints.zu.edu.ua/26330/1/Chayka.pdf>
3. Абрамов М.В., Кусяк А.П., Камінський О.М., Туранська С.П., Петрановська А.Л., Кусяк Н.В., Туров В.В., Горбик П.П. Синтез та властивості магніточутливих поліфункціональних нанокompatитів для застосування в онкології. *Міжвід. зб. наук. пр. «Поверхность» Ін-т хімії поверхні НАН України*. К.: Наукова думка. – 2017. – № 9 (24). – 165 – 198 с. http://eprints.zu.edu.ua/27170/1/Kussyak_2017.pdf