



Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, Україна, 7 грудня 2023 р.)

Handbook of the XXIII International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (December 7, 2023 Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2023.291507>

УДК 66.067.8.081.3

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЇ ІОНІВ ФТОРУ НА ФЕРУМВМІСНИХ СОРБЕНТАХ

Євгеній КОСТЕНКО, Тетяна ОБУШЕНКО,
Наталія ТОЛСТОПАЛОВА, Ольга САНГІНОВА
Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
пр. Берестейський, 37, Київ 03056, Україна,
e-mail: tio1963@gmail.com

Фтор – надзвичайно активний елемент, він утворює сполуки з більшістю елементів. Широке розповсюдження розчинних фторовмісних сполук у породах та ґрунтах обумовлює присутність фтору у природних водах, що використовуються для питного водопостачання.

Природні води в деяких регіонах України мають у своєму складі підвищену концентрацію фтору [1]. Особливо це стосується підземних вод, що пов'язано з геологічними, фізичними та хімічними факторами, а також із консистенцією ґрунту, пористістю порід, рН, температурою та іншими характеристиками. В Україні вміст фторидів у питній воді регламентується в межах 0,7-1,2 мг/дм³ і він не має перевищувати 1,5 мг/дм³ [2].

При вмісті у воді більше 1,5 мг/дм³ іонів фториду необхідно дефторувати воду, хоча це і досить складне завдання. Дотепер не розроблені прості і дешеві методи видалення з води надлишку іонів фториду.

Відомо різні методи очищення водних розчинів від іонів фтору: осадження, мембранні процеси, електрокоагуляція, адсорбція, іонний обмін [3]. Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки.

Найбільш перспективними методами видалення з води домішок фтору можуть бути сорбційні процеси з використанням природних і синтетичних сорбентів: глинистих утворень; вугілля; активованого Al₂O₃; іонообмінних смол оброблених солями алюмінію. Сорбційні методи очищення води викликають особливий інтерес з точки зору ефективності, економічності та простоти експлуатації. На сьогоднішній день існує досить велика кількість досліджень із видалення іонів фтору з водних розчинів за допомогою даних методів [3].

Як сорбційні матеріали та їх модифікації для видалення фтору з води використовують активований оксид алюмінію, хітозанові кульки, вуглецевмісні речовини, оксиди та гідроксиди металів, композитні сорбенти та і т.д.

Вивчали для видалення фтору матеріали на основі феруму, так як такі сполуки мають кращу, ніж оксиди алюмінію та кальцію, спорідненість до фторид-іону. Більшість адсорбентів для видалення фториду були протестовані для стічних вод, у яких рН змінюється в значних межах та не регулюється [4].

Аналіз сучасних наукових публікацій з цієї тематики показує, що пошук нових ефективних сорбентів, отриманих за ресурсозберігаючими технологіями, – важлива науково-практична задача. Представлена робота направлена саме на пошук таких сорбентів. Відомо, що ферум

має високу спорідненість до фтору. Тому в роботі запропоновано використовувати в якості сорбенту осади станцій знезалізнення підземних вод. Ці шлами утворюються в значній кількості та створюють значні екологічні проблеми.

Мета роботи. Дослідження сорбції іонів фтору з модельних розчинів на ферумвмісному сорбенті А-06. Сорбент отримано шляхом агломерації шламу станцій знезалізнення.

У конічні колби вносили точну наважку сорбенту масою 0,1 г та 100 см³ розчину фториду натрію з концентрацією 0,005 моль/дм³. Колби закривали пробками та встановлювали в апарат для струшування. Після закінчення сорбції вміст колб відфільтровували в сухі колби крізь складчасті фільтри. Із отриманих фільтратів відбирали проби та визначали концентрації іонів фтору на іономері з фторселективним електродом. За результатами побудовано залежність, з якої визначено, що час досягнення сорбційної рівноваги не перевищує трьох годин (рис. 1).

Сорбент є активним і швидко досягає максимальної сорбційної ємності 17 мг F⁻/г.

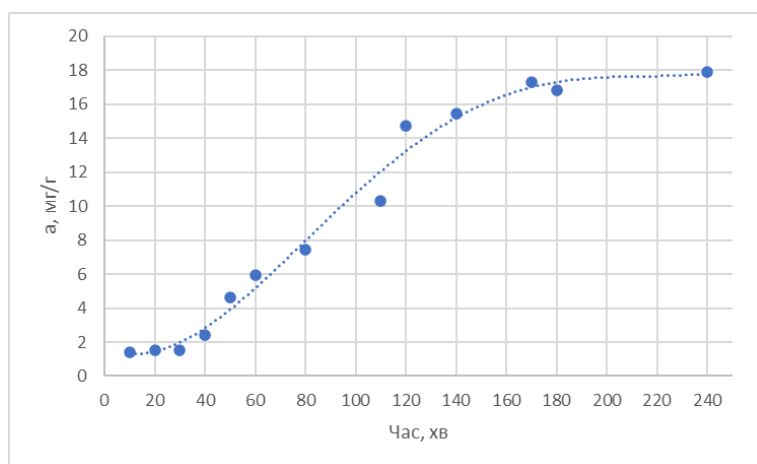


Рис. 1. Кинетична крива сорбції фторид-іонів

Для побудови ізотерми сорбції наважки сорбенту масою 0,1 г зважували та завантажували у конічні колби, додавали 100 см³ розчину з різним вмістом іонів фтору та ставили колби у шейкер ELPAN Water bath shaker 357 з частотою обертання 150 об/хв. Після сорбції впродовж трьох годин вміст колб фільтрували та визначали залишкову концентрацію фторид-іонів. Робочі концентрації розчинів NaF наступні: 0,1; 0,075; 0,05; 0,025; 0,01; 0,005; 0,001; 10⁻⁴ мг/дм³.

