

Міністерство освіти і науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Психолого-природничий факультет

Цвид Катерина Федорівна

УДК 614:619:636.933.2

**ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ (АДСОРБЦІЯ
РАДІОНУКЛІДІВ) ЦЕОЛІТ-СМЕКТИТОВИХ ТУФІВ**

Спеціальність 101 - екологія, спеціалізація «радіоекологія»

Автореферат наукової роботи на здобуття кваліфікації магістра
студентки 6 курсу ППФ, група МР-61

Рівне – 2018

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основним хімічним елементом, що входить до складу більшості мінералів і гірських порід, в тому числі й цеоліт-сметитових туфів, є кремній. Кремній (силіцій) – другий після кисню (оксигену) за поширеністю в земній корі хімічний елемент (27,6%). Актуальність роботи обумовлена тим, що сорбційні властивості цеолітів нашого регіону вивчені недостатньо [Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини, 2005; сайт Рівненської облради, 2016]. В першу чергу це стосується їх здатності вилучати (адсорбувати) катіони металів, в т.ч. радіонукліди. Це радіоактивні ізотопи, які потрапили в природні екосистеми внаслідок техногенного забруднення (аварія на ЧАЕС 1986 р.), а також ті, що можуть міститися в рідких радіоактивних відходах (енергетика, промисловість, гірничо-видобувна галузь). Крім того, унікальні потенційні можливості цеолітових туфів на сьогодні дуже мало використовуються агровиробництві, охороні навколишнього середовища, комунальній сфері тощо. Значно краще вивчені сорбційні властивості цеолітів Сокирицького родовища (Закарпатська обл.), зокрема при очищенні води [Заграй Я.М., Ребреньук А.В., 2014; Басараба Ю.Б., Засадний Т.М., 2015], також досліджувалася здатність поглинати радіонукліди стронцію природному бентонітами Black Hill (Ca-форма) та промислово модифікованим бентонітом Rokla (Na-форма) (Чеська Республіка) [Ярошенко К.К. та ін., 2014]. На сьогодні активно вивчається й інший напрям – застосування цеолітів в харчовій галузі та агровиробництві [Притульська Н., Бондаренко Є., 2015].

Надзвичайно актуальним залишається питання радіоактивного забруднення продуктів харчування рослинного та тваринного походження в північних районах Рівненської області [Гуцук В.І. та ін., 2016] та радіологічного стану ґрунтів Рівненщини [Долженчук В.І. та ін., 2011].

Мета і завдання дослідження. Дослідити процеси адсорбції-десорбції катіонів стронцію з розчинів на природних і модифікованих цеоліт-сметитових туфах Берестовецького родовища Рівненської області.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі **завдання**:

- проаналізувати відомості щодо фізико-хімічних, в т.ч. сорбційних, властивостей природних цеолітів;
- з'ясувати перспективні напрямки застосування місцевих цеоліт-сметитових туфів в промисловості, енергетиці, комунальній сфері, агровиробництві тощо;
- підібрати і випробувати методики хімічної та термічної модифікації природних цеолітів для підвищення їх адсорбційних властивостей
- визначити в лабораторному експерименті кінетику адсорбції (поглинання) катіонів стронцію природним цеолітом родовища Берестовець (Рівненська обл.) та його модифікованими формами;
- дослідити особливості десорбції (вилучення) стронцію з цеоліту в залежності від хімічного складу розчинника і тривалості попередньої фази адсорбції.

Об'єкт дослідження: сорбційні властивості природного та модифікованого цеоліту родовища Берестовець.

Предмет дослідження: особливості адсорбції та десорбції катіонів стронцію в залежності від типу модифікації цеоліту.

Методи дослідження: інструментальний з використанням атомно-абсорбційної спектроскопії (С 115 М1), метод хімічної модифікації, а також метод аналогій, порівнянь і математично-статистичний.

Наукова новизна представленого дослідження пов'язана з порівнянням сорбційних властивостей природного цеоліту Берестовецького родовища і його модифікованих форм. Зокрема, визначено, що найкраще адсорбують катіони стронцію з водних розчинів цеоліти, які хімічно модифіковані гідроксидом натрію або гідроксидом заліза (III). Ступінь вилучення нерадіоактивних ізотопів стронцію сягає 80-90%, в т.ч. отримані результати також можна екстраполювати на радіоактивний ізотоп ^{90}Sr .

Практичне значення одержаних результатів: Робота має інформативно-прикладне значення. Результати дослідження можуть бути використані як для вилучення радіоактивних елементів з різних складових екосистем, в т.ч. водних об'єктів, так і в навчальному процесі.

Особистий внесок здобувача. Магістерська робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, упродовж якого здобувачем обґрунтовано

наукову концепцію, визначено мету і завдання, опрацьовано вітчизняну і зарубіжну наукову літературу, проведено польові та лабораторні дослідження, систематизовано та узагальнено експериментальний матеріал, сформульовано науково обґрунтовані висновки та рекомендації.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається з 4 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Цеоліти – назва великої групи мінералів класу алюмосиликатів. Вони являють собою тверді неорганічні хімічні сполуки каркасної структури, складені алюмокремнекисневими тетраедрами Al/SiO_4 з відкритими порожнинами між ними у формі каналів і камер (рис. 1, 2).

