

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

Матвійів 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.

Вміст заліза як елементу у клиноптилоліті (приповерхневих його областях) визначали методом енергодисперсійного (EDX) аналізу, фазовий склад – методом РФА, морфологію вивчали, аналізуючи дані електронної мікроскопії.

Вміст заліза сягав 65 % мас. (типовий EDX наведено на рис. 1). Методом РФА встановлено, що після осадження і термічного оброблення осад містив Fe_3O_4 , FeO і FeOOH . Їх співвідношення залежало від умов осадження і термічної обробки зразків клиноптилоліту. Поверхня частинок клиноптилоліту після формування високодисперсних частинок Fe_3O_4 зберігала свої морфологічні особливості (рис. 2).

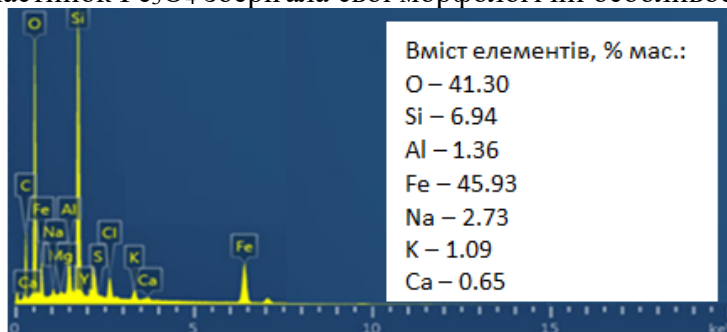


Рис. 1. EDX клиноптилоліту, модифікованого частинками Fe_3O_4 .

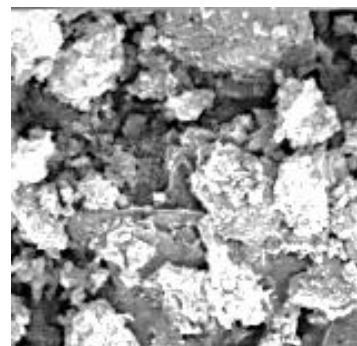


Рис. 2. СЕМ частинок клиноптилоліту, модифікованого частинками Fe_3O_4 .

На підставі елементного аналізу клиноптилоліту після його модифікування розчинами FeCl_3 або FeSO_4 встановлено особливості йонного обміну: інтенсивність обміну обмінних катіонів клиноптилоліту на йони заліза зменшується у ряді $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Na}$, тобто має місце селективність цього процесу.

Більшості отриманих зразків притаманна магнітна чутливість, що, у перспективі, дає змогу вилучати отримані доповані оксидами заліза сорбенти з вод для регенерації та подальшого використання.

МОДИФІКУВАННЯ КЛИНОПТИЛОЛІТУ МІДІ ОКСИДОМ ЯК КАТАЛІЗАТОРОМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОД

Мацьків М.Я., Знак З.О.

*Національний університет «Львівська політехніка», Україна, м. Львів
zenovii.o.znak@lpnu.ua*

Різноманіття поллютантів у природних водах, які істотно відрізняються своєю шкідливістю для екосистем і людей, потребує відповідних методів очищення. Враховуючи, що в Україні одними з найважливіших джерел водопостачання є поверхневі води, які містять як розчинні, так і дисперсні речовини, доцільним є розроблення сорбентів з додатковими каталітичними та антибактеріальними властивостями. Тому допущення природних сорбентів, зокрема, клиноптилоліту сріблом (у йонному та дисперсному станах), мангану оксидами дає змогу одночасно (за умови аерації) очищати поверхневі води від вказаних забруднювачів. Достатньо вираженими антибактеріальними та окисно-каталітичними властивостями володіють сполуки міді, зокрема, оксид. Тому мета роботи