

ХІМІЧНІ НАУКИ

Роскошна Г.В.

студентка;

Тобілко В.Ю.

*кандидат технічних наук, старший викладач,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

ОДЕРЖАННЯ ЗАЛІЗОВМІСНИХ СИЛІКАТНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ АНІОНІВ Cr(VI) ІЗ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Сорбційні матеріали на основі природних глинистих мінералів набувають все більшого значення при вирішенні екологічних проблем, зокрема для вилучення забруднюючих речовин із стічних вод. Досить високі адсорбційні та іонообмінні властивості шаруватих глинистих мінералів, поява методів регулювання їх геометричної структури і хімічної природи поверхні, наявність промислових родовищ та дешевизна природних глин створюють умови для їх використання в багатьох технологічних процесах [1, с. 79].

Однак застосування глинистих мінералів для вилучення забруднень з водного середовища без попередньої підготовки не набуває промислових масштабів внаслідок їх високої дисперсності, здатності до набухання та недостатніх фізико-хімічних та структурно-механічних характеристик для досягнення високоефективного процесу очищення. Тому для підвищення сорбційної здатності природних алюмосилікатів необхідно застосовувати модифікацію поверхні хімічними речовинами та подальшу термообробку для усунення згаданих недоліків та оптимізації процесу сорбції [2; 3].

Очищення вод від забруднення аніонами металів, наприклад, хрому (VI), із використанням природних неорганічних сорбентів є складним завданням, так як всі вони за своєю природою катіонообмінники.

Актуальність даної роботи обумовлена необхідністю розробки сучасних високоефективних силікатних сорбентів для вилучення аніонів важких металів із водних систем.

Відомо, що оксиди та гідроксиди заліза(III) мають високу адсорбційну здатність щодо іонів важких металів та можуть ефективно вилучати їх із водного середовища [4; 5]. Тому було обрано для модифікування поверхні природного алюмосилікату саме сполуки заліза (III).

Мета дослідження полягає у визначенні основних фізико-хімічних закономірностей процесів синтезу поруватих керамічних структур на основі глинистих дисперсій та вивченні особливостей очищення вод від аніонів хрому із використанням одержаних матеріалів.

В якості об'єкту дослідження було обрано природний глинистий мінерал шаруватої структури – монтморилоніт Черкаського родовища, який був очищений від супутніх домішок кварцу, польових шпатів, цеолітів і т. п. методом седиментаційного розділення.

Модифікування поверхні монтморилоніту солями Fe(III) проводили за наступною методикою [6]: наважку висушеного та просіяного природного глинистого мінералу заливали розчином солі заліза ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) певної концентрації (від 0,25М до 2М). Значення рН суспензії доводили до 9 розчином гідроксиду натрію NaOH з концентрацією 6М. Отриманий осад промивали дистильованою водою до нейтрального значення рН, відокремлювали тверду фазу від рідкої та висушували при температурі 200°C протягом 4 годин. Отримані зразки подрібнювали та просіювали для одержання фракції $\leq 0,2$ мм.

Питому поверхню, загальний об'єм пор та середній радіус пор досліджуваних сорбентів визначали за адсорбцією парів азоту на газоаналізаторі NOVA 2200e Quantachrome за методом BET. Розподіл пор за радіусами також був визначений за методами VJH та DFT.

Вивчення сорбції іонів хрому вихідними та модифікованими глинистими мінералами проводили в статичних умовах. Час контакту твердої та рідкої фаз – 1 година, співвідношення фаз – 1:100. Після встановлення сорбційної рівноваги водну фазу відділяли від твердої центрифугуванням та визначали рівноважну концентрацію хрому в розчині з дифенілкарбозідом на спектрофотометрі UNICO UF-2100.

В ході дослідження показано, що після проведення модифікування поверхні монтморилоніту сполуками заліза (2М розчином $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) у лужному середовищі питома поверхня одержаного зразка склала 169,9 м²/г, що значно перевищує таку для вихідного мінералу – 89,2 м²/г, а об'єм пор збільшився з 0,08 до 0,19 см³/г. Середній радіус пор становив для природного монтморилоніту 18,0 Å, а модифікованого – 22,96 Å.

Для вивчення фізико-хімічних особливостей вилучення іонів Cr(VI) із водного середовища було досліджено кінетику процесу видалення, вплив величини рН та одержано ізотерми сорбції на модифікованих зразках.

