

УДК 666.641

КЕРАМІЧНІ МІНЕРАЛІЗАТОРИ ДЛЯ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПОБУТОВОЇ ПИТНОЇ ВОДИ

Бардакова Ксенія Володимирівна,

учениця 9-А класу,

Масальський Юрій Вікторович,

учитель хімії,

Комунальний заклад «Харківський ліцей №2 Харківської міської ради»,

Фесенко Олексій Ігорович,

кандидат технічних наук, старший викладач кафедри хімії та інтегрованих технологій

Зайцева Інна Сергіївна,

кандидат хімічних наук, доцентка, доцентка кафедри хімії та інтегрованих технологій

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

Oleksii.Fesenko@kname.edu.ua

Не зважаючи на те, що понад 70 % площі планети вкриті водою, лише незначна її частина придатна до використання, як для вирішення побутових завдань, так і для промислового використання [1]. Використання солоної чи забрудненої води до промислових апаратів може призвести до їх скорішого руйнування, а її використання у сільсько-господарському секторі – до втрати культур. У більшості промислово розвинутих країн світу найбільшими споживачами прісної води є промисловість, сільське та домогосподарства. Саме остання група виставляє найвищі вимоги щодо якості прісної води. Адже вона має критичне значення для забезпечення нормальної життєдіяльності нашого організму. Це підтверджується тим, що кожна достатньо розвинута держава висуває свої, достатньо жорсткі вимоги до якості питної води.

Питна та побутова вода, що використовується для задоволення потреб населення повинна бути якісною, тобто вона повинна відповідати встановленим державою та міжнародною спільнотою вимогам. У загальному випадку вона не повинна містити хімічних чи механічних забруднюючих речовин, радіонуклідів, шкідливих бактерій чи вірусів та повинна мати відповідні органолептичні властивості. В Україні вимоги до якості питної побутової води регулюються рядом документів (державні санітарні правила та норми): «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [2], «Влаштування та утримання колодязів і каптажів джерел, що використовуються для централізованого господарсько-питного водопостачання» [3], «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» [4] та ін.

Сама по собі вода, за дотримання добових норм її споживання, не може принести шкоди організму. Проте більша частина води, яка поступає до наших осель є забрудненою домішками, які не тільки змінюють її смак, а й можуть чинити негативний вплив на наше здоров'я та самопочуття. Природна вода з колодязів, свердловин, річок чи озер може містити велику кількість забрудників, зокрема: механічні домішки, нітрати та нітроти, важкі метали, надлишкові солі, органічні сполуки, бактерії та віруси, тощо. Вода ж із систем водопостачання міст відзначається високим вмістом хлору, заліза та інших важких металів, що обумовлено значним зносом систем водопостачання. Окрім цього, постійні обстріли та агресія країни-сусіда призводить до руйнації очисних споруд, сталих водних екосистем та значного забруднення водних ресурсів України. У світі існують ряд регіонів, у яких відсутні достатні об'єми прісної питної води та централізоване водопостачання придатної до щоденного вживання води.

Ефективним рішенням цієї проблеми стало встановлення побутових фільтраційних систем. Серед їх значного різноманіття найбільшого поширення набули системи зворотного осмосу, здатні ефективно очищати воду від важких металів, розчинних солей вірусів та мікроорганізмів. Проте, через високу ефективність роботи вода після очистки має вкрай низький солевміст 15–20 мг/л та згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [2] потребує домінералізації (збільшення вмісту солей до 200 мг/л). Усі мінералізатори призначені для систем зворотного осмосу за матеріалами, які у них використовуються, можна розділити на 2 групи: сольові – формована (брикетована, пресована тощо) суміш розчинних солей та мінеральні – суміш природних мінералів. Незважаючи на їх широке практичне використання у побутових системах очистки води кожен із цих видів має суттєві недоліки: сольові мінералізатори – мають короткий термін використання та нерівномірну швидкість розчинення, що впливає на солевміст, а мінеральні – важко контрольований рівень вивільнення іонів, через змінний склад.

Саме тому актуальним завданням є розробка керамічних мінералізаторів пролонгованої дії на основі вітчизняної невартисної природної сировини.

Метою роботи є визначення факторів, що впливають на процес мінералізації води керамічними мінералізаторами.

Для проведення досліджень було обрано матеріал розроблений групою вчених кафедри хімії та інтегрованих технологій ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. За результатами попередніх досліджень авторів [5, 6] було встановлено оптимальний склад керамічних матеріалів та температурно-часові параметри їх синтезу.

