

О.П. ХОХОТВА, кандидат технічних наук,

Ю.І. АВЕТИСЯН, аспірант

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

ВИДАЛЕННЯ З ВОДИ ІОНІВ МІДІ МОДИФІКОВАНИМ ФЕРИТНИМ СОРБЕНТОМ

Проведено дослідження сорбції Cu^{2+} з розчинів концентрації 50 мг/л в присутності іонів кальцію в концентраціях до 400 мг/л, немодифікованим та модифікованим 2% розчином тіокарбамида ферромагнетиком. Отримані результати показали, що модифікований ферромагнетик забезпечує більш глибоке очищення та знижує чутливість процесу до солей жорсткості.

Ключові слова: сорбція, ферит, магнетит, мідь, модифікація сорбенту.

Проведены исследования сорбции Cu^{2+} из растворов концентрации 50 мг/л в присутствии ионов кальция в концентрациях до 400 мг/л, немодифицированным и модифицированным 2% раствором тиокарбамида ферромагнетиком. Полученные результаты показали, что модифицированный ферромагнетик обеспечивает более глубокую очистку и снижает чувствительность процесса к солям жесткости.

Ключевые слова: сорбция, ферит, магнетит, медь, модификация сорбента.

The sorption of Cu^{2+} from the solutions with concentration 50 mg/l with the presence of ions of calcium in concentration up to 400 mg/l on non-modified and modified by 2% solution of thiocarbamide ferromagnetics were studied. The results showed the modified ferromagnetic provides deeper purification and reduces sensitivity of process before hardness salts.

Key words: sorption, ferrites, magnetite, cuprum, modification of sorbent.

Зі швидким розвитком багатьох галузей промисловості, стічні води забруднені іонами важких металів потрапляють у навколишнє середовище все частіше. На відміну від органічних забруднень, важкі метали практично не піддаються біологічному розкладанню і мають тенденцію накопичуватися в живих організмах, а більшість іонів важких металів, як відомо, є токсичними або канцерогенними. Особливе занепокоєння викликає недостатній рівень очистки промислових стічних вод, що містять такі токсичні важкі метали як цинк, мідь, нікель, ртуть, кадмій, свинець і хром.

В контексті все більш жорстких вимог нормативного законодавства в галузі охорони довкілля сьогодні тема видалення іонів важких металів є пріоритетною, зокрема, розробка нових та вдосконалення існуючих методів водовідведення. Метою даної роботи було розглянути методи видалення важких металів іонів важких металів із стічних вод сорбцією на феритах.

Методи досліджень

Синтез феромагнетика проводили наступним чином. Наважки солей заліза $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ у співвідношенні $[\text{Fe(II)}]/[\text{Fe(III)}] = 1/2$ окремо розчиняли в 40 см^3 дистильованої води, у розчин Fe^{3+} додавали розчин тіокарбаміду у кількості, щоб створити 2% концентрацію у 100 см^3 кінцевого розчину, розчини солей заліза змішували і доводили до рН 10...10,5 10%-м розчином NaOH . В інших дослідах тіокарбамід додавали у суміші з 10% NaOH . Отриману суспензію відстоювали, відмивали дистильованою водою до нейтрального значення рН, після чого суспензію доводили до об'єму 100 см^3 , переливали у ємність для зберігання та витримували 12 годин. 1 см^3 суспензії містить 25 мг феромагнетика.

Досліджували залежність сорбції іонів Cu^{2+} на модифікованому і немодифікованому магнетиті від рН середовища. Для цього готували серію розчинів $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ з концентрацією по іонам міді 100 мг/см^3 з різним значенням рН в діапазоні 4...7, в кожен з яких вносили по 4 см^3 суспензії фериту і перемішували на магнітній мішалці протягом 3 годин. Величину рН суміші контролювали протягом процесу сорбції, підтримуючи її на початковому рівні. Загальний час контакту складав 24 години.

