

УДК 628.331

**Корчик Н. М., к.т.н., доцент, Буденкова Н. М., к.х.н., Пророк О. А., студент Ш к.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ СКЛАДУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ ПРИ КОНТАКТІ З МІНЕРАЛАМИ КРЕМНІЄМ ТА ЦЕОЛІТОМ**

**Представлено результати досліджень зміни складу водопровідної води при контакті зі складними силікатами.**

**Ключові слова:** питна вода, Кремній, цеоліти, складні силікати, йонообмінники.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я самопочуття людини на 80% залежать від чистоти питної води [1]. Якщо раніше мало задумувалися про те, що вода може бути небезпечною, то сьогодні питання отримання якісної води є дуже актуальним.

За результатами досліджень [2] встановлено, що воді притаманна пам'ять, тобто вона може запам'ятовувати, зберігати та передавати інформацію про речовини, з якими вона контактувала та їх властивостями.

Як показують дослідження японського вченого Масару Емото, що проводяться з початку 90-х років минулого століття, вода сприймає музику, співи, слова, мовлення, молитви, твори образотворчого мистецтва, написані і надруковані слова, текст тощо, реагує на них, їх вміст перш за все з позиції гармонії природи, духовності, добра любові. Дослідником зібрані переконливі, легкі на сприйняття докази такої реакції; вказується, що енерго-інформаційний стан води є основою для оцінки її якості і це особливо важливо для води, що призначена для питного використання. Всі інші, в тому числі і ті, що використовуються на сьогоднішній день при цьому стають додатковими. Багато дослідників вказують, що потрібно ґрунтовно переглянути вимоги до якості питної води, котра повинна бути здоровою – мати структурно-інформаційне налаштування на самооздоровлення організму.

В даний час розроблено багато різноманітних методів і технологій для покращення якості питної води (в тому числі фільтрування через шар сорбенту). Вказують, що обладнання, котре забезпечує ці методи є надпотужним з точки зору впливу на структуру води [3].

Для покращення якості води та надання їй певних лікувальних властивостей, рекомендують різноманітні мінерали, смолисті речовини,

природні глини тощо. Сьогодні населенню активно пропонують застосувати мінерал Кремній для покращення якості води. Причому реклама подає цей мінерал, як «панацею» від забруднень.

**В даній роботі були проведені** дослідження зміни складу та властивостей води, в результаті контакту з мінералом Кремнієм та цеолітом, склад яких відповідає складним силікатам.

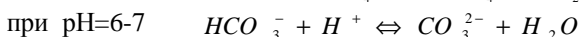
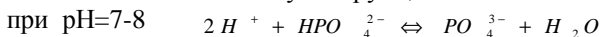
**Відомо, що загальний стан водної системи можливо охарактеризувати** показниками рН та Eh, що пов'язані з «основами» термодинаміки та відображають кислотно-основну та окисно-відновну рівноваги її компонентів. Тому вважаємо, що якісно енерго-інформаційний стан води можливо дослідити методом потенціометричного титрування [4].

Кисотно-основна рівновага водної системи, а також зміни співвідношення її форм, які здатні зв'язувати  $H^+$  або  $OH^-$ , дослідили методом потенціометричного титрування. При додаванні лужних або кислотних реагентів рН водної системи змінюється повільно, що зумовлено її буферною дією (гідрогенкарбонатами, гідрогенфосфатами, гідрогенсульфатами тощо). Для дослідження застосовувався комп'ютеризований лабораторний комплекс NOVA 5000.

Враховуючи діапазон дії окремих компонентів водної системи, титрування здійснювали в діапазоні рН=2,5-11. За отриманими даними будували криві потенціометричного титрування.

Точкам перегину кривих титрування відповідають рК відповідних сполук, їх більш точне значення добувають з першої форми диференціалу кривої титрування. За відповідним значенням рК можливо ідентифікувати відповідні сполуки, які виявляють кислотно-основні властивості в даному інтервалі рН.

Можна встановити наступні групи, які:



Їх максимальна дія (по відношенню до кислоти та лугу) проявляється в діапазоні рН = рК 1. При рН = 9-10 в водній системі переважає форма карбонату кальцію.