Для перших дослідних мас авторами було використано наступні сировинні компоненти: глина Артемівська (60–65 мас. %), польвошпатова

сировина ПШС-16 (10–15 мас. %), крейда (10–15 мас. %), 7-водний сульфат магнію (2–5 мас. %) та фторид кальцію (2–5 мас. %). Проте, через ведення активних бойових дій на сході та півдні України, частина родовищ природної сировини є недоступною, тому було проведено літературний пошук та змінено шихтовий склад матеріалів. Методом екструзії сформовано циліндричні мінералізатори довжиною близько 10 мм та діаметром 4 мм (рис. 1). Зразки висушували та випалювали за раніше встановленими режимами [5, 6].

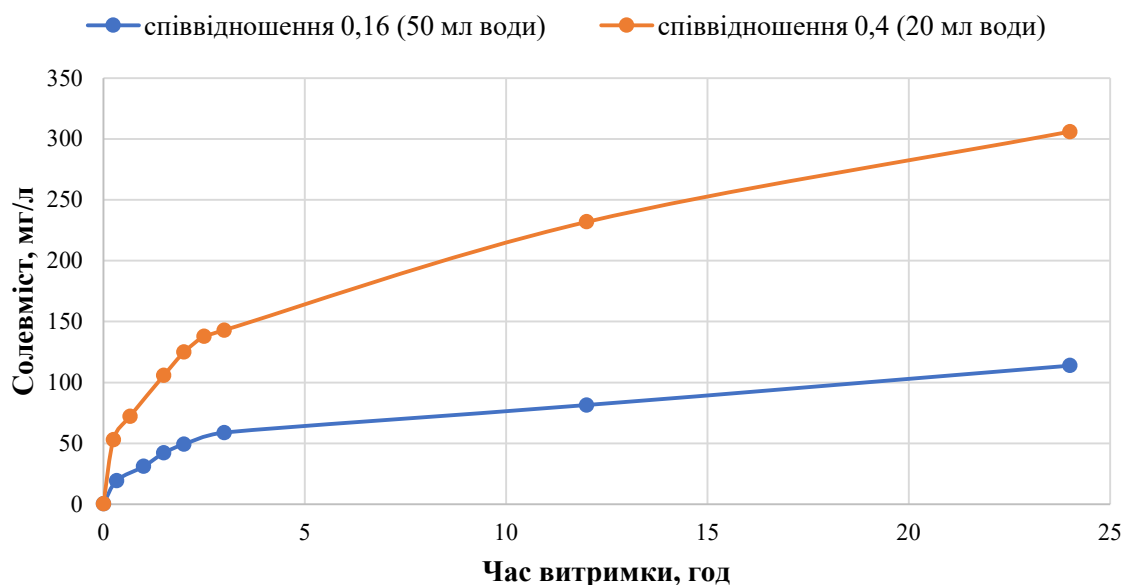


Рисунок 1. Залежність зміну солемісту у розчинах після витримки з мінералізатором

Зроблено припущення, що одним із визначальних факторів, що має значний вплив на рівень мінералізації води, є співвідношення площі контакту до об'єму рідини. Із метою його підтвердження чи спростування було проведено визначення зміни солемісту у воді при його витримці у контактi із мінералізаторами при різному співвідношенні.

Для дослідних розчинів вимірювали солеміст (рис. 1), рН та електропровідність (рис. 2.) після 1–24 годин витримки. Перед проведенням дослідів дослідні зразки промивали у дистильованій воді впродовж 5 хвилин з використанням магнітної мішалки моделювання умов першого пуску системи та усунення із зовнішньої поверхні зразків вільних (крихких) часток та солей.

Перед проведенням вимірювання показників розчинів розчин пропускали через фільтрувальний папір, а після – повертали до склянки. Збереження дослідного розчину, а не його заміна на чисту дистильовану воду була обрана з метою визначення граничної рівноважної концентрації солі, яка не повинна перевищувати допустиме значення 500 мг/л [2].

Для обох дослідних проб у перші дві години витримки спостерігається інтенсивне збільшення солемісту, яке із наближенням розчину до рівноважного стану сповільнюється. Ці дані корелюють із попередніми даними авторів матеріалу [5, 6].