Потім проби відфільтровували і визначали залишковий вміст іонів міді фотометричним методом за розробленою методикою: відфільтрований розчин в кількості $1\text{-}20 \text{ см}^3$ вносять до мірної колби місткістю 25 см^3 , додають $0,5 \text{ см}^3$ хлоридно-аміачного буферного розчину, $0,5 \text{ см}^3$ 5% розчину Трилону Б, та $0,1 \text{ см}^3$ 5% розчину диетилдитіокарбамату натрію. Після додавання кожного реактиву розчини обережно перемішують. Забарвлені розчини фотометрують на КФК-2 протягом 10 хвилин за довжини хвилі 440 нм в кюветах з товщиною шару 1 см відносно холостого розчину.

Для побудови ізотерм сорбції суспензії фериту по $0,1 \text{ г}$ поміщали у склянки з модельними розчинами Cu^{2+} об'ємом 100 см^3 у діапазоні концентрацій від 50 до 2500 мг/дм^3 (по Cu^{2+}) при рН 5,5 та витримували в розчині 24 години при постійному перемішуванні. Потім визначали рівноважну концентрацію Cu^{2+} .

Обговорення результатів

Магнітні властивості модифікованого фериту проявлялися через 2...3 дні, і саме цей ферит використовувався у подальших дослідах.

Залежність ефективності видалення іонів міді магнетитом від рН наведена на рис. 1.

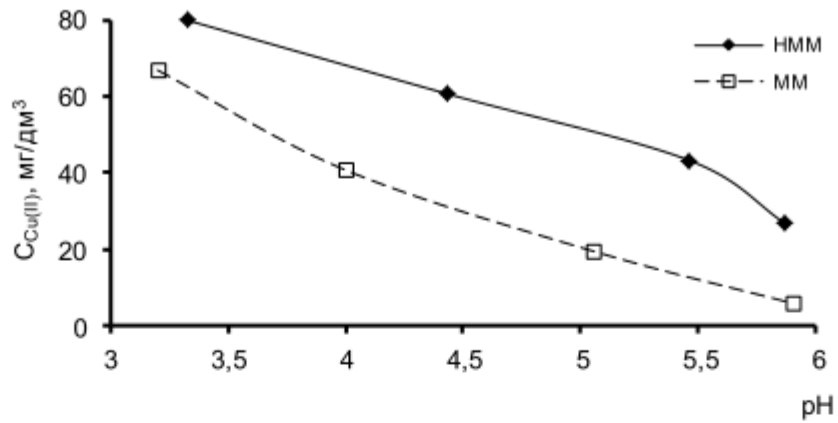


Рис.1. Залежність залишкової концентрації іонів Cu^{2+} від рН при сорбції немодифікованим (НММ) та модифікованим (ММ) феромагнетиком ($C_{\text{поч. Cu}^{2+}} = 100 \text{ мг/см}^3$)

При рН 7 спостерігалось утворення пластівців і випадіння гідроксиду міді в осад. Очевидно, з підвищенням рН зростає ступінь гідратації іонів міді, що позитивно впливає на ефективність їх вилучення. У випадку фериту, модифікованого тіокарбамідом, хелатоутворення іонів міді з азотом та сіркою тіо-групи є додатковим механізмом зв'язування металу з сорбентом. Це проявляється як у вищій ступені очистки, так і у менш різкій залежності величини сорбції від рН.

Ізотерми сорбції на модифікованому і немодифікованому фериті (рис. 2) отримували при рН 5,5, щоб забезпечити максимальну сорбцію і уникнути випадання гідроксидів.