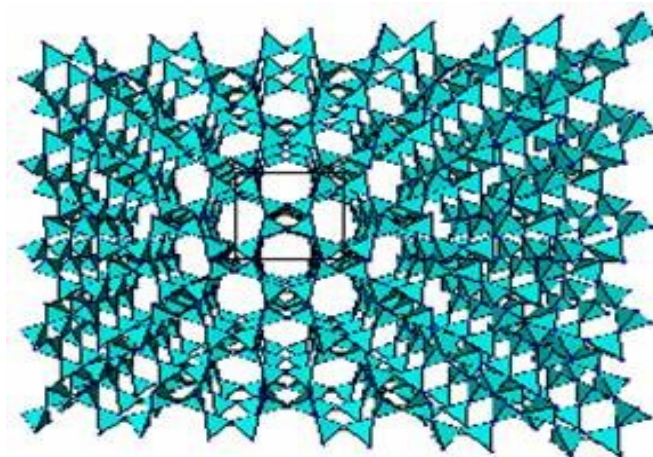


Рисунок 1 – Структура цеоліту, складеного алюмокремнекисневими тетраедрами Al/SiO_4 з відкритими порожнинами

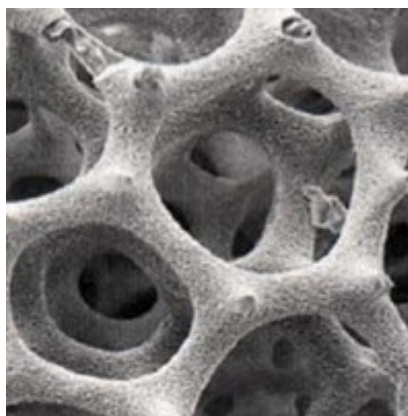


Рисунок 2 – Проекція фрагмента пористої кристалічної структури цеоліту (Заграй Я.М., Ребреньук А.В., 2014)

Завдяки цим порожнинам в каркасі цеоліти можуть як адсорбувати воду та невеликі органічні й неорганічні молекули, так і десорбувати, тобто повертати в зовнішнє середовище (рис. 3).

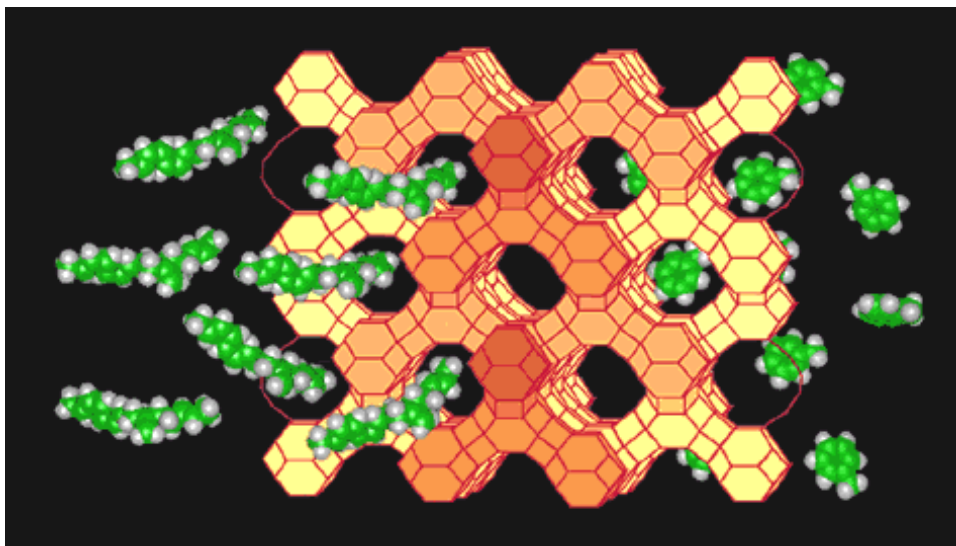


Рисунок 3 – Каркасна структура цеолітів з каналами, в яких гостюють сорбовані речовини [WWW-МИНКРИСТ (новая редакция). Кристаллографическая база данных для минералов и их структурных аналогов. <http://database.ie5.>]

Рівненська область порівняно багата на туфову сировину (рис. 4), в основному, це продукти вулканічного виверження базальтової магми у ранньому венді, приблизно 600 млн. років тому. Вони складені вулканічним попелом та піском, ущільненим, зцементованим і в подальшому перекристалізованим під дією гарячих підземних вод. Як показали кількісні мінералогічні аналізи, місцями туфи повністю перетворені у специфічні цеоліт-сметитові породи. На сорбційні властивості цеоліт-сметитових туфів впливає ціла низка фізико-хімічних факторів.

