

ПРИРОДНІ ТА КОМПОЗИТНІ СОРБЕНТИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З МЕТОЮ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЛІКУВАЛЬНОЇ ЦІННОСТІ

Марчук О.О., Фарбун І.А., Григоренко Н.О., Кравченко М.В., Ковальчук І.А., Романова І.В.

*Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України, Україна, Київ,
alexandra8@ukr.net*

У сучасних умовах підвищеного техногенного навантаження та потенційних воєнних ризиків актуальною є проблема можливого потрапляння важких металів у водоносні горизонти, які є джерелами питного водопостачання. Такі забруднення можуть виникати внаслідок аварій на нафтогазових, хімічних або транспортних об'єктах чи через руйнування інфраструктури. З оглядом на це, важливим завданням є вивчення процесів вилучення іонів важких металів з природних вод із застосуванням сорбційних методів.

В Інституті сорбції та проблем ендоекології НАН України традиційно розробляють сорбенти різної природи та призначення. Для дослідження обрано природний глинистий мінерал монтморилоніт з високою катіонообмінною ємністю; активоване вугілля, здатне видаляти токсичні форми металів і органічні домішки, та синтетичний іоніт цирконій-силікат, який хоча й дорожчий, вирізняється високою ефективністю щодо іонів важких металів.

Об'єктом дослідження були модельні та природні мінеральні води родовищ Карпатського регіону. Для порівняння використано також літературні дані щодо мінеральних вод Польщі, Греції, Китаю тощо, у яких визначали вміст важких металів (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd, Hg) і радіонуклідів [1–4]. В роботі особливу увагу приділено мінеральним водам родовищ Трускавця типу «Нафтуса», «Софія», «Броніслава», «Марія», які є унікальними природними утвореннями. Вони поєднують лікувальні властивості з високим рівнем природного захисту від поверхневого забруднення. Їх формування відбувається у складній гідрогеологічній системі, де важливу роль відіграють глинисті мінерали, карбонатні породи та органічні компоненти, що зумовлює специфічний мікроелементний склад і біологічну активність цих вод. Мінералізація вод змінюється від невисокої (до 1 г/л) для «Нафтусі» до високої (до 10 г/л) для «Марії». Ці мінеральні води багаті на бікарбонати, хлориди, сульфати, кальцій, магній та органічні сполуки.

На першому етапі дослідження сорбційні властивості матеріалів оцінювали на модельних розчинах у дистильованій воді з іонною силою 0,01 М NaCl, що дозволяло визначити базові характеристики сорбції та кінетику процесу. На другому етапі сорбцію здійснювали на реальних мінеральних водах з додаванням іонів Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , що дало змогу оцінити ефективність сорбентів у природному середовищі з реальною мінералізацією, органічними компонентами та значенням рН. Залишкові концентрації важких металів після сорбційних експериментів визначали спектрометрично.

Бентонітові глини формують природні водотривкі бар'єри, які перешкоджають проникненню поверхневих вод у глибші горизонти, зменшують змішування водних шарів і сприяють адсорбції важких металів та органічних речовин. Іонообмінні властивості монтморилоніту (основного мінералу бентонітових глин) дозволяють ефективно вилучати іони металів, не змінюючи основного мінерального складу, тому монтморилоніт придатний для превентивного контролю та м'якого очищення вод типу «Нафтуса» без втрати лікувальних властивостей. Активоване вугілля традиційно застосовується у водопідготовці [5], особливо при незначних ризиках забруднення. Цирконій-силікат забезпечує найвищу ефективність

очищення від іонів важких металів, але може частково вилучати цінні мікроелементи, тому його доцільно застосовувати для екстреного очищення при підвищених рівнях забруднення.

1. Wojtkowska M., Wojtkowski K., Długosz-Lisiecka M. Assessment of Heavy Metals and Radionuclides Concentration in Selected Mineral Waters Available on the Polish Market. **Applied Sciences**, 2022, 12(22), 11401. <https://doi.org/10.3390/app122211401>.
2. Vigni L.L., Daskalopoulou K., Calabrese S. et al. Characterization of trace elements in thermal and mineral waters of Greece. **Environmental Science and Pollution Research**, 2023, 30, 78376–78393. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27829-x>.
3. Rui Y., Zhang Y., Li S. Determination of Trace Elements Content in Mineral Water and its Processed Mineral Water by ICP MS. **Asian Journal of Chemistry**, 2013, 25(9). <https://doi.org/10.14233/ajchem.2013.14128>.
4. Trach Y. Metoda perspektywna usuwania metali ciężkich z wód podziemnych zachodniej Ukrainy. **Acta Sci. Pol. Architectura**, 2020, 19(1), 85–92. <https://doi.org/10.22630/ASPA.2020.19.1.9>.
5. Селективная сорбция и катализ на активных углях и неорганических ионитах / Под ред. В.В. Стрелко. - Киев: Наукова думка, 2008, 303 с. https://drive.google.com/file/d/1YbJQbUpLiR7kbohE0ijxg4GF9qN7Pm_A/view.

ОТРИМАННЯ СОРБЕНТУ НА ОСНОВІ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ, МОДИФІКОВАНОГО ЧАСТИНКАМИ Fe_3O_4 ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОД

Матвіїв Т.І., Знак З.О.

*Національний університет «Львівська політехніка», Україна, м. Львів
taras.i.matviiv@lpnu.ua*

Сучасні проблеми забруднення води, особливо з урахуванням наслідків агресії росії, вимагають розроблення технологічно та економічно ефективних та екологічно безпечних методів її очищення. Найбільшу увагу зараз приділяють саме адсорбційним методами очищення. Серед численних адсорбентів особливу увагу привертають природні цеоліти, зокрема, найпоширеніший з них – клиноптилоліт. Йому притаманна висока хімічна та термічна стабільність, значна ємність катіонного обміну і здатність до селективної адсорбції. Проте природний клиноптилоліт має обмежену активність щодо деяких видів забруднень, зокрема іонів важких металів і фосфатів. Тому останніми роками активно досліджується модифікація клиноптилоліту наночастинками оксидів заліза, зокрема магнетиту (Fe_3O_4). Допований частинками магнетиту, який є магніточутливим, клиноптилоліт можна легко виділяти із водного середовища магнітним чи електромагнітним методами для його регенерації.

У роботі модифікування клиноптилоліту проводили порційним імпрегнуванням дисперсного клиноптилоліту (0,1...0,25 мм) розчинами FeCl_3 або FeSO_4 (0,1...0,5 моль/дм³) за співвідношення Т:Р = 1 : 10 з подальшим його обробленням розчинами аміачної води, висушуванням та/або обробленням у полі електромагнітного надвисокочастотного випромінювання.