

АДСОРБЦІЯ ВАЖКОГО МЕТАЛУ (ХРОМУ) ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПРИРОДНИМИ ОПОКОЮ І КЛИНОПТИЛОЛІТОМ

Постановка проблеми. Важкі метали – токсичні елементи, які можуть міститись в продовольчій сировині та харчовій продукції, мають здатність накопичуватися в організмі. Вони утворюють групу найнебезпечніших забруднювачів довкілля. У поверхневій природній воді (морях, озерах, річках, водосховищах) з промисловими стічними водами надходить велика кількість йонів важких металів (ЙВМ), які стають істотною перешкодою у життєдіяльності мікробіонтів [1].

Особливо небезпечними є компоненти розпаду органічних і мінеральних речовин, які містять сполуки миш'яку, кадмію, хрому, свинцю, ртуті, нікелю та ряду інших токсичних речовин, які інфільтруються у ґрунт і потрапляють у ґрунтові води, а звідти забруднення потрапляє у навколишнє природне середовище.

Постановка завдання. У зв'язку з цим виникає потреба створити науково-технологічну розробку, яка забезпечить достатній рівень надійності та екологічної ефективності інженерних заходів для створення та підтримання екологічно безпечного стану навколишнього середовища.

Отже, для вирішення екологічних проблем можна використати адсорбційні властивості опоки та клиноптилоліту (мінерал групи цеолітів). Ці потужні природні сорбенти застосовують для вирішення сформульованого завдання. Оскільки для очищення виробничих стічних вод та інших водних розчинів усе частіше застосовують природні цеоліти та опоку, які добре зарекомендували себе як йонообмінні матеріали та сорбенти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Багато років дослідники виявляли велику цікавість до дисперсних кремнеземів як сорбентів і носіїв каталізаторів широкого спектру застосування. У зв'язку з їх високими адсорбційними, йонообмінними і фільтраційними властивостями, появою методів регулювання їх геометричної структури і хімічної природи поверхні, наявністю великих промислових родовищ, доцільне використання природних мінералів в очищенні стічних вод [3].

Опока – природний дисперсний кремнезем, що характеризується високою міцністю при високій пористості, не розчинний в воді, стійкий до дії кислот і лугів. Унікальні властивості цього сорбенту дають можливість застосовувати його для очищення стічних вод від важких металів, концентрування йонів з різних об'єктів довкілля, створення каталізаторів для перетворення різних класів сполук [4].

Клиноптилоліт володіє чітко вираженими адсорбційними властивостями. Його використовують у вигляді промислових сорбентів чи наповнювачів при фільтрації рідких середовищ. Клиноптилоліт є ізоструктурною модифікацією гейландиту і складається з шарів, утворених шести-, п'яти- і чотиричленними

кільцями алюмосилікатних тетраедрів. Він володіє об'ємом мікропор порядку $0,15 \text{ см}^3/\text{г}$, але високі величини енергії адсорбції дозволяють використовувати його в умовах низьких концентрацій адсорбтиву [6].

Природним цеолітам притаманний ситовий ефект, що дає підстави для розроблення селективних методик щодо їх концентрування. Зокрема, з'ясовано, що природні цеоліти – це ефективні адсорбенти важких металів, наприклад, йонів хрому.

У даній роботі розглядається адсорбція катіонів Cr^{3+} на опоці та клиноптилоліті.

Сполуки $\text{Cr}(\text{VI})$ у підвищених кількостях мають канцерогенні властивості. Катіон Cr^{3+} характеризується досить високим йонним потенціалом, рівним 4,84 (відношення заряду до його радіуса). Енергія взаємодії йонів Cr^{3+} з молекулами води може перевищувати енергію адсорбції.

За даними деяких досліджень у річкових незабруднених і слабо забруднених водах вміст хрому коливається від кількох десятих часток мікрограма у літрі до кількох мікрограмів у літрі, у забруднених водоймах він досягає кілька десятків і сотень мікрограмів на літр. Середня концентрація у морських водах – $0,05 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в підземних водах – знаходиться у межах $10 - 102 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Вміст у водоймах санітарно-побутового використання не повинен перевищувати ГДК для $\text{Cr}(\text{VI})$ $0,05 \text{ мг}/\text{дм}^3$ [1].

Методика визначення адсорбційних властивостей природних сорбентів.

Адсорбційні властивості опоки визначали статичним методом. Сорбент масою 1 г поміщали в колбу місткістю 100 мл і заливали 50 мл модельного розчину (сульфату хрому (III) з концентраціями катіонів Cr^{3+} від 5 мг/л до 100 мг/л. У процесі досліджень рН в розчині не змінювався. Суміш перемішували протягом 1 години, сорбент відфільтровували через 1 добу. Концентрацію катіонів хрому (III) визначали у вихідному розчині і в фільтраті фотометричним методом на фотоколориметрі КФК-2 МП [5].

Про адсорбційні властивості опоки можна судити по ізотермах, що характеризують залежність адсорбційної здатності досліджуваного сорбенту від концентрації в розчині сорбуючого компонента при постійній температурі. Порівнюючи значення вихідної концентрації катіона в розчині з остаточною концентрацією йонів металу після контакту розчину з сорбентом, можна зробити висновок про адсорбційну здатність даного йона на досліджуваному сорбенті.

Адсорбційні властивості клиноптилоліту визначали колориметричним методом за статичних умов при температурі $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Модельний розчин готували на дистильованій воді, змінюючи концентрацію $\text{Cr}(\text{VI})$ від 0,005 до $5 \text{ г}/\text{дм}^3$. У конічну колбу поміщали 1 г підготовленого адсорбенту і 200 мл розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Приготовлені розчини перемішували, а потім залишали у стані спокою, повторюючи такі операції через кожні 12 год. Через 48 год від початку експерименту відбирали пробу та визначали концентрацію $\text{Cr}(\text{VI})$ у розчині (С) [1].

