

СТАБІЛЬНІСТЬ ПРИРОДНИХ ВОД З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ М. ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено стабільність природних вод з різних джерел м. Вінниці. Встановлено, що вода із більшості джерел питного водопостачання м. Вінниці є стабільною. Агресивною є вода отримана з талого снігу. Показано, що джерельна, озерна та артезіанська води є нестабільними. Виявлено, що питна вода відібрана з артезіанських свердловин має перевищення допустимого значення загальної лужності.

Ключові слова: природна вода, лужність води, стабільність та агресивність води.

Abstract

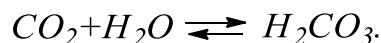
The stability of natural waters from different sources of the city of Vinnytsia is investigated. It was established that water from most sources of drinking water supply in Vinnytsia is stable. Aggressive is the water obtained from melting snow. It is shown that spring, lake and artesian water are unstable. It was found that drinking water selected from artesian wells has an excess of the admissible value of total alkalinity.

Keywords: natural water, alkalinity of water, stability and aggressiveness of water.

Вступ

Воду називають стабільною, якщо під час контактування з бетонними і металевими поверхнями вона не змінює свого хімічного складу. Згідно з Державним стандартом [1], стабільною вважають воду, яка не розчиняє кальцій карбонат і з якої він не виділяється. Найчастіше причиною нестабільності води щодо бетону є агресивний карбон(IV) оксид [2-5].

При взаємодії карбон (IV) оксиду з водою утворюється слабка й нестійка двохосновна карбонатна кислота:

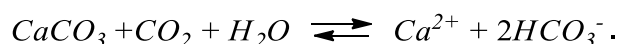


Рівновага цієї реакції зміщена вліво, тому що більша частина розчиненого вуглекислого газу перебуває у вигляді молекул CO_2 , а не H_2CO_3 . У природних водах карбонатна кислота присутня в таких формах: дуже незначна кількість молекул H_2CO_3 ; розчинений CO_2 ; йони HCO_3^- та CO_3^{2-} . Між різними формами карбонатної кислоти існує динамічна рівновага:



Наявність тієї або іншої форми визначається значенням pH природної води. При цьому відрізняють вільну карбонатну кислоту ($CO_2 + H_2CO_3$) і зв'язану (HCO_3^- , CO_3^{2-}). Частина вільної карбонатної кислоти, яка знаходиться в стані рівноваги з йонами HCO_3^- , називається рівноважною. Якщо кількість вільної карбонатної кислоти точно відповідає її рівноважній концентрації, то таку воду називають стабільною [4, 5].

При контакті води, яка містить вільну карбонатну кислоту, з кальцій карбонатом встановлюється рівновага:



Якщо концентрація вільної карбонатної кислоти в досліджуваній воді менша за концентрацію рівноважної кислоти $[CO_2]_{\text{дослід.}} < [CO_2]_{\text{рівн.}}$, то рівновага буде зміщуватися вліво, що призведе до утворення осаду $CaCO_3$. Така вода називається нестабільною [4, 5].

Якщо $[CO_2]_{\text{дослід.}} > [CO_2]_{\text{рівн.}}$, то рівновага буде зміщуватися вправо, що призведе до розчинення $CaCO_3$. Така вода називається агресивною. Агресивні води, що містять агресивну вільну карбонатну кислоту, спричиняють не менше ускладнень ніж води, які схильні до утворення карбонатних відкладень (нестабільні води) [4, 5].

Отже, визначення стабільності як природних, так і промислових вод з метою оцінки й прогнозування їх корозійно-накипних властивостей має велике практичне значення. Оскільки, стабільність один із дуже важливих технологічних показників природних вод.

Результати дослідження

Метою даної роботи є дослідження стабільності зразків природних вод відібраних з різних джерел м. Вінниці за величиною зміни їх загальної лужності при насиченні кальцій карбонатом.

Для цього в лютому 2019 року відібрано 9 зразків природних вод з різних джерел, які можна розділити на 7 видів: снігова, кринична, артезіанська, водопровідна централізованого водопостачання, джерельна, озерна, з пунктів розливу.

Для встановлення показника стабільності природних вод експериментально визначали загальну лужність досліджуваної води до і після насичення її кальцій карбонатом. Визначення проводили безпосередньо після відбору зразків води, не пізніше ніж через 24 години. Загальну лужність води визначали методом титрування зразка природної води розчином хлоридної кислоти у присутності метилоранжу за методикою наведеною у роботі [5]. Паралельно досліджувану природну воду насичували роздрібленим кальцій карбонатом, для цього поміщали її в апарат для струшування на 40 хв для встановлення рівноваги. Після цього воду фільтрували і визначали загальну лужність методом титрування.

Показник стабільності відібраних зразків природних вод розраховували на основі експериментальних даних про зміну загальної лужності води при насиченні її кальцій карбонатом за формулою:

$$C = \frac{L_0}{L_{нас.}}$$

де L_0 – загальна лужність досліджуваної води, ммоль/л;

$L_{нас.}$ – загальна лужність тієї ж води, насиченої кальцій карбонатом, ммоль/л.

За умови $C = 1$, вода є стабільною; $C > 1$ – вода нестабільна; $C < 1$ – вода агресивна.