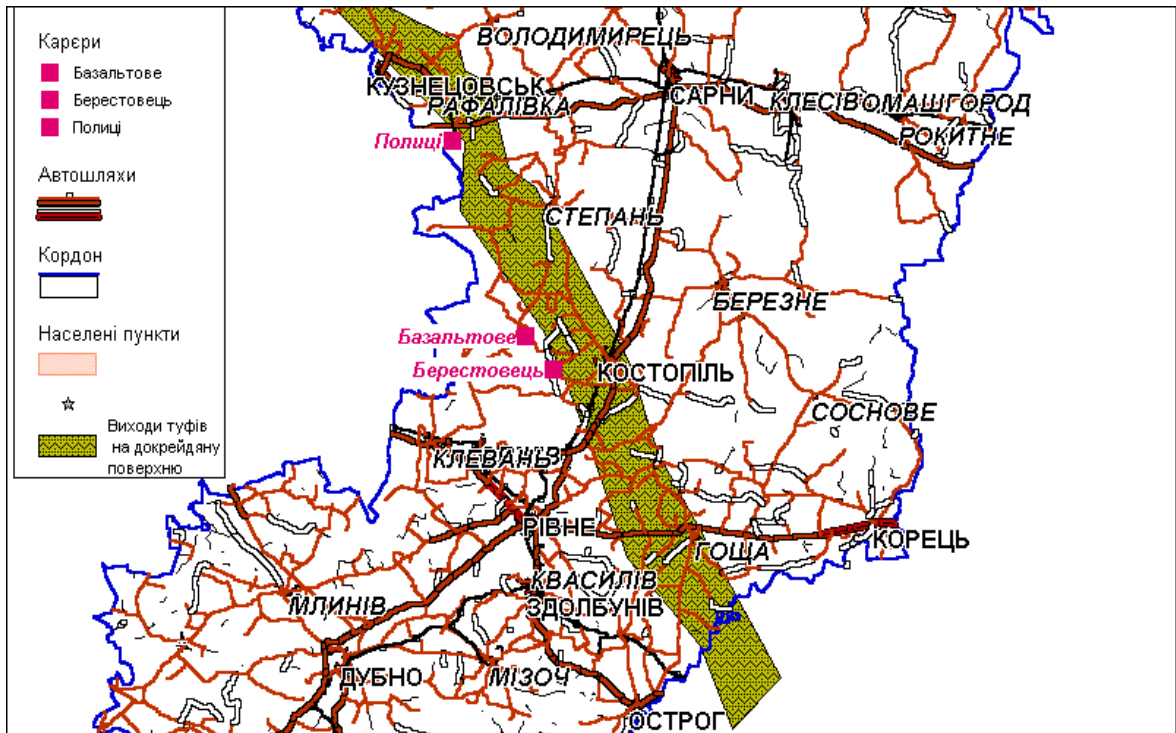


Рисунок 4 – Виходи туфів на мезозойсько-кайнозойську поверхню та в кар'єрах на території Рівненської області

За хімічним складом туфи Бабинської світи нижнього венду на території Волині, і Рівненщини зокрема, відповідають виверженим основним породам сублужного та лужного ряду. У туфах, у порівнянні з базальтами тієї ж Бабинської світи, істотно змінюється вміст, окисного та закисного заліза, кальцію і лугів, магнія та кремнезему. Різко зростає кількість води і летючих компонентів (табл. 1).

Таблиця 1 – Середній хімічний склад туфів і базальтів Бабинської світи

Породи	Петрогенні оксиди (%)													Σ	К-сть ан.
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	в.п.п.	H ₂ O ⁻		
Туфи	48,14	1,48	13,16	10,11	3,02	0,17	7,05	5,02	3,28	1,34	0,17	5,96	3,21	99,44	50
базальти	46,5	1,45	15,66	7,77	5,85	0,25	6,65	8,28	2,97	1,02	0,33	2,9	2,64	99,61	50

Аналіз літературних джерел показав, що цеоліт-сметитові туфи потенційно мають дуже широкий спектр застосування і використовуються в багатьох країнах світу. Разом з тим, на відміну від сапонітової та анальцим-сапонітової сировини Ташківського та Варварівського родовищ Хмельницької області, туфи Рівненщини, зокрема Берестовецького родовища потребують

подальшого дослідження. В першу чергу це стосується їх сорбційних властивостей і можливості вилучення радіонуклідів стронцію та цезію. Це дозволить розширити можливі шляхи ефективного використання цеолітів нашого регіону.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В якості основного інструментального методу досліджень використано атомно-абсорбційну спектрофотометрію, прилад С115 М1 («Селмі», м. Суми). Допоміжне обладнання: муфельна піч, сушильна шафа, термостат, рН-метр марки И-130, набір сит, терези лабораторні, скляний лабораторний посуд.

Матеріали і реактиви: цеоліт Берестовецького родовища, хлоридна кислота, натрію гідроксид, гідроксид заліза (III), нітратна кислота, ацетатно-амонійний буфер (ААБ) з рН 4.8, стронцію хлорид.

Фізико-хімічні характеристики цеоліту: пористість 44%; щільність 2,37 кг/м³; питома поверхня 50 – 65 м²/г; катіонообмінна ємність 1,5 мг–екв/г; стійкість до дії лугів рН 7–13; сумарна питома активність природних радіонуклідів 144,5 Бк/кг.

Методика модифікації цеоліту.

З робіт інших дослідників відомо, що кінетика сорбції ⁹⁰Sr на природньому цеоліті є повільною в умовах підвищеної іонної сили [Ярошенко К.К., Лутай С.А., 2011]. Також є дані, що з водних розчинів цеоліт адсорбує переважно катіони лужних металів, а двовалентні катіони (кальцій, магній, стронцій) зазвичай навпаки – десорбуються [Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини, 2005: Факеева О.Л. и др., 1988]. Тому для підвищення швидкості та сорбційної ємності нами було проведено модифікацію цеоліту кількома способами:

1. Кислотна модифікація: реагент – 20% хлоридна кислота, час обробки - 2 години в режимі кипіння зі зворотнім холодильником, співвідношення фаз тверда (Т) : рідка (Р) = 1 : 2.

2. Лужна модифікація: концентрація NaOH – 5,5 %, тривалість реакції 2 год. 45 хв. в режимі кипіння зі зворотнім холодильником при співвідношенні фаз Т : Р = 1:2.

3. Термічна активація: оптимальна температура дегідратації цеоліту – 385°C, тривалість перебування в муфельній печі – 2 год. 30 хв. Нагрівали повільно для видалення цеолітової води без руйнування кристалічної ґратки.

4. Модифікація гідроксидом заліза: реагенти – 1М Fe(NO₃)₃, 5М КОН, температура – 70°C, час модифікації – 60 годин (витримували в термостаті 2,5 доби), співвідношення цеоліт : Fe(NO₃)₃ : КОН = 1 : 5 : 9.

Методика проведення експерименту.

1. Подрібнений цеоліт просіювали крізь серію сит. Для дослідів відбиралася фракція з розміром частинок від 0,25 до 0,5 мм. Цеоліт промивали дистильованою водою для того, щоб позбутися пилової фракції.

2. Цеоліт модифікували чотирма різними способами які зазначено вище. П'ята група – контроль, немодифіковане цеолітове борошно.