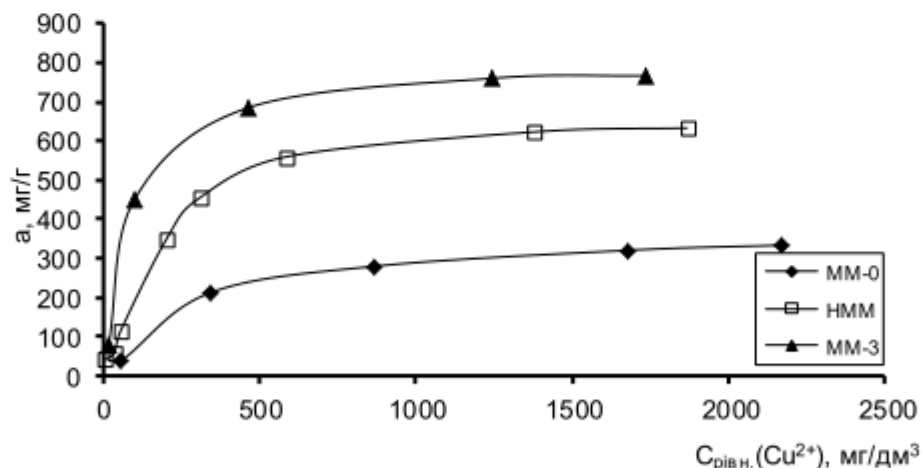


Рис.2. Ізотерми сорбції міді з дистильованої води на немодифікованому фериті (НММ); на модифікованому фериті свіжоприготованому (ММ-0) та через 3 доби (ММ-3)

Користуючись методом найменших квадратів, були розраховані ізотерми Ленгмюра та Фрейндліха у лінійній формі. Розрахунки показали, що

найвищі значення коефіцієнту детермінації спостерігаються у разі застосування моделі Ленгмюра (Рис.3), в той час як для моделі Фрейндліха величина R^2 не перевищувала 0,91 (вважається, що модель адекватно описує експериментальні дані, якщо $R^2 \geq 0,95$).

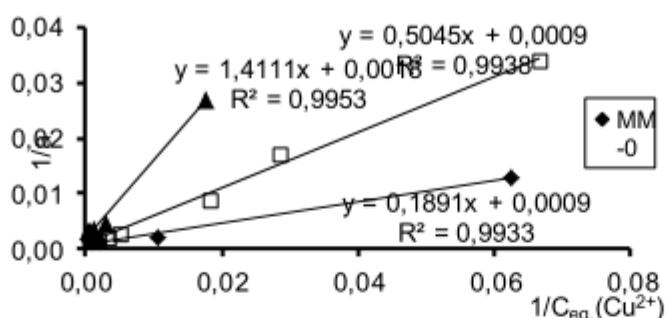


Рис.3. ІзоТЕРМИ Ленгмюра у лінійній формі для сорбції іонів Cu^{2+} на немодифікованому фериті (НММ); на модифікованому фериті свіжоприготованому (ММ-0) та через 3 доби (ММ-3)

Свіжоприготований модифікований тіокарбамідом ферит не проявляв магнітних властивостей і проявляв значно слабші сорбційні властивості, порівняно з немодифікованим феритом. Однак при витримуванні його протягом кількох діб проявлялися магнітні властивості, а з ними і значно зростала гранична сорбційна ємність. Це може бути пояснене упорядкуванням структури фериту і фіксацією на його поверхні молекул тіокарбаміду, які в свою чергу є додатковими активними центрами утримання іонів міді (II).

Висновок

Поєднуючи переваги мікроскопічних розмірів часточок фериту і виникнення додаткових активних центрів на поверхні фериту, можна досягти досить глибокого вилучення іонів міді з водних розчинів.

Список літератури

1. Іваненко О.І., Овсянкіна В.О. Очистка стічних вод від іонів міді(II) феритним методом // Збірка тез доповідей учасників III Всеукраїнської науково-практичної конф. студентів, аспірантів та молодих вчених „Екологія. Людина. Суспільство.” – К.: НТУУ „КПІ”, 2000. – с. 100 – 101
2. Боженко О.М., Омельчук Ю.А., Гомеля М.Д. Отримання високоселективних сорбентів для вилучення міді із вод систем охолодження АЕС// Збірник наукових праць СНУАЕТ а П – 2009 – Вип. 4(32). – С. 148-154

Стаття надійшла до редакції 20.05.2014