

УДК 628.16.081.3

Хохотва О.П., докт. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ,

[khokhotva@bigmir.net](mailto:khokhotva@bigmir.net)

## ОЧИСТКА ПРОМИСЛОВИХ ВОД СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ КОМПОЗИЦІЙНИМ СОРБЕНТОМ У ПРИСУТНОСТІ СОЛЕЙ КАЛЬЦІЮ

Організація оборотного водопостачання з використанням стічних вод на підприємстві можлива тільки за умови їх глибокого очищення від токсичних інгредієнтів. Оборотні води підприємств теплоенергетики містять іони міді, які потрапляють у воду внаслідок корозії теплообмінних поверхонь [1]. Вилучення малих кількостей іонів важких металів ускладнюється тим, що такі води є багатокомпонентними за катіонним складом і містять солі лужних і лужноземельних металів у концентраціях, які у багатократно перевищують концентрацію важких металів [2]. Традиційні методи вилучення катіонів – іонний обмін і зворотній осмос – видалятимуть не тільки іони важких металів, але також у значно більшій мірі солі кальцію, магнію, натрію, що значно скоротить тривалість фільтроциклу між регенераціями і підвищить вартість обслуговування обладнання.

Композиційні сорбенти на основі пористих синтетичних матеріалів [3] дозволяють селективно вилучати важкі метали з водних розчинів, при цьому мало знижуючи вміст інших сторонніх катіонів.

Композиційний сорбент на основі сильнокислотного катіоніту КУ-2-8 з осадженою активною фазою магнетиту отримували за методикою, описаною в [4].

При зростанні початкової концентрації іонів  $\text{Ca}^{2+}$  від 50 до 2000 мг/л залишкова концентрація  $\text{Cu}^{2+}$  ( $C(\text{Cu}^{2+}_{\text{поч.}}) = 250 \text{ мг/дм}^3$ ) після контакту з композиційним сорбентом проводили лишалася майже незмінною, коливаючись в діапазоні 16-20 мг/л. При цьому залишкова концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  лінійно зростала, наближаючись до її початкових значень. Слід також відмітити, що використання КУ-2-8-М не змінювало рН очищуваних розчинів, що важливо для очисних споруд у системах оборотного водокористування на підприємствах [5].

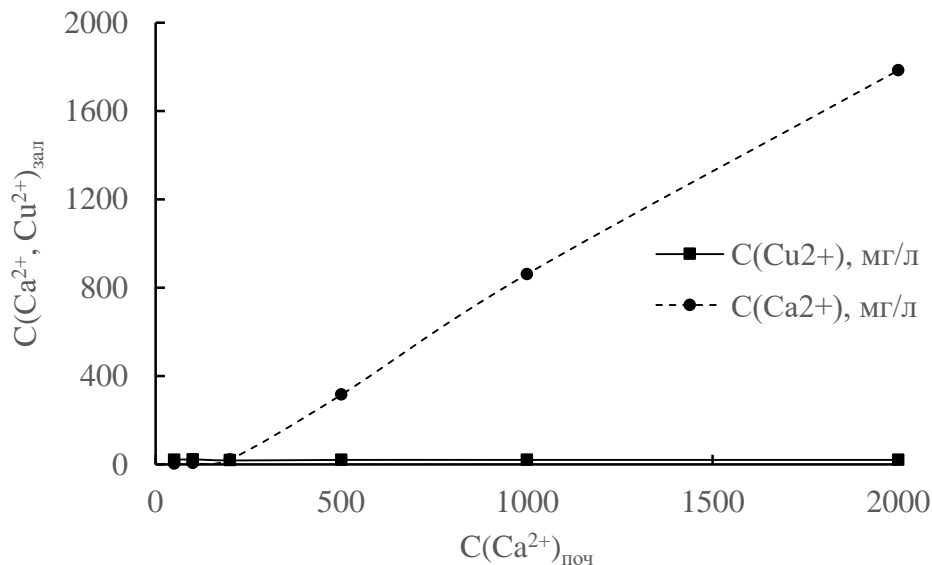


Рис. 1 – Залежність залишкових концентрацій  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$  від початкової концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  при конкурентній сорбції на композиційному сорбенті

На основі величин залишкових концентрацій катіонів були розраховані коефіцієнти розподілу  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$  та коефіцієнти розділення у системі розчин-композиційний сорбент (таблиця 1).

Таблиця 1 – Коефіцієнти розподілу (Kd) та коефіцієнти розділення  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$  при сорбції на композиційному сорбенті

С $\text{Ca}^{2+}$ <sub>поч.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Kd $\text{Cu}^{2+}$	Kd $\text{Ca}^{2+}$	К розд
50	1150	2400	0,5
100	1036	1900	0,5
200	1289	809,1	1,6
500	1150	58,7	19,6
1000	1150	16,1	71,2
2000	1150	12,1	95,0

Розроблений композиційний сорбент можна синтезувати безпосередньо у колоні на місці його використання послідовним пропусканням через завантаження катіоніту розчинів суміші молей Fe(II) і Fe(III) та 20%-го NaOH для синтезу магнетиту у порах катіоніту. Суміш солей заліза, не затриману катіонітом, можна збирати окремо для корекції складу і повторного використання.

Для регенерації насиченого композиційного сорбенту використовувати кислоту не бажано, оскільки зруйнується шар магнетиту у сорбенті. Регенерацію можна проводити 0,1-0,5 М  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ , при цьому сорбовані важкі метали елююватимуться у вигляді оксалатних комплексів. Послідовно використовуючи розчин оксалату амонію різної концентрації, можна селективно десорбувати різні важкі метали. Так, мідь десорбується 0,1 М розчином оксалату амонію, а цинк – 0,5 М. Насичений регенераційний оксалатний розчин може бути перероблений для вилучення металів у вигляді порошку металу або оксиду металу.

Таким чином, отримано композиційний сорбент на основі катіоніту та магнетиту як активної фази, який майже нечутливий до присутності солей жорсткості при вилученні іонів важких металів з водних розчинів. Синтезований сорбенту може бути використаний як завантаження фільтрів в уже існуючих технологічних схемах для доочистки води системи оборотного промислового водопостачання, перш за все в системах охолодження.

#### Список посилань

1. Гомеля Н.Д. Разработка ингибиторов накипеобразования и коррозии латуни меди для водооборотных систем АЭС / Н.Д. Гомеля, Ю.А. Омельчук, Т.А. Незвиская // Научно — технический сборник. — Экология и атомная энергетика. — 2009. — № 1(24). — С. 114—117.
2. Филатова Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико — химических процессах / Е.Г. Филатова // Иркутский национальный исследовательский технический университет. — 2015. — №2(13). — С. 97—109.
3. Иканина, Е.В. Композиционные сорбенты для извлечения тяжелых металлов: итоги последних лет / Е.В. Иканина, В.Ф. Марков, М.И. Каляева // Бутлеровские сообщения. — 2016. — Т. 48. — № 11. — С. 101 —113.
4. Аветисян Ю.И. Синтез композиционного сорбента для удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод / Ю. И. Аветисян, А. П. Хохотва // Восточно — Европейский журнал передовых технологий. — 2015. — т. 4. — № 10(76). — С. 4—8.
5. Хохотва О.П. Використання модифікованих і композиційних феритних сорбентів для селективного вилучення  $\text{Cu}^{2+}$  / О. П. Хохотва, Л. І. Бутченко, М.Д. Гомеля // Технічні науки та технології. — 2018. — № 1 (11). — С. 264—272.