При даних значеннях рН починається кристалізація карбонату кальцію, а видалення компонентів у формі осадів значно зменшує енергію системи в цілому. Тому рівновага зміщуватиметься так само в цьому інтервалі.

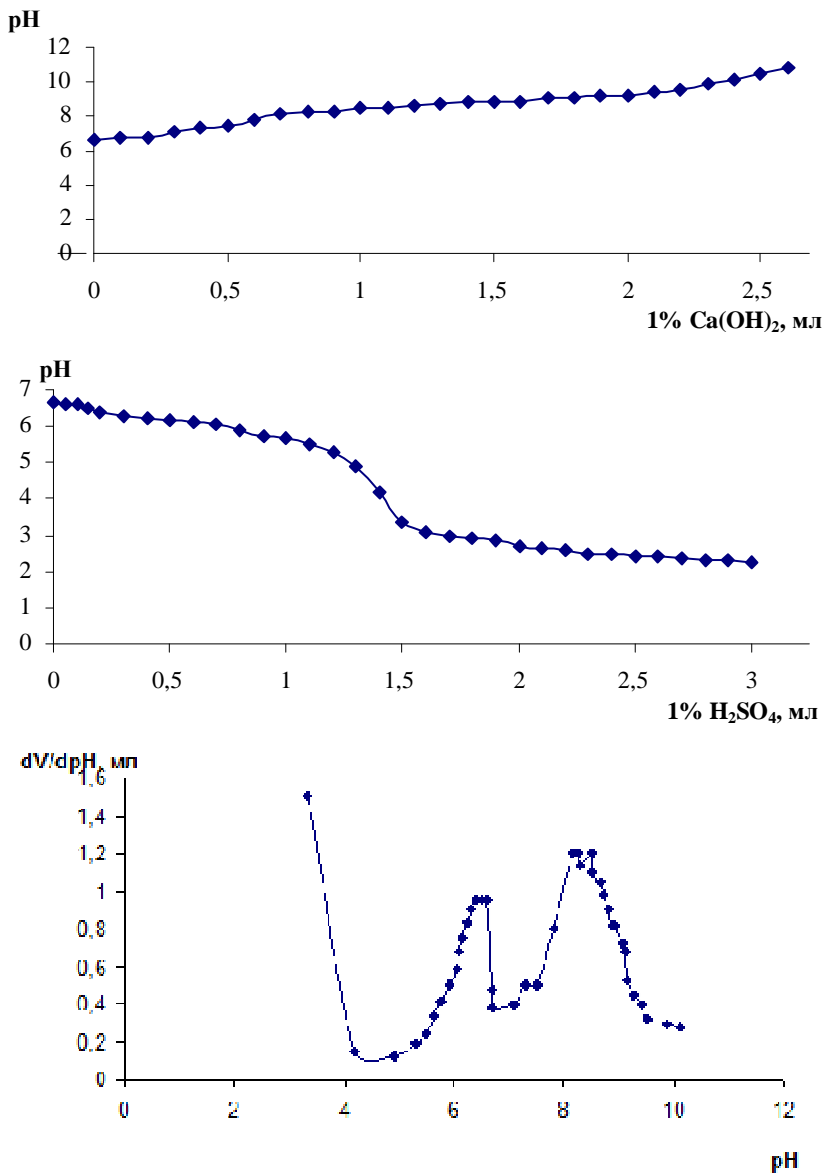


Рис. 1. Криві титрування водопровідної води  
(V води для титрування – 100 мл)

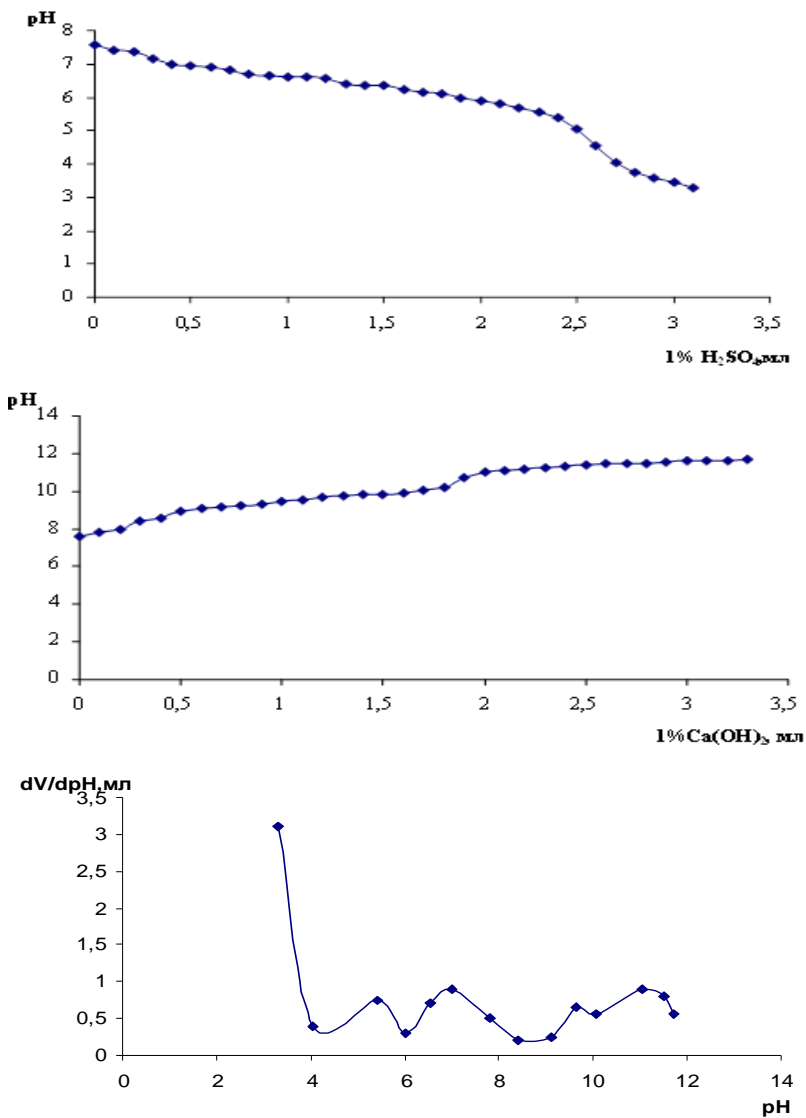


Рис. 2. Криві титрування водопровідної води, яка була в контакті з Кремнієм 1 добу ( $V$  води для титрування – 100 мл)

В результаті досліджень встановлено, що кількість хлоридів, сульфатів зменшується на 30%, Кальцію збільшується на 6-8%. Процеси, що відбуваються, можна пояснити на прикладі збагаченого кальцієм мінералу плагіоклази амортиту:

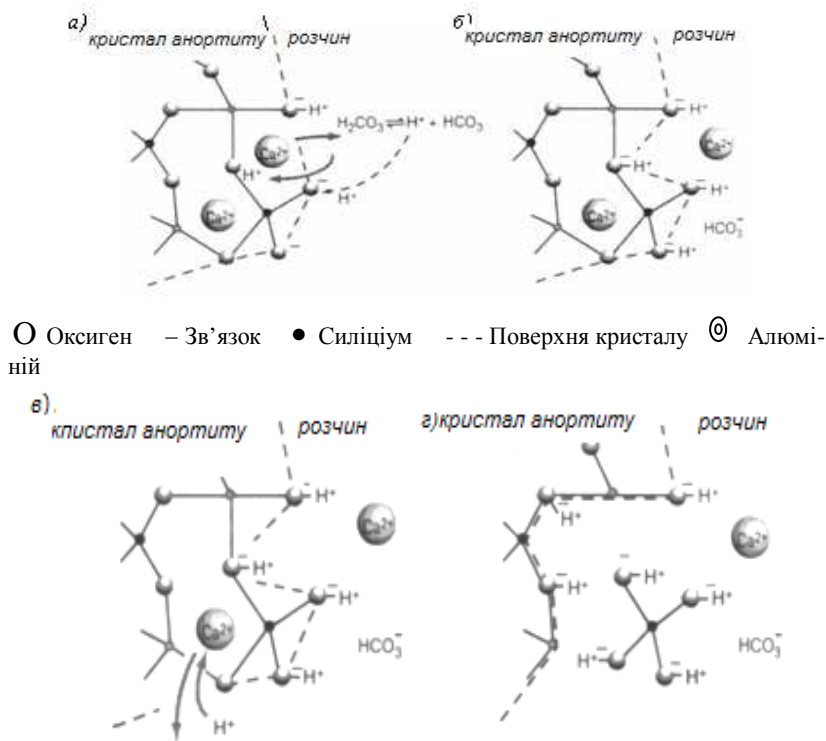


Рис. 3. Реакції вивітрювання на поверхні мінералу, склад якого відповідає складним силікатам: а – руйнування зв'язку протонуються йонами  $H^+$ , що дисоціюють від карбонатної кислоти, та пов'язаної йонним зв'язком  $Ca^{2+}$  вивільнюється в розчин; б – протонуюча решітка; в – подальший розрив йонних зв'язків викликає повне протонування кінцевого тетраедра; г – кінцевий тетраедр повністю переноситься в розчин як  $H_4SiO_4$

Тобто йонний зв'язок з  $Ca^{2+}$  і тетраедра  $SiO_4^{4-}$  легко руйнується, йони  $Ca^{2+}$  звільнюються в розчин. В результаті утворюються гідратований силікат з дефіцитом металу та розчин гідрогенкарбонату кальцію ( $Ca^{+2} + 2HCO_3^-$ ). Під час протікання реакції в межах тетраедричної сітки можуть розірватись зв'язки, що близькі до ковалентних. Тетра-

едична сітка є неміцною в місцях, де Алюміній заміщує силіцій, оскільки зв'язок Оксиген–Алюміній має йонний характер.

Продукт реакції, що вивільнюється в розчин –  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ . Замість силікатів, мінерал може поглинати хлориди, сульфати, що і пояснює їх зменшення в водній системі (розчині) [5].

В результаті досліджень води після контакту з мінералом цеолітом, вміст фосфатів збільшується в 2-2,5 разів та зменшується гідрогенкарбонатів на 10-15%.

**Цеоліти** – мінерали з групи водних алюмосилікатів лужних і лужноземельних елементів із структурним каркасом тетраедра, що включає порожнини, зайняті катіонами і молекулами води.

Загальним для всіх мінералів з групи цеолітів є наявність тривимірного алюмосиліційоксигенного каркасу, що створює системи порожнин і каналів, в яких розташовані лужні, лужноземельні катіони і молекули води. Катіони і молекули води слабо пов'язані з каркасом і можуть бути частково або повністю заміщені (видалені шляхом йонного обміну і дегідратції, причому оборотно, без руйнування каркасу цеоліту. Позбавлений води цеоліт є мікропористою кристалічною «губкою», об'єм пор в якій складає до 50% об'єму каркасу цеоліту. Така «губка», що має діаметр вхідних отворів від 0,3 до 1 нм (залежно від виду цеоліту) є високоактивним адсорбентом. Діаметр вхідних отворів «губки» має суворо певні розміри. У зв'язку з цим відбувається так званий молекулярно-ситовий відбір при сорбції молекул з газу в рідині. Властивості цеолітів дозволяють розділяти молекулярні суміші навіть в тих випадках, коли різниця в розмірах молекул складає 10-20 нм [6].

Йонообмінні властивості цеолітів визначаються особливостями хімічної спорідненості йонів з кристалічною структурою цеоліту. При цьому, також як і при адсорбції молекул, необхідна відповідність розмірів вхідних отворів в цеолітовий каркас і заміщаючих йонів. Йонним обміном на цеолітах вдається виділяти йони, вилучення яких іншим методом дуже складно. Йонноситовий ефект дозволяє адсорбувати з газових і рідких систем пари  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ . Встановлена здатність цеолітів адсорбувати радіоактивні йони цезію з розчинів, видаляти  $\text{NH}_4^+$  із стічних вод і водоймищ, витягувати йони  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Ag}$  та інших металів з промислових стічних вод, очищати природні гази. Ємкість поглинання цеолітів у 30 разів вища, ніж у йонообмінних смол [7].

Таким чином, природні мінерали, в тому числі цеоліт, Кремень, працюють, як йонообмінники.

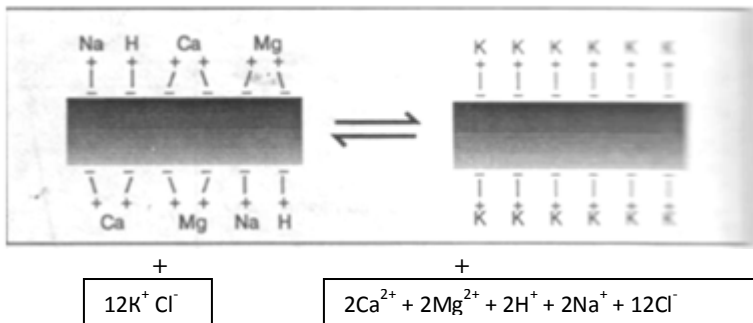


Рис. 4. Схематична діаграма, що показує йонну рівновагу на поверхні природного сорбенту. Йони калію з розчину обмінюються на інші катіони, що викликають зсув йонної рівноваги зліва направо

**В результаті досліджень встановлено**, що кількість хлоридів, сульфатів зменшується на 30%, Кальцію збільшується на 6-8%; після контакту з мінералом цеолітом вміст фосфатів у воді збільшується в 2-2,5 рази та зменшується вміст гідрогенкарбонатів на 10-15%. Збільшення вмісту Кальцію та фосфатів при контакті з рекламаними мінералами-сорбентами не сприяє покращенню якості води – зростає стала твердість води, за рахунок фосфатів, а отже, і ймовірність утворення «піску» у нирках споживача.

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / за ред. проф. Запільського А. К. – Київ : Лібра, 2000. – 365 с.
2. Великий Н. М. Силевит : новая эра в питьевом водообеспечении / Н. М. Великий // Міжнародний водний форум «AQUA UKRAINE-2008». – 2008. – С. 197.
3. Попов А. Е. Применение фильтранга FIPAN в питьевой водоподготовке / А. Е. Попов // Міжнародний водний форум «AQUA UKRAINE-2008». – 2008. – С. 167.
4. Рогов В. М. Электрoхимическая технология изменения свойств воды / В. М. Рогов, В. Л. Филипчук. – Львов : Выща школа, 1989. – 125 с.
5. Огнянова Р. К. Оценка сорбционного эффекта материалов для удаления железа, марганца и хлора из природных вод / Р. К. Огнянова // Міжнародний водний форум «AQUA UKRAINE-2008». – 2008. – С. 138-143.
6. Маслякевич Я. В. Звіт про пошукові роботи на цеоліти, проведених Закарпатською геологічною експертизою в 1973-1974 рр. в Солотвинській впадині Закарпатської області УССР, м. Берегово / Я. В. Маслякевич, В. В. Висоцький. – 1974. – Т. 1. – 117 с.
7. Когановский А. М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод / А. М. Когановский. – Киев : Наук. думка, 1983. – 240 с.

Рецензент: к.т.н., професор Яцков М. В. (НУВГП)

**Korchyk N. M., Candidate of Engineering, Associate Professor, Budenkova N. M., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Prorok O. A., Senior Student** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

### **RESEARCH CHANGES IN STRUCTURE AND PROPERTIES OF WATER IN CONTACT WITH THE MINERAL SILICA AND ZEOLITE**

**The article presents the results of running water changes with contacting with compound silicates.**

**Keywords: drinking water, Silicium, zeolites, complex silicates, ionexchangers.**

---

**Корчик Н. М., к.т.н., доцент, Буденкова Н. М., к.х.н., доцент, Пророк О. А., студент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ ВОДЫ ПРИ КОНТАКТЕ С МИНЕРАЛАМИ КРЕМНИЕМ И ЦЕОЛИТОМ**

**Представлены результаты исследования изменения состава водопроводной воды при контакте со сложными силикатами.**

**Ключевые слова: питьевая вода, Кремний, цеолиты, сложные силикаты, ионообменники.**