3. Підготували 10 наважок по 2 з кожної групи по 2 г цеоліту, з точністю зважування ±0,05 г. Кожну наважку заливали 200 мл 0,1 М розчину NaCl, який також містив 10 мг/дм³ стабільного стронцію (гексагідрат SrCl₂•6H₂O попередньо зневоднювали до SrCl₂ прожарюючи 30 хв за температури 300 °C). Стабільними ізотопами стронцію є ⁸⁴Sr, ⁸⁶Sr, ⁸⁷Sr і ⁸⁸Sr.

Для визначення ступеня **адсорбції** проби залишали при кімнатній температурі 20±1°C на різні інтервали часу, від 1 години до 552 годин (23 доби) з періодичним перемішуванням.

4. Для визначення концентрації стронцію по закінченні відповідного інтервалу часу з кожної проби відбирали аліквоту 10 мл, розчини відфільтровували, випарювали та заново розчиняли в фіксованій кількості 0,1 М нітратної кислоти та проводили спектрометричне визначення. Всього протягом 23 діб експерименту з кожного зразку було відібрано по 8 проб. Вміст в розчинах залишкової кількості Sr визначали на спектрофотометрі С115 М1.

5. Для визначення **десорбції** стронцію з кожного зразку протягом 23 діб експерименту було відібрано по 8 проб цеоліту масою 0,2 ± 0,01 г.

5.а. Відфільтрований цеоліт промивали 5 мл дистильованої води і заливали 20 мл дистильованої води, для визначення частки водорозчинного стронцію, та витримували в контактi впродовж однієї доби при періодичному перемішуванні при кімнатній температурі $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

5.б. Далі суміш відфільтровували, а цеоліт заливали 20 мл ацетатно-амонійного буферного розчину (ААБ) з рН 4,8 та витримували в контактi впродовж однієї доби, для визначення обмінно-поглиненого стронцію.

5.в. Суміш відфільтровували, а цеоліт заливали 20 мл 0,1 М розчину хлоридної кислоти, для визначення кислотно-розчинного стронцію.

В кожному фільтраті, аналогічно до п. 4, визначали ступінь десорбції стронцію, вимірюючи на атомно адсорбційному спектрофотометрі вміст стабільного Sr в пробі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Максимальний ступінь адсорбції стронцію на лужно модифікованому цеоліті досягається за 300 годин і складає близько 82 %, а на цеоліті, модифікованому гідроксидом заліза – за 200 годин і складає близько 92 %, в той час як на інших зразках модифікованих сорбентів максимальна сорбція досягається за 552 години та не перевищує 80 %. Отримані результати (рис. 5) показали, що за експериментальних умов найбільш ефективними сорбентами щодо Sr є цеоліти, модифіковані NaOH та $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Також можна зробити висновок, що для всіх використаних в роботі зразків цеолітів кінетика сорбції Sr є дуже повільною в статичних умовах, що можна пояснити підвищеною іонною силою (0,1 моль) та досить високою крупністю фракції сорбентів (0,25–0,5 мм).

З результатів дослідження кінетики сорбції Sr на природному та модифікованих цеолітах видно, що при адсорбції стронцію на природному, термічно активованому та модифікованому соляною кислотою цеоліті сорбційну криву умовно можна розділити на два етапи, перший – триває приблизно 288 годин (12 діб), другий – від 12 доби до закінчення експерименту.

На другому етапі переважає необмінна форма поглинання, частка якої складає від 52% на 12 добу сорбції до 75% на 50 добу. Тенденція збільшення частки необмінної форми поглинання і зменшення обмінної зберігалась практично під час всього експерименту до моменту досягнення рівноваги.

