

СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИРОДНИХ ГЛИН ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ ІЗ ПРИРОДНИХ ВОД

*Зимнік Д., здобувач освіти VI курсу ОПП «Хімія»
Науковий керівник – О.Ю. Кичкирук, кандидат хімічних наук,
доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка
rapova_o_yu@ukr.net*

Проблема очищення природних та стічних вод від іонів важких металів, зокрема заліза, залишається пріоритетним завданням екологічної хімії. Традиційні методи очищення часто є енергоємними, тому увага науковців зосереджена на використанні природних сорбентів (сапоніту, бентоніту, кліноптилоліту) завдяки їх доступності та високій іонообмінній ємності. Модифікування поверхні мінералів азот- та кисневмісними полімерами дозволяє створити композиційні матеріали з покращеною селективністю та стабільністю [1].

Сучасні тенденції в галузі екологічної хімії спрямовані на створення композитних сорбентів на основі природних алюмосилікатів. Особлива увага приділяється модифікуванню бентоніту та кліноптилоліту азотовмісними

полімерами, що забезпечує підвищення селективності щодо йонів металів [3]. Досвід використання математичного моделювання кінетики сорбції та структурних особливостей сапоніту дозволяє оптимізувати процес вилучення йонів феруму, що і є метою даної роботи.

У роботі використано природні алюмосилікати: сапоніт, бентоніт та кліноптилоліт, модифіковані новими полімерними сполуками, що містять активні -ОН функціональні групи та похідні хіноліну, які здатні до утворення стійких хелатних комплексів з йонами перехідних металів. Закріплення полімеру на поверхні алюмосилікатів відбувається за рахунок хімічних зв'язків між ОН-групами мінералу та нітрогеновмісними фрагментами полімерного ланцюга [2].

Дослідження сорбції проводили у статичних умовах при кімнатній температурі. До наважок сорбентів масою 0,1 г додавали 20 мл модельного розчину солі феруму Fe(III) з концентрацією 4 мг/л. Вихідну та рівноважну концентрації іонів Fe³⁺ визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ААС) у полум'яному варіанті (суміш повітря-ацетилен) на довжині хвилі 248,3 нм.

Ефективність сорбції (R, %) та сорбційну ємність (A, мг/г) розраховували за загальноприйнятими формулами.

У роботі встановлено, що кислотність розчину є ключовим фактором, який визначає стан іонів металу у воді та ступінь протонування активних центрів сорбенту. Діапазон дослідження: рН 1,0-10,0. Необхідне значення кислотності середовища встановлювали 0,1 М розчинами HCl, CH₃COOH, амоніачно-ацетатним буферним розчином та контроль здійснювали за допомогою рН-метра (I-150M) з комбінованим скляним електродом.

Дослідження показали, що при низьких значеннях рН (< 3,0) спостерігається зниження сорбції через конкуренцію іонів гідроксонію (H₃O⁺) за активні центри

сорбенту. Оптимальне вилучення іонів Fe^{3+} зафіксовано в межах рН 4,5-5,5. При рН > 6,0 процес ускладнюється гідролізом іонів феруму та випадінням в осад гідроксидів.

Для визначення часу досягнення сорбційної рівноваги досліджено зміну концентрації іонів феруму в інтервалі від 10 до 1440 хвилин із водних розчинів. Більша частина іонів (до 70-80%) поглинається протягом перших 30-40 хвилин контакту.

Встановлено рівноважний час взаємодії – 60-90 хв (залежно від типу мінералу), що свідчить про високу швидкість масопереносу до активних центрів модифікованих композитів. Максимальний ступінь вилучення іонів феруму протягом доби композитом на основі сапоніту становить 96,1%, на основі бентоніту 99,4%, а на основі кліноптилоліту 98,9%.

Літературні джерела:

1. Bilal, M.; Ihsanullah, I.; Younas, M.; Ul Hassan Shah, M. Recent advances in applications of low-cost adsorbents for the removal of heavy metals from water: A critical review. *Sep. Purif. Technol.* 2022, 278, 119510.
2. Del Sole, R.; Fogel, A.A.; Somin, V.A.; Vasapollo, G.; Mergola, L. Evaluation of Effective Composite Biosorbents Based on Wood Sawdust and Natural Clay for Heavy Metals Removal from Water. *Materials* 2023, 16, 5322.
3. Hussain, S.T.; Ali, S.A.K. Removal of heavy metal by ion exchange using bentonite clay. *J. Ecol. Eng.* 2021, 22, 104-111.