

УДК 628.16

Квартенко О. М., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Сафонов Р. В., заступник начальника** (Головне управління Держсанепідслужби у Рівненській області)

АНАЛІЗ СТУПЕНЯ АГРЕСИВНОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Відображена актуальність врахування індексів стабільності води при проектуванні та експлуатації водопровідних мереж. Наведено моніторинг зміни агресивності підземних вод в районах Рівненської області.

Ключові слова: стабілізаційна обробки води, індекси стабільності, методи стабілізаційної обробки.

Під час експлуатації систем господарсько-питного водопостачання значну увагу слід приділяти значенню індексів насичення, які характеризують умови стабільності води. Для оцінки впливу стабільності води на процеси корозії та інкрустації використовують наступні індекси: «індекс насичення» – індекс Ланжельє [1]:

$$I_L = pH - pH_s, \quad (1)$$

де pH_s – це рН рівноважного розчину, насиченого карбонатом кальцію;

Для розрахунку pH_s І.Е.Апельциним складена номограма [1], за якою pH_s визначається як функція температури $f_1(t)$, вмісту кальцію $f_2(Ca^{2+})$, величини лужності $f_3(Ш)$ і загального солевмісту $f_4(p)$:

$$pH_s = f_1(t) - f_2(Ca^{2+}) - f_3(Ш) + f_4(p). \quad (2)$$

При $I_L > 0$ на стінках трубопроводів починається відкладення карбонату кальцію. При $I_L < 0$ виключається можливість утворення на стінках металевих або чавунних труб захисної карбонатної плівки.

Відсутність захисної плівки обумовлює контакт металу з водою, а при наявності у воді, яка транспортується, розчинного кисню відбувається корозія стінок трубопроводів. Стабільна вода повинна мати індекс насичення $I_L \approx 0$.

Оскільки співвідношення параметрів величин pH – лужність у підземних водах більшості водозаборів (табл. 1) знаходиться в області вільної вуглекислоти, що перешкоджає утворенню захисного шару на

внутрішній поверхні трубопроводів, то на цих водозаборах, поряд з комплексом водопідготовки, необхідно проводити і ряд заходів щодо її стабілізаційної обробки. Що підтвердилось у розрахованих нами критеріях стабільності води (табл. 1).

Таблиця 1
Характеристика параметрів якості підземних вод деяких водозаборів Рівненської області

Назва водозабора	Параметри якості води					
	pH	Лужність, мг-екв/л	Аміак, мг/л	Fe, мг/л	I_L	I_R
Рівненська область						
м. Березне	7,3	2,0...3,8	до 0,5	1,6...2,73	-0,34	8,28
с. Балашівка	6,4...6,5	1,4...1,6	до 0,5	4,8...8,5	-1,67	10
сміт Рокитне	6,0	0,9...1,4	до 1,0	15...21	-2,4	10,8
м. Костопіль	7,1	1,76	не визн.	5,0	-1,08	9,26
с. Старе Село	7,1	4,5...5,0	1,5...3	2,5...3,4	-0,29	7,67
сміт Мізоч	7,1	7,6	0,14	17,5	-0,12	7,34
сміт Зарічне	7,1	1,55...2,0	не визн.	7,8...9,0	-0,52	8,14

Крім розрахунків корозійної активності за індексом Ланжельє, нами були проведені розрахунки за індексом стабільності Різнера, який характеризує ступінь агресивності водних розчинів безпосередньо до металевих конструкцій (табл. 2) і визначається за формулою:

$$I_R = 2pH_s - pH \cdot \quad (3)$$

Таблиця 2
Характеристика води за індексом Різнера [2]

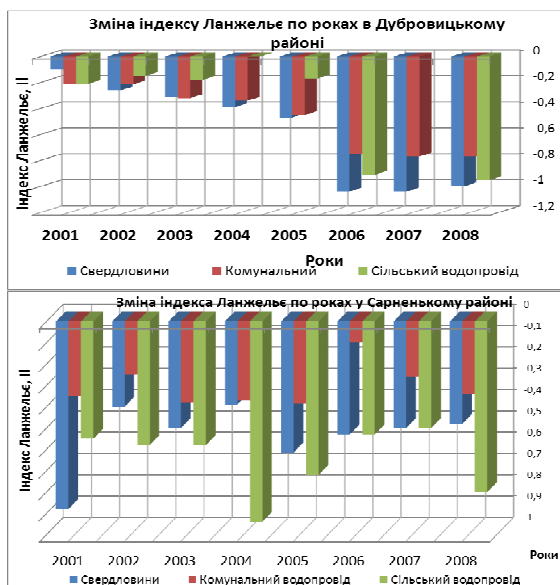
Величина індекса Різнера	Характеристика води по відношенню до металу
4-5	Інтенсивне карбонатне відкладення
5-6	Слабке карбонатне відкладення
6-7	Близька до рівноваги
7-7,5	Слабка корозія
7,5-8,5	Інтенсивна корозія
>8,5	Недопустима корозія

Проведений розрахунок індексів стабільності води за Різнером у 20 населених пунктах, дозволив отримати наступну діаграму карт якості води по цьому регіону рис. 1.



Рис. 1. Діаграма корозійної активності підземних вод Північних районів Рівненської області

Сумісні дослідження агресивності підземних вод даного регіону проведені гідрохімічною лабораторією кафедри ВВБС НУВГП та фізико-хімічною лабораторією Рівненської обласної санепідстанції, дали можливість провести моніторинг даного питання по всім районам області в період з 2001 по 2008 роки (рис. 2), результати досліджень в період з 2009–2014 роки плануються до обговорення в наступній роботі.