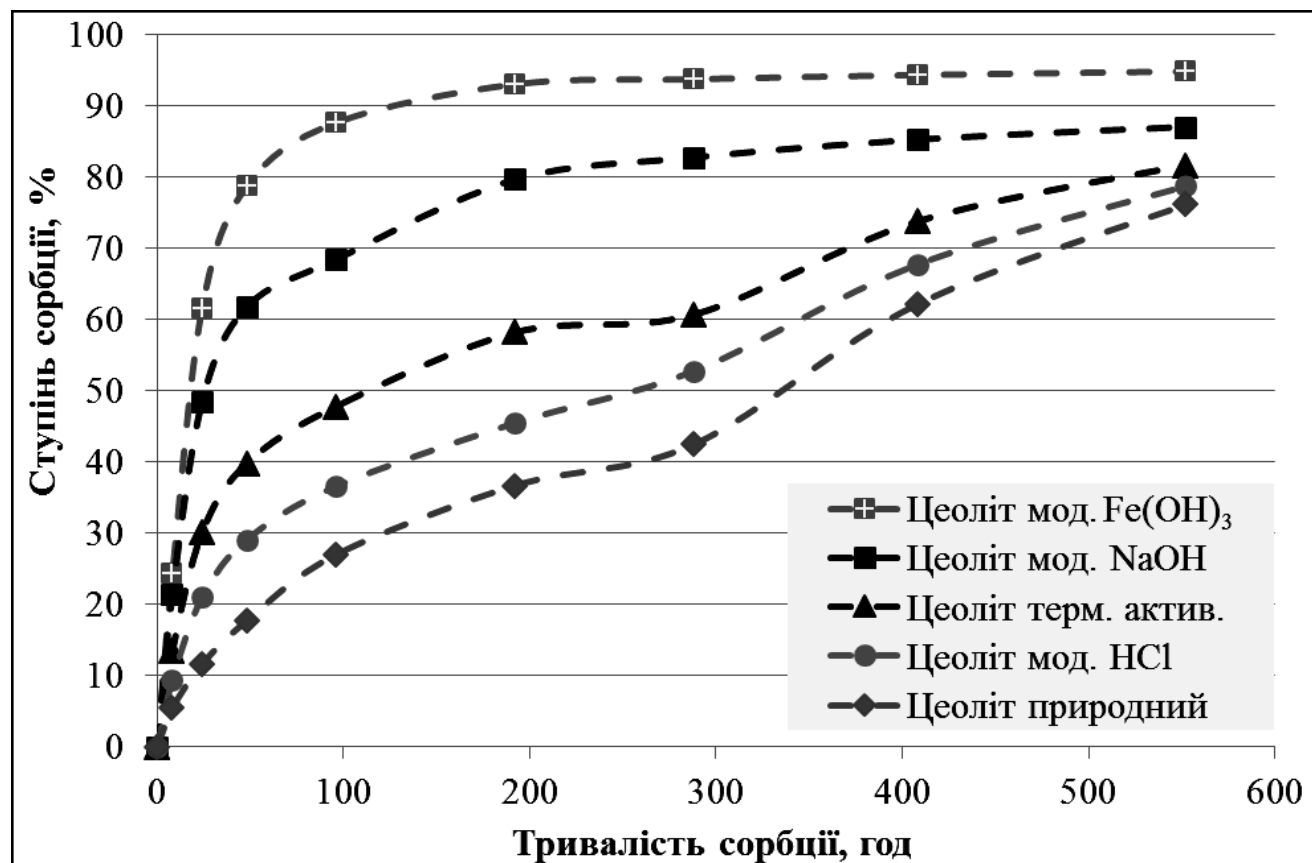


Рисунок 5 – Кінетика поглинання Sr природним та модифікованими цеолітами Берестовецького родовища

Із результатів, отриманих при вилученні стронцію, сорбованого на цеоліті, видно, що стронцій практично не вилужується дистильованою водою (рис. 6), тобто водорозчинна форма фіксації стронцію на цеоліті становить незначну частку і не перевищує 2,6%.

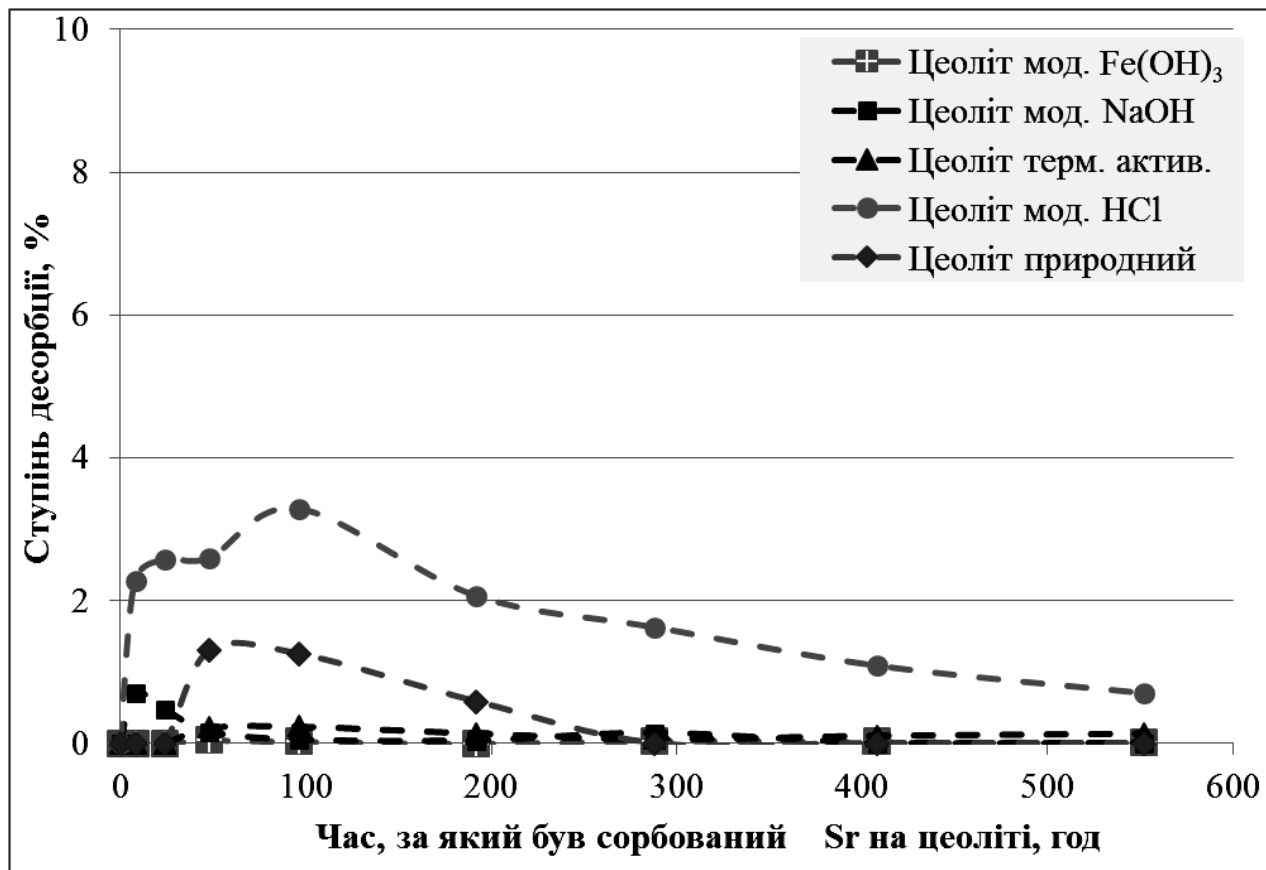


Рисунок 6 – Залежність ступеню вилучення Sr дистильованою водою (водорозчинна форма фіксації) від часу, за який він був сорбований на цеоліті

Результати, отримані при вилученні стронцію ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8 (рис. 7), показали, що найнижчий ступінь десорбції, а отже частка обмінно поглинутого стронцію, характерний для цеолітів, модифікованих NaOH та Fe(OH)₃, більш високий ступінь десорбції у цеоліті, модифікованому хлоридною кислотою та термічно активованому, найвищий ступінь десорбції у природного цеоліту.