Отримані експериментальні та розрахункові дані подано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати дослідження стабільності природних вод м. Вінниці

№ зразка	Вид природної води	Місце відбору зразка, вулиця	L_0 , ммоль/л	$L_{нас.}$, ммоль/л	Показник стабільності	Оцінка стабільності води
1	Снігова	Воїнів-Інтернаціоналістів, 7	0,85	1,55	0,55	Агресивна
2	Снігова	Воїнів-Інтернаціоналістів, 3	0,70	1,70	0,41	Агресивна
3	Артезіанська	Барське шосе, 101	8,65	8,40	1,03	Стабільна
4	Кринична	Хмельницьке шосе, 90	6,20	6,30	0,98	Стабільна
5	Артезіанська	Келецька, 122	7,6	6,30	1,20	Нестабільна
6	Джерельна	Келецька, 1176	6,55	5,24	1,25	Нестабільна
7	Артезіанська «Долина плюс»	Воїнів-Інтернаціоналістів, 9а	5,25	5,75	0,91	Стабільна
8	Водопровідна	Хмельницьке шосе, 95	6,45	6,30	1,02	Стабільна
9	Озерна	Келецька, 100	7,70	5,42	1,42	Нестабільна

Дослідження показали, що із дев'яти відібраних зразків природної води стабільною є лише питна вода із чотирьох джерел, а саме водопровідна вода централізованого водопостачання, розливна вода артезіанська «Долина плюс» та кринична і артезіанська води (зразки № 3, 4).

Як видно з наведених даних (табл.1), агресивною виявилась вода отримана з талого снігу, який був відібраний для дослідження в місцях посипання тротуарів піщано-сольовою сумішшю (зразки № 1 та 2). Така вода містить агресивну вільну карбонатну кислоту, і при контакті з бетоном вона буде викликати його руйнування внаслідок розчинення карбонатних компонентів. У трубопроводах і теплообмінних апаратах така вода буде розчиняти захисну карбонатну плівку, а також спричинити корозію металу [4, 5].

Встановлено, що джерельна, озерна а також артезіанська води на вул. Келецькій, 122 (зразки № 5, 6, 9) є нестабільними, оскільки показник стабільності таких вод знаходиться в інтервалі 1,20-1,42, тобто більше одиниці. Така вода здатна до відкладання кальцій карбонату і буде сприяти забиванню

трубопроводів, протіканню кислотної корозії бетону та електрохімічній корозії сталі при нерівномірній аерації [4, 5].

Слід також відмітити, що не всі зразки питної води (№ 3-8) за показником загальної лужності (L_0) відповідають Державним санітарним нормам та правилам, які рекомендовані «Гігієнічними вимогами до води питної, призначеної для споживання людиною» [1]. Лужність не входить до числа жорстко обмежених за своїм значенням показників якості води. Однак, для фізіологічно повноцінної води ДержСанПіН України [1] рекомендує показник загальної лужності в інтервалі 0,5-6,5 ммоль/л. Як видно з наведених даних (табл.1), зразки води № 3 та 5 відібрані з артезіанських свердловин мають в 1,3-1,4 рази перевищення допустимих значень лужності, тобто така питна вода не є фізіологічно повноцінною, а її постійне вживання та використання для приготування їжі, за даними дослідників [6] може призвести до захворювань людей. Що стосується аналізу зразків води № 4, 6-8, то за показником загальної лужності, така вода відповідає гігієнічними вимогами до питної води [1].

Висновки

На основі проведеного дослідження встановлено, що вода із більшості джерел питного водопостачання м. Вінниці є стабільною. Агресивною виявилась вода отримана з талого снігу, який був відібраний для дослідження в місцях посипання тротуарів піщано-сольовою сумішшю. Показано також, що джерельна, озерна та артезіанська води є нестабільними. Виявлено, що питна вода відібрана з артезіанських свердловин має в 1,3-1,4 рази перевищення допустимих значень загальної лужності і є фізіологічно неповноцінною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною // Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 р., №400. – 126 с.
2. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
3. Тугай А. М. Водопостачання: Підручник / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
4. Методичні вказівки та інструкція. Визначення форм карбону(IV) оксиду і стабільності природних вод. Уклад.: В. Т. Яворський, Л. В. Савчук, З. О. Знак, Р. Р. Оленич. – Львів: «Львівська політехніка», 2014. – 19с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Хімія води» / Уклад.: Т. Д. Панайотова, І. С. Зайцева. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 87 с.
6. Рудько Г. І. Вступ до медичної геології / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – К.: Академекспрес, 2010. –Т.2. – С. 110-116.

Новосельцева Вероніка Русланівна – студ. групи ТЗД-176, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет. E-mail: novoselceva2000@gmail.com;

Олександр Сергійович Урсул – студ. групи 1Е-156, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет;

Євсєєва Марія Василівна – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет. E-mail: evseevamv359@gmail.com

Veronika R. Novoselceva – student, Institute of Environmental Safety and Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: novoselceva2000@gmail.com;

Oleksandr S. Ursul – student, Faculty of Electrical Energy and Power Mechanics, Vinnytsia National Technical University.

Maria V. Evseeva – Candidate of Chemical Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: evseevamv359@gmail.com