Ізотерму сорбції побудовано в координатах $a - C(F^-)$, де a – кількість поглинутої сорбентом речовини, мг/г; $C_{\text{зал}}$ – кількість речовини, що залишилась після сорбції. Ізотерма сорбції наведена на рис. 2.

Бачимо, що досліджений ферумвмісний сорбент має рівноважну сорбційну ємність 65 мг/г, що є досить значним порівняно з відомими запропонованими сорбентами [3].

Таким чином, досліджено сорбцію ферумвмісного сорбенту А-06, який є відходом станцій знезалізнення, по відношенню до фторид-іонів.

Побудована кинетична крива сорбції фторид-іонів на сорбенті. На початковому етапі процес сорбції був досить швидким, потім швидкість сорбції поступово знижувалася. За три години встановлюється рівновага.

Побудована ізотерма сорбції фторид-іонів на сорбенті. Ізотерма демонструє залежність між концентрацією фторид-іонів у розчині та їх сорбцією на сорбенті. Максимальна сорбційна здатність складає 65 мг F⁻/г.

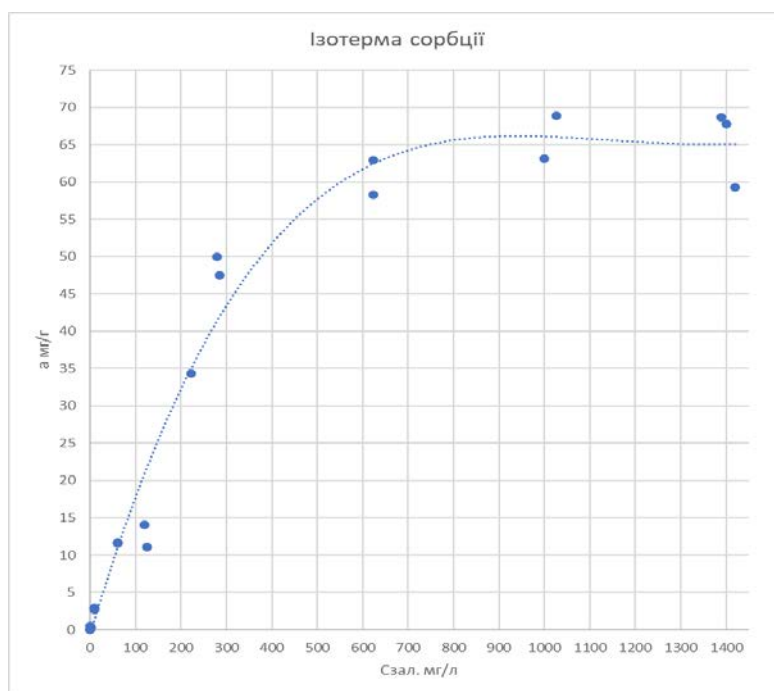


Рис. 2. Ізотерма сорбції іонів фтору

Результати дослідження дозволяють зробити висновок про високу ефективність ферумвмісного сорбенту у процесі сорбції фторид-іонів. Отримані ізотерма сорбції та кінетична крива надають цінну інформацію для оптимізації процесу сорбції та розробки ефективних методів знефторення води. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію умов сорбції, вивчення механізмів взаємодії фторид-іонів з сорбентом та оцінку ефективності видалення фтору з води під час використання сорбенту.

Література:

1. З.О. Знак, Г.Ф. Винявська, Дослідження процесу вилучення іонів Флюору із природної води клиноптилолітом Закарпатського родовища, *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". Хімія, технологія речовин та їх застосування*, № 726, с. 15–19, 2012.
2. M. Habuda-Stanić, M. Ergović Ravančić, A. Flanagan, A review on adsorption of fluoride from aqueous solution, *Materials*, 7(9), pp. 6317-6366, 2014, <https://doi.org/10.3390/ma7096317>
3. В.С. Куриленко, Н.М. Толстопалова, О.В. Сангінова, Т.І. Обушенко, Огляд методів видалення фтору з водних розчинів. *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*, № 1 (22), с. 52–69, 2023, <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2023.276447>
4. A. Eskandarpour, M.S. Onyango, A. Ochieng, S. Asai, Removal of fluoride ions from aqueous solution at low pH using schwertmannite. *J. Hazard. Mater.*, No. 152, pp. 571–579, 2008, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.07.020>.