Встановлено, що при збільшенні тривалості сорбції ступінь вилучення стронцію ацетатом амонію (рис. 7) постійно знижується, а соляною кислотою (рис. 8) навпаки – збільшується. Також встановлено, що ступінь вилучення ацетатом амонію (іонообмінна форма) переважає над ступенем вилучення соляною кислотою (кислоторозчинна форма) на першому етапі сорбції до 100 годин.

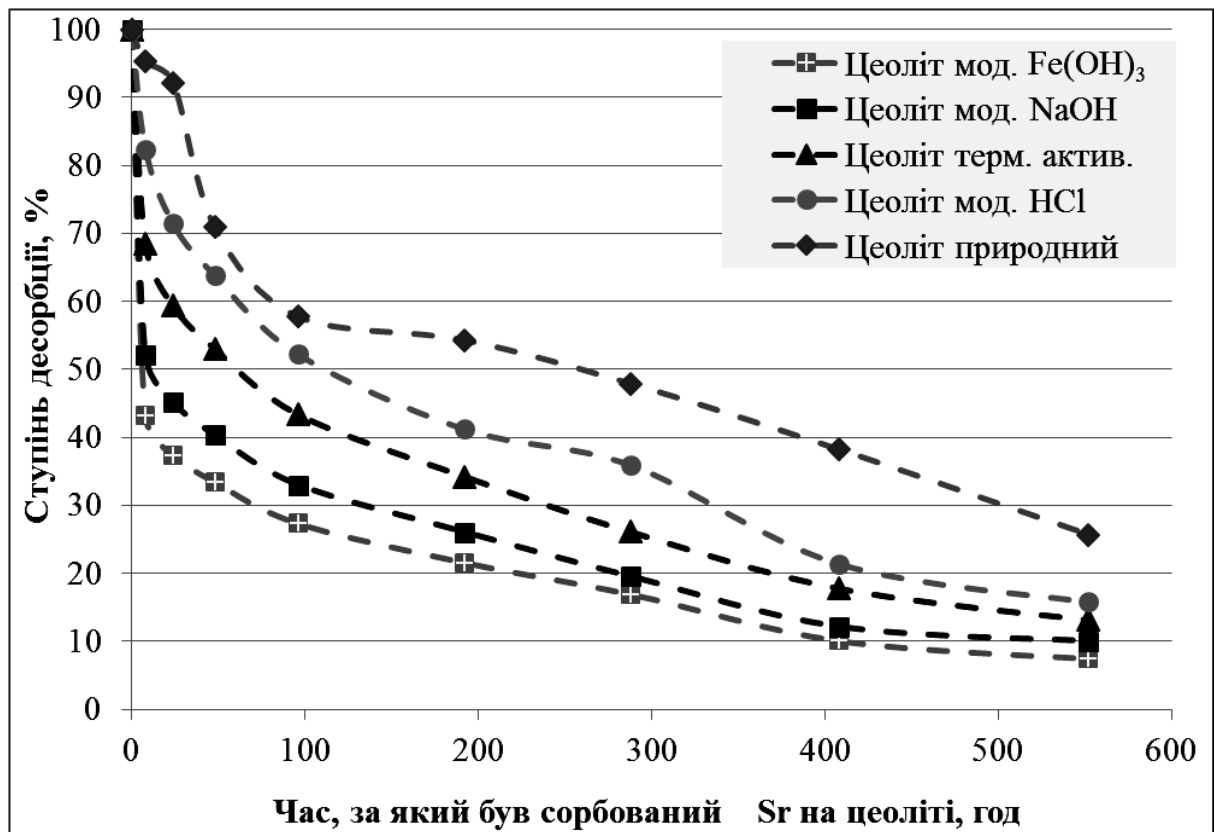


Рисунок 7 – Залежність ступеню вилучення Sr ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8 (іонообмінна форма фіксації) від часу, за який він був сорбований на цеоліті