Встановлено, що максимальний ступінь вилучення хрому при вихідній концентрації 40 мг/дм³ та рН = 2 досягається вже протягом 60 хвилин взаємодії сорбенту з водним середовищем. При збільшенні часу контакту рівноважна концентрація іонів хрому в розчині залишається практично незмінною.

Отримані експериментальні дані показують, що найбільш ефективна сорбція іонів хрому(VI) з водного середовища відбувається при рН 2. В разі підвищення рН сорбційна здатність отриманих матеріалів різко знижується, при цьому максимальне значення сорбції залишається сталим для матеріалів, модифікованих 1 М і 2 М розчином солі заліза(III), обробка ж монтморилоніту 0,25 М розчином солі забезпечує значно нижчі сорбційні характеристики. Це зумовлено як хімією поверхні сорбуючого матеріалу (в кислому середовищі – позитивно заряджена), так і формою знаходження іонів Cr(VI) в розчині. Основними формами існування Cr(VI) є HCrO_4^- (біхромат-іон), CrO_4^{2-} (хромат-іон). При рН нижче 4 комплексна сполука HCrO_4^- виступає основною формою,

при $pH > 9$ переважають хромат-іони. В кислому середовищі можлива електростатична взаємодія між іонами $Cr(VI)$ та поверхнею матеріалу.

Для вивчення адсорбційної здатності модифікованих зразків щодо іонів хрому було побудовано ізотерми сорбції при $pH = 2$. Одержані результати вказують на те, що із збільшенням концентрації розчину заліза, яким обробляли монтморилоніт у лужному середовищі, величина максимальної сорбції підвищується. Так, для 0,25 М розчину Fe^{3+} вона становить 2,00 мг/г, для 0,5 М – 3,50 мг/г, для 1 М – 7,24 мг/г, а для 2 М – 11,25 мг/г. Порівняння ізотерм сорбції іонів хрому на залізовмісному монтморилоніті показує, що максимальна сорбційна ємність досягається при модифікуванні мінералу 2 М розчином солі заліза (III) і становить 11,25 мг/г сорбенту, що значно перевищує таку для вихідного зразка – 0,17 мг/г.

Отримані експериментальні дані вказують на те, що обробка поверхні монтморилоніту солями заліза(III) підвищує адсорбційну здатність природного глинистого мінералу щодо аніонів хрому. Встановлено, що сорбційний об'єм пор модифікованого монтморилоніту майже в 1,5 рази перевищує значення відповідної величини для природного мінералу. Визначено, що величина pH середовища впливає на процес видалення іонів хрому модифікованими сорбентами. Так, сорбція іонів $Cr(VI)$ найбільш ефективно відбувається в кислому середовищі при $pH 2$, що обумовлено як хімією поверхні сорбуючого матеріалу, так і формою знаходження іонів $Cr(VI)$ в розчині. Показано, що при поступовому збільшенні вмісту сполук заліза(III) в матеріалі сорбційні властивості покращуються.

Список використаних джерел:

1. Корнілович Б.Ю. Природоохоронні технології в урановидобувній та переробній промисловості / Б.Ю. Корнілович, О.Г. Сорокін, В.М. Павленко, Ю.Й. Кошик. – К.: 2011. – 156 с.
2. Hefne J.A. Kinetic and thermodynamic study of the adsorption of $Pb(II)$ from aqueous solution to the natural and treated bentonite / J.A. Hefne, W.K. Mekhemer, N.M. Alandis [et al.] // International Journal of Physical Sciences. – 2008. – Vol. 3(11). – P. 281-288.
3. Dousova B. Modified aluminosilicates as low-cost sorbents of $As(III)$ from anoxic groundwater / B. Dousova, L. Fuitova, T. Grygar [et al.] // J. Hazard. Mater. – 2009. – 165. – P. 134-140.
4. Boujelben N. Phosphorous removal from aqueous solutions using iron coated natural and engineered sorbents / N. Boujelben, J. Bousid // Journal of Hazardous Materials. – 2008. – № 151. – P. 103-110.
5. Rahmani A.R. Hexavalent Chromium Removal from Aqueous Solutions by Adsorption onto Synthetic Nano Size ZeroValent Iron (nZVI) / A.R. Rahmani, M.T. Samadi, R. Noroozi // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2011. – Vol. 74. – P. 80-83.
6. Le Zeng. A method for preparing silica containing iron(III) oxide adsorbents for arsenic removal // Water research. – 2003. – № 37. – P. 4351-4358.