Експериментально величину адсорбції розчинених речовин на твердому сорбенті (опоці і клиноптилоліті) обчислювали за рівнянням:

$$\Gamma = \frac{(C_{\text{вих.}} - C_{\text{рівн.}}) \cdot V_{\text{розч.}}}{m_c},$$

де вихідна концентрація катіону Cr^{3+} в розчині, $C_{\text{рівн.}}$ – рівноважна концентрація катіону Cr^{3+} в розчині, $V_{\text{розч.}}$ – об'єм розчину, m_c – маса сорбента.

Отримані залежності свідчать про високу поглинальну здатність адсорбентів щодо йонів хрому (рис. 1, 2).

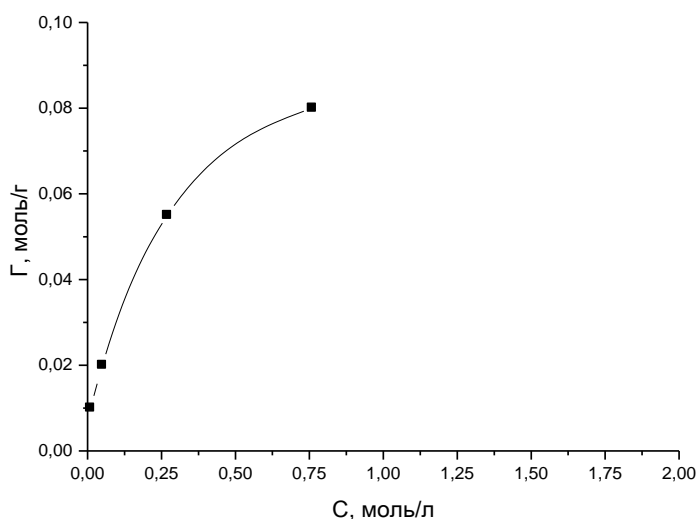


Рис. 1. Ізотерма адсорбції катіонів хрому на опоці

Крива ізотерми, яка отримана для опоки, має вигляд ізотерми IV типу за класифікацією ізотерм адсорбції Брунауера, Демінга і Теллера.

Опуклість нижньої частини ізотерми свідчить про велику кількість мікропор на сорбенті [1].

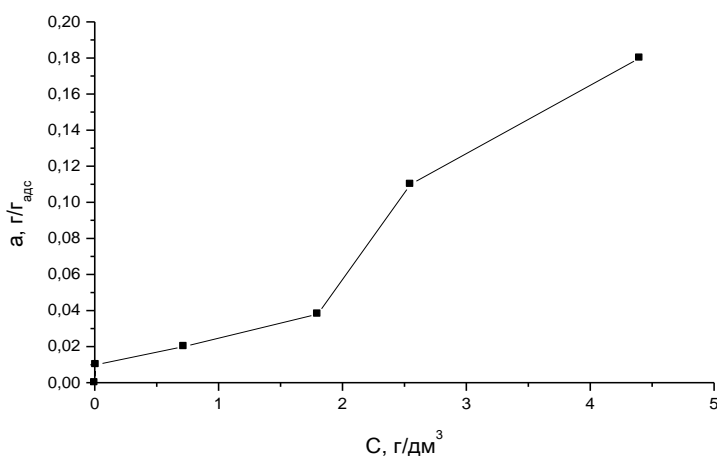


Рис. 2. Ізотерма адсорбції катіонів хрому на клиноптилоліті

Висновки. За результатами роботи можна зробити висновок, що природні сорбенти – опока і клиноптилоліт мають великі адсорбційні властивості по відношенню до катіонів хрому та інших важких металів. Їхній адсорбційний шар поглинає катіони металу, таким чином очищаючи водні розчини. Адсорбційні властивості сорбентів до йонів хрому дають змогу говорити про ефективне їх використання для очищення води від цих йонів. На рисунках видно, що ізотерма адсорбції катіонів хрому на клиноптилоліті належить до ізотерми другого типу за класифікацією Брунауера, а на опоці – до ізотерми четвертого типу. За даними дослідженнями було встановлено, що більшу адсорбційну властивість має клиноптилоліт, оскільки зв'язування адсорбтиву адсорбентом продовжується постійно, що призводить до появи наступних адсорбційних шарів, які поглинають йони хрому.

Література:

1. Гумницький Я. М. Сорбція іонів хрому із водних розчинів природним клиноптилолітом. / Гумницький Я. М., Сидорчук О. В. // Вісник ЛДУ БЖД № 7. – 2013. – С. 235–240.
2. Калюкова Е. Н. Сорбционные и хроматографические процессы / Калюкова Е. Н., Иванская Н. Н., 2011. Т. 11. – Вып. 4. – С. 496–501.
3. Никифоров И.А. Дисперсный кремнезём: сорбент и катализатор. Катализ в нефтехимии и экологии / Никифоров И. А., Кузьмина Р. И. под ред. В. П. Севостьянова. – Саратов : СГАП, 1999. – С. 135–143.
4. Тарасевич Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Тарасевич Ю.И. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
5. ПНД Ф 14.1:2.52–96. Методика выполнения измерений массовой концентрации хрома в природных и сточных водах фотометрическим методом с дифенилкарбазидом. 2004. – 15 с.

Мир минералов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mir-mineralov.ru/k/klinoptilolit>