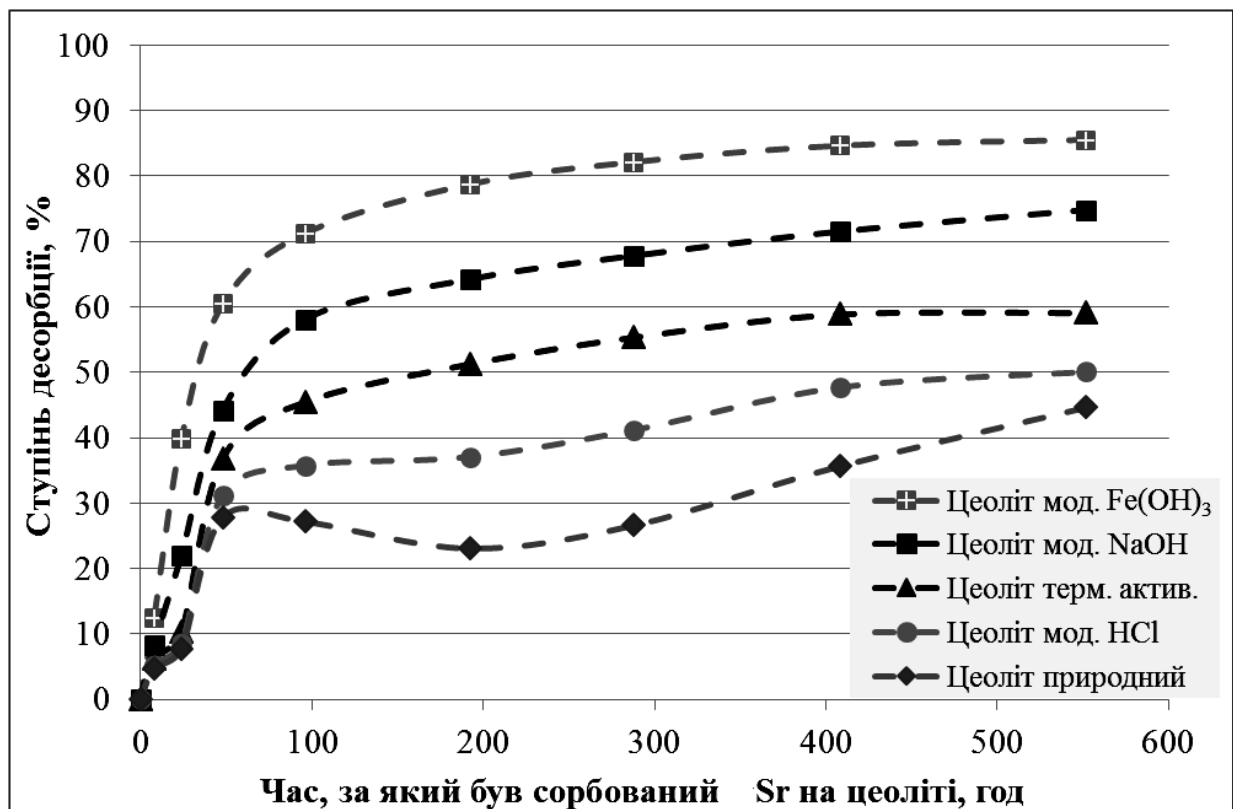


Рисунок 8 – Залежність ступеню вилучення Sr хлоридною кислотою (кислоторозчинна форма фіксації) від часу, за який він був сорбований на цеоліті

На другому етапі (після 100 годин сорбції) переважає кислоторозчинна форма фіксації стронцію, що свідчить про більш міцну фіксацію стронцію із збільшенням часу контакту сорбент–розчин. Оскільки зі збільшенням часу контакту сорбент – розчин частка обмінної форми фіксації поглинутого стронцію постійно зменшується, а частка кислоторозчинної форми збільшується, це свідчить про трансформацію обмінної форми в необмінну, тобто відбувається перехід стронцію у форму, потенційно не здатну до водної міграції та іонного обміну. Цей процес стабілізується на рівні 75% фіксованої форми Sr від загального поглинання.

ВИСНОВКИ

1. Вивчення адсорбції природним цеолітом і його модифікованими формами стабільного ізотопу стронцію (Sr) показали, що ці сорбенти можуть бути успішно використані для вилучення з водних розчинів даного хімічного елементу.

2. Результати отримані для стабільного Sr правомірно екстраполювати і на радіоактивний ^{90}Sr . Тобто, цеоліти здатні ефективно поглинати стронцій з рідких радіоактивних відходів, води природних радіоактивно забруднених водойм та ін.

3. Підтверджено припущення, що хімічно модифіковані цеоліти більш ефективно поглинають стронцій порівняно з природним цеолітом Берестовецького родовища.

4. Випробувано різні методики модифікації природного цеоліту і встановлено, що найефективнішими в даних умовах сорбентами щодо Sr є цеоліти лужно модифіковані гідроксидом натрію та гідроксидом заліза. Ступінь адсорбції Sr для першого сорбенту сягає максимуму в 82% за 300 год експозиції, а для другого – 92% за 200 год експозиції.

5. У всіх проаналізованих зразках цеоліту водорозчинна форма сорбції становить незначну частку і не перевищує кількох відсотків (максимально до 2,6%). Найкраще стронцій десорбується (вимивається) дистильованою водою з цеоліту модифікованого хлоридною кислотою. З цеоліту термічно-активованого, як і з сорбенту модифікованого $\text{Fe}(\text{OH})_3$, стронцій фактично не десорбується у водне середовище.

6. Зі збільшенням часу контакту сорбент–розчин зменшується частка обмінної форми фіксації стронцію та збільшується частка кислоторозчинної форми, що свідчить про більш міцну фіксацію Sr з часом контакту сорбент–розчин.

7. Ацетатно-амонійним буфером pH 4,8 (іонообмінна форма фіксації) Sr найкраще десорбується з природного цеоліту, а хлоридною кислотою (кислоторозчинна форма фіксації) – з цеолітів модифікованих NaOH та $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

8. Доведено, що метод атомно-абсорбційної спектрометрії може бути ефективно використаний, як при визначенні стронцію (в т.ч. радіоактивного) в природному середовищі, так і в модельних лабораторних експериментах.

9. Враховуючи те, що цеоліти краще адсорбують з водних розчинів одновалентні катіони металів (калій, натрій) можна припустити можливість ефективного застосування цеоліт-сметитових туфів і для вилучення радіоактивного цезію.

10. В процесі виконання магістерської роботи проаналізовано типи цеоліт-сметитових туфів, їх основні властивості, шляхи і перспективи застосування цих мінералів у сільському господарстві, промисловості, екології тощо.

АНОТАЦІЯ

Цвид К.Ф. Дослідження сорбційних властивостей (адсорбція радіонуклідів) цеоліт-сметитових туфів. Магістерська робота: Спеціальність 101 – екологія, спеціалізація «Радіоекологія» / РДГУ. Кафедра екології, географії та туризму. Рівне, 2018. – 75 с.

Магістерська робота складається з чотирьох розділів. У першій частині, теоретичній, розглядаються властивості кремнію та його сполук у природі, дається характеристика цеоліт-сметитовим туфам, в т.ч. тим їх різновидам, які трапляються в нашому регіоні, наводяться приклади їх практичного застосування та аналізуються їх потенційні можливості для використання в екології, рослинництві, тваринництві, медицині тощо. Виходячи з сучасного стану проблеми сформульовано основні завдання магістерського дослідження.

