

N-ВМІСНІ МЕЗОПОРИСТІ КРЕМНЕЗЕМИ ТИПУ SBA-15 ДЛЯ СОРБЦІЙНОГО ВИЛУЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У КАТІОННИХ ТА АНІОННИХ ФОРМАХ З ВОДНОГО РОЗЧИНУ

Анастасія Кареліна¹, Наталія Кобилінська², Оксана Дударко³

¹ Національний університет «Києво-Могилянська академія»
вул. Григорія Сковороди, 2, Київ, 04655; Україна, karelinanastia1@gmail.com

² Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського, бульв. Акад. Вернадського, 42, Київ, 03142, Україна

³ Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, вул. Генерала Наумова, 17, Київ, 03164, Україна

У великих містах та промислових центрах зростає концентрація важких металів та інших забруднювачів [1]. Основними причинами цього процесу є діяльність багатьох підприємств хімічної, металургійної, машинобудівної та інших галузей промисловості, що супроводжується утворенням великої кількості стічних вод з токсичними сполуками важких металів. Забруднення такими речовинами об'єктів навколишнього середовища становить велику небезпеку для біосфери, а накопичення металів в харчових продуктах та водах підсилює їхній вплив на людину. Ступінь небезпеки забруднення вод визначається характером забруднюючих відходів та їх концентрацією, а також розмірами джерела (Табл.1).

Таблиця 1. Розповсюдження важких металів у промислових відходах виробництв.

<i>Фракції відходів</i>	<i>Метали, які містяться у фракції</i>
Полівінілхлорид	Hg, Cd
Пестициди	Hg, Cu, Pb, As, Zn, Cd, Ni
Фарба, лаки	Pb, Cr, As, Hg, Cu, Zn
Батареї	Pb (PbSO ₄), Cr (Cr ₂ O ₇), Zn, Cd, Ni, Hg, Cr, Hg
Поліграфічна продукція	Pb, Cr, As, Hg, Cu
Телевізор	Pb (у вільній формі), Hg
Кольорове скло	Cu (CuO), Pb (PbO), Cd (CdS * 3CdSe)
Батареї	Ni, Cd, Pb, Zn
Лампи	Hg, Cu, Ni, Zn, Pb
Електроніка	Pb, Cu, Hg
Цемент	Zn, Pb, Cu, Ni, Cr, Cd, As

Серед розроблених підходів очищення металовмісних стічних вод важливе місце займають адсорбційні методи, які забезпечують найбільш повне вилучення токсичних іонів важких металів, особливо з розчинів з низькою концентрацією. Як сорбенти використовують різні матеріали природного і штучного походження, які повинні відповідати певним технологічним вимогам, перш за все, таким як, висока сорбційна ефективність, доступність, дешевизна, тощо...

У даній роботі одержано та досліджено адсорбенти на основі SBA-15, що функціоналізовані N-вмісними групами різного походження: (N-(триетоксисилілпропіл)етилендіамінетриоцтової кислоти (SBA-ЕДТА), первинного аміну (SBA-NH₂), четвертинної амонійної солі (SBA-ЧАС) та поліфункціональний матеріал, що містить амінопропільні та хелатні групи. Основним завданням дослідження був пошук та встановлення умов для підвищення селективності вилучення

важких металів функціоналізованими кремнеземними матеріалами шляхом зміни оточення N-вмісних груп.

Темплатним методом синтезовано серію N-функціоналізованих органокремнеземів [2] типу SBA-15 з питомою площею поверхні не менше 700 м²/г та розміром пор до 7 нм, відповідно до даних ізотерм адсорбції/десорбції азоту. Дослідження процесу вилучення іонів Cr (III, VI), Mn (II, VII), Pb (II), Cd (II) та Cu (II) іонів з модельних водних розчинів отриманим органокремнеземом показало збільшення вилучення іонів металів із підвищенням рН та концентрації вихідного розчину аналіту. Активність отриманих сорбентів щодо іонів важких металів була досліджена в статичних умовах при надлишку металу та ліганду (рис. 1). Максимальна сорбційна ємність SBA-ЕДТА щодо іонів Pb(II), Cd(II), Cr(III) та Mn(II) становила 185.6 мг/г, 111.2 мг/г, 57.7 мг/г та 49.4 мг/г, відповідно. Одержані ізотерми адсорбційної рівноваги описуються рівнянням Ленгмюра, що свідчить про мономолекулярну адсорбцію досліджених іонів металів на поверхні адсорбентів.

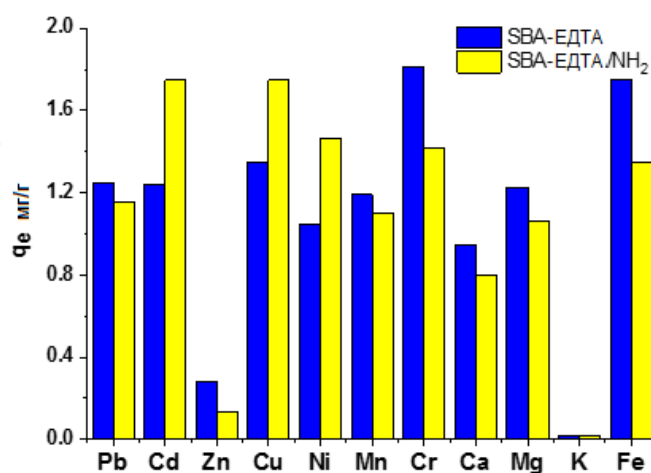


Рис. 1. Селективність вилучення іонів металів з багатокомпонентних розчинів SBA-ЕДТА та SBA-ЕДТА/NH₂ адсорбентами (C(Mⁿ⁺) = 2 мг/л, m = 50 мг, рН = 5,5)

SBA-ЕДТА/NH₂ виявив, порівняно із зразком SBA-NH₂, кращу селективність щодо кількох іонів важких металів (Cd (II), Ni(II) та Cu (II)) при рН близькому до нейтрального. SBA-ЧАС застосовувався для селективної та ефективної екстракції іонів Cr (VI) та Mn (VII). Встановлено, що адсорбент SBA-ЧАС проявляє селективність щодо іонів Cr (VI) та Mn (VII) при рН 8,0 в присутності інших важких металів в тому числі Cr (III) та Mn (II) іонів. Отримані результати дозволяють рекомендувати розроблені матеріали для селективної сорбції важких металів із суміші катіонів з водних розчинів.

Подяка. Автори дякують за фінансову підтримку спільному українсько-індійському проекту «Створення нових органічно-неорганічних гібридних матеріалів як сорбентів для очищення стічних вод від іонів важких металів» (2019-2021).

Література:

1. S. Davydova, Heavy metals as toxicants in big cities, *Microchem. J.*, 79(1-2) (2005) 133–136.
2. O. Dudarko, N. Kobylinska, B. Mishra et al. Facile strategies for synthesis of functionalized mesoporous silicas for the removal of rare-earth elements and heavy metals from aqueous systems // *Micropor. Mesopor. Mat.* – 2021 – 315 – P. 110919.