

УДК 628.316.12: 66.081.312.32

О. П. Хохотва, д.т.н.

А. А. Шматко, студент

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ*

## **ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ МІДІ ЦЕОЛІТОВИМ КОМПОЗИЦІЙНИМ СОРБЕНТОМ У ПРИСУТНОСТІ СТОРОННІХ РОЗЧИНЕНИХ СОЛЕЙ**

У теплоенергетичних процесах важкі метали потрапляють в системи оборотного водопостачання внаслідок корозії обладнання, виготовленого зі сплавів кольорових металів. Як відомо, присутність інших електролітів, особливо солей багатозарядних катіонів, суттєво знижує ступінь вилучення важких металів у процесах іонного обміну. Одним зі способів вирішення зазначеної проблеми є використання композиційних сорбентів на основі пористих природних носіїв, модифікованих з метою отримання поверхні, яка має високу спорідненість до забруднювачів.

У даній роботі як пористий носій був використаний цеоліт Сокирницького родовища, а як модифікатор – гумінові кислоти. Дослідження впливу вмісту солей на процес сорбції іонів міді проводились в присутності катіонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , та  $\text{Fe}^{3+}$  (одно-, дво- і трьохзарядних катіонів), що широко розповсюджені у складі природних і стічних вод. На рис. 1 показано їх вплив на сорбцію  $\text{Cu}^{2+}$  зі  $100 \text{ мг/дм}^3$  розчинів наважками модифікованого (Ц-ГК) і немодифікованого (НЦ) цеоліту.

Вплив іонів натрію на ефективність вилучення міді зразками НЦ і Ц-ГК найменший. Вони здатні витіснити іони міді лише з катіонообмінних центрів самого цеоліту, в той час як фаза гумінових кислот міцно утримує  $\text{Cu}^{2+}$ . При зростанні концентрації іонів кальцію у розчині сорбційна здатність модифікованого та немодифікованого цеоліту помітно знижувалася. Кальцій, як двозарядний катіон, вступає в іонообмінні реакції з активними центрами цеоліту та кислотними групами гумінових кислот, таким чином конкуруючи з іонами  $\text{Cu}^{2+}$ . Ще більша конкурентна сорбція спостерігається у присутності трьохзарядних катіонів.  $\text{Fe}^{3+}$  вступає в реакції іонного обміну і комплексоутворення з тими ж активними центрами, що й іони  $\text{Cu}^{2+}$ , але значно активніше, витісняючи мідь у конкуруючих реакціях. Цеоліт є природним мінеральним іонообмінником, і гумінові кислоти також містять велику кількість карбоксильних та фенольних кислотних груп. Таким чином, при модифікації цеоліту до складу композиційного сорбенту вноситься додаткова кількість активних неспецифічних центрів, кислотних за природою, які не проявляють селективність по відношенню до важких металів.

Вплив сторонніх іонів на коефіцієнт розподілу іонів  $\text{Cu}^{2+}$  ( $K_d$ ) між водним розчином і сорбентом добре описується залежністю  $\lg K_d = \text{const} - n (\lg C \text{ Me}^{m+})$  (рис. 2) з тангенсом кута нахилу, який залежить від заряду катіона. За умови сорбції міді виключно за рахунок іонного обміну і повного стехіометричного витіснення одним катіоном іншого з катіонообмінних активних центрів  $n = 1$ .

Зменшення значення  $n$  вказує на зменшення частки металу, яка витісняється з іонообмінних центрів стороннім катионом.

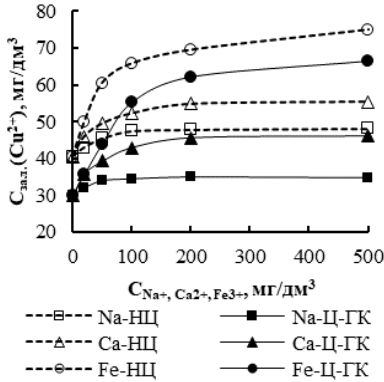


Рис. 1. Залежність залишкової концентрації  $\text{Cu}^{2+}$  від вмісту іонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Fe}^{3+}$  при сорбції зразками НЦ та Ц-ГК

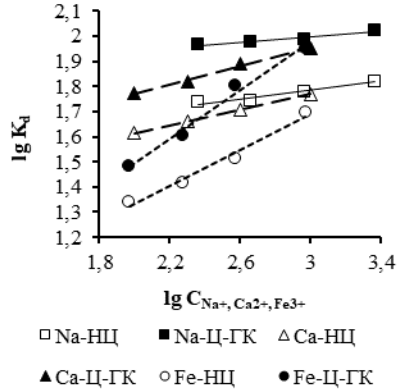


Рис. 2. Залежність  $K_d \text{Cu}^{2+}$  від концентрації іонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$  в координатах  $(\lg K_d) - (-\lg C(\text{Me}^{m+}))$

Тангенс кута нахилу для сорбції на Ц-ГК вищий, ніж для НЦ, що відображає збільшення загальної кількості активних центрів сорбції внаслідок обробки цеоліту гуматами саме за рахунок збільшення кількості кислотних іонообмінних центрів, які можуть мати різну активність (табл. 1).

Таблиця 1

**Параметри рівняння  $\lg K_d = \text{const} - n(\lg C \text{Me}^{m+})$  при сорбції іонів  $\text{Cu}^{2+}$  з водних розчинів цеолітними сорбентами в присутності  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$**

Катіон	Сорбент	$n$	const	$R^2$
$\text{Na}^+$	Ц-ГК	0,0555	1,8317	0,9181
	НЦ	0,0901	1,514	0,9506
$\text{Ca}^{2+}$	Ц-ГК	0,1804	1,4118	0,9955
	НЦ	0,1556	1,302	0,9999
$\text{Fe}^{3+}$	Ц-ГК	0,4843	0,5268	0,9881
	НЦ	0,3587	0,6149	0,9789

Отже, композиційний сорбент, отриманий осадженням гумінових кислот на цеоліті, по відношенню до важких металів проявляє сорбційні властивості, які значно перевищують властивості вихідного алюмосилікату. Це особливо проявляється при сорбції у присутності значного надлишку багатозарядних катіонів.