В другому розділі наводяться матеріали і методи досліджень, використані при виконанні роботи реактиви та обладнання, описується методика фізико-хімічної модифікації цеолітів. В якості основного методу аналізу взято метод атомно-абсорбційної спектроскопії.

В експериментальній частині роботи (3 розділ) представлені результати вивчення процесів адсорбції-десорбції стронцію як на природних цеолітах Берестовецького родовища (Костопільський район Рівненської області), так і модифікованих. Зазначається, що отримані результати для не радіоактивних ізотопів стронцію правомірно екстраполювати й на ^{90}Sr . З'ясовано, що найефективнішими серед випробуваних сорбентів щодо Sr є цеоліти лужно модифіковані гідроксидом натрію та гідроксидом заліза (III). Ступінь адсорбції катіонів стронцію для першого сорбенту сягає максимуму в 82 % за 300 год експозиції, а для другого – 92% за 200 год. Тому, саме ці сорбенти, а не природні цеоліти, найбільш доцільно використовувати для вилучення радіоактивного стронцію з рідких радіоактивних відходів, радіоактивно забруднених природних вод тощо.

У «Висновках» сформульовані основні результати досліджень, список літературних джерел складає 70 найменувань, основна частина роботи викладена на 67 сторінках, вона містить 17 рисунків і 7 таблиць, окремі матеріали винесено в додаток.

Ключові слова: цеолітові туфи, адсорбція, десорбція, стронцій, радіонукліди.

АННОТАЦИЯ

Цвид К.Ф. Исследования сорбционных свойств (адсорбция радионуклидов) цеолит-сметитовых туфов. Магистерская работа: Специальность 101 - экология, специализация «радиоэкология» / РДГУ. Кафедра экологии, географии и туризма. Ровно, 2018. – 75 с.

Магистерская работа состоит из четырех разделов. В первой части, теоретической, рассматриваются свойства кремния и его соединений в природе,

дается характеристика цеолит-сметитовым туфам, в том числе тем их разновидностям, которые встречаются в Ровенской области, приводятся примеры их практического применения и анализируются потенциальные возможности их использования в экологии, растениеводстве, животноводстве, медицине и т.д. Исходя из современного состояния проблемы сформулированы основные задачи магистерского исследования.

Во второй главе описаны материалы и методы исследований, использованные при проведении экспериментов химические реактивы и оборудование. В качестве основного метода взят метод атомно-абсорбционной спектроскопии. Описана методика физико-химической модификации цеолитов.

В экспериментальной части работы (3 глава) представлены результаты изучения процессов адсорбции-десорбции стронция как на природных цеолитах Берестовецкого карьера (Костопольский район Ровенской области), так и модифицированных. Определено, что наиболее эффективными среди исследованных сорбентов относительно Sr являются цеолиты, модифицированные гидроксидом натрия и гидроксидом железа (III). Степень адсорбции катионов стронция для первого сорбента достигает максимума в 82 % через 300 часов экспозиции, а для второго – 92 % через 200 часов. Поэтому, именно эти сорбенты, а не природные цеолиты, наиболее целесообразно использовать для извлечения радиоактивного стронция из жидких радиоактивных отходов, радиоактивно загрязненных природных вод и т.д. Отмечается, что результаты, полученные для нерадиоактивных изотопов стронция правомерно экстраполировать и на ^{90}Sr .

В «Выводах» сформулированы основные результаты исследования, список литературных источников содержит 70 наименований, основная часть работы изложена на 67 страницах, она содержит 17 рисунков и 7 таблиц, отдельные материалы вынесено в приложение.

Ключевые слова: цеолитовые туфы, адсорбция, десорбция, стронций, радионуклиды.

SUMMARY

Zvyd K.F. Studies of sorption properties (adsorption of radionuclides) of zeolite-smectite tuffs. Master's work: Specialty 101 - ecology, specialization "radioecology" / RSHU. Department of Ecology, Geography and Tourism. Rivne, 2018. - 75 p.

Master's work consists of four sections. In the first part, theoretical, the properties of silicon and its compounds in nature are considered, a characteristic of zeolite-smectite tuffs is given, including those that are found in the Rivne region, examples of their practical application are given and potential possibilities of their use in ecology, plant growing are analyzed, livestock, medicine, etc. Based on the current state of the problem, the main tasks of the master's study are formulated.

The second chapter describes the materials and methods of research used in the experiments of chemical reagents and equipment. The method of atomic absorption

spectroscopy is taken as the main method. The technique of physical and chemical modification of zeolites is described.

The experimental part of the work (Chapter 3) presents the results of studying strontium adsorption-desorption processes both on natural zeolites of the Berestovets quarry (Kostopil rn. of the Rivne region) and modified ones. It was determined that zeolites modified with sodium hydroxide and ferric hydroxide (III) are the most effective among the sorbents investigated with respect to Sr. The degree of adsorption of strontium cations for the first sorbent reaches a maximum of 82% after 300 hours of exposure, and for the second sorbent, 92% after 200 hours. Therefore, it is these sorbents, and not natural zeolites, that are most expedient for using to extract radioactive strontium from liquid radioactive waste, radioactively contaminated natural waters, etc. It is noted that the results obtained for non-radioactive isotopes of strontium can be legitimately extrapolated to ^{90}Sr .

In the "Conclusions" the main results of the research are formulated, the list of literary sources contains 70 titles, the main part of the work is presented in 67 pages, it contains 17 figures and 7 tables, some materials are listed in the annex.

Keywords: Zeolite tuffs, adsorption, desorption, strontium, radionuclides