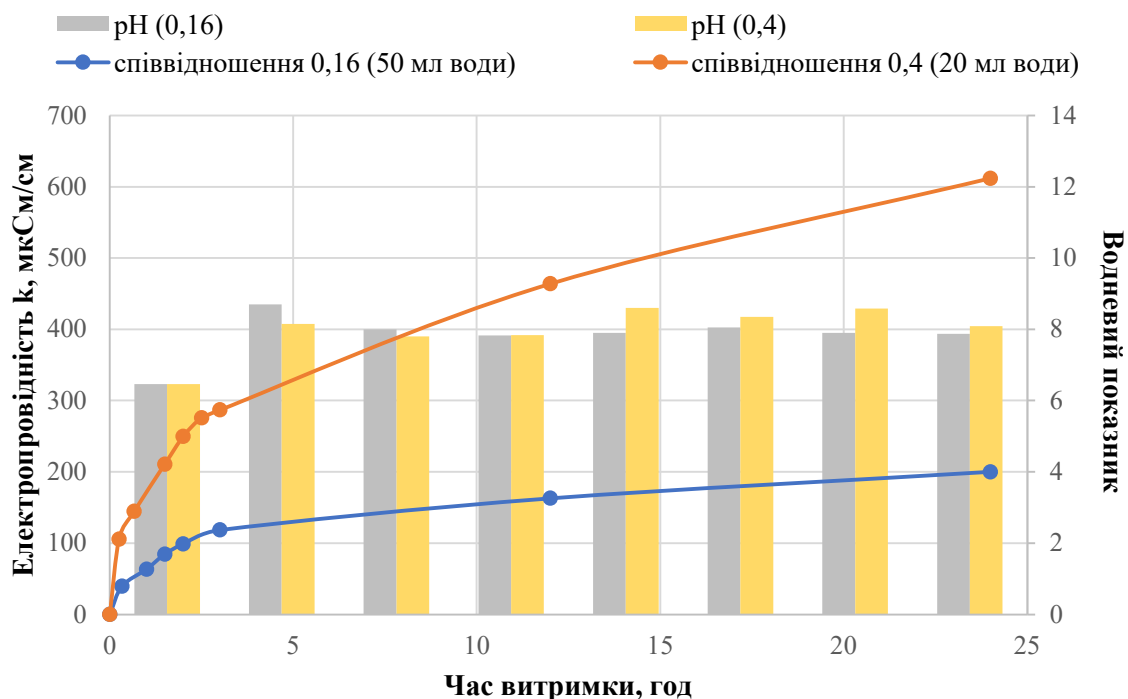


Рисунок 2 Залежність електропровідності розчинів та значень їх рН від часу витримки з мінералізатором

Незважаючи на подібність зміни характеру солемісту між двома залежностями є суттєва відмінність: при збільшенні вказаного співвідношення до 0,4 см²/мл спостерігається більш інтенсивне зростання солемісту, яке досягає мінімального для використання у якості питної повсякденної води значення 200 мг/л вже після 7х годин витримки, тоді як розчин із співвідношенням 0,16 см²/мл не досягає його і через 24 години витримки.

Аналогічну форму має залежність електропровідності води від часу експозиції (рис. 2), що підтверджує правильність одержаних результатів.

Аналізуючи зміну рН одержаних розчинів можна визначити, що вказане співвідношення не чинить суттєвого впливу на значення рН розчинів (рис. 2). Впродовж перших 30 хвилин витримки спостерігається інтенсивне зростання рН від 6,46 (дистильована вода) до 8,15–8,70 через інтенсивний процес виходу іонів. Вже через годину витримки значення рН стабілізуються і зберігаються на рівні близько 8 одиниць. Окремим дослідженням було визначено рН розчинів через 72–96 години витримки, який складає 7,72–7,87. Незначне зменшення значень рН відбувається за рахунок контакту води з вуглекислим газом з повітря.

Одержані результати досліджень (рис. 1, рис. 2) дозволили підтвердити запропоновану теорію про суттєвий вплив співвідношення площі поверхні мінералізатора до об'єму води, що є одним із факторів ефективності процесу мінералізації питної води після очистки у системі зворотного осмосу.

На основі одержаних результатів можна припустити, що при промислового одержанні мінералізаторів на основі розроблених керамічних матеріалів, вказане співвідношення повинно максимально наближатися до одиниці. Це може бути досягнуто за рахунок більшої щільної упаковки часток мінералізатора у катриджі. Одержані матеріали є перспективними у розробці керамічних мінералізаторів для систем зворотного осмосу та рекомендовані до подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. World Water Week. Seeing the Unseen: The Value of Water. URL: <https://www.worldwaterweek.org/> (дата звернення: 05.09.2023)

2. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №400 від 12.05.2010 Про затвердження державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 09.09.2023)

3. Закон України про питну воду та питне водопостачання від 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text> (дата звернення: 09.09.2023)

4. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 383 від 23.12.1996 про затвердження державних санітарних правил і норм «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0136-97#Text> (дата звернення: 10.09.2023)

5. Воронов Г.К., Єфімова А.В., Зайцева І.С., Пилипенко О.І., Фесенко О.І., Шаповал В.М. Мінералізація води керамічним мінералізатором. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 100-річчю ХНУМГ ім. О.М. Бекетова «Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій», 7 червня 2022 р., м. Харків. с. 28–29.

6. Воронов Г.К., Єфімова А.В., Фесенко О.І., Зайцева І.С., Саввова О.В. Композиційні керамічні матеріали для виготовлення мінералізаторів питної води. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 100-річчю ХНУМГ ім. О.М. Бекетова «Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій», 7 червня 2022 р., м. Харків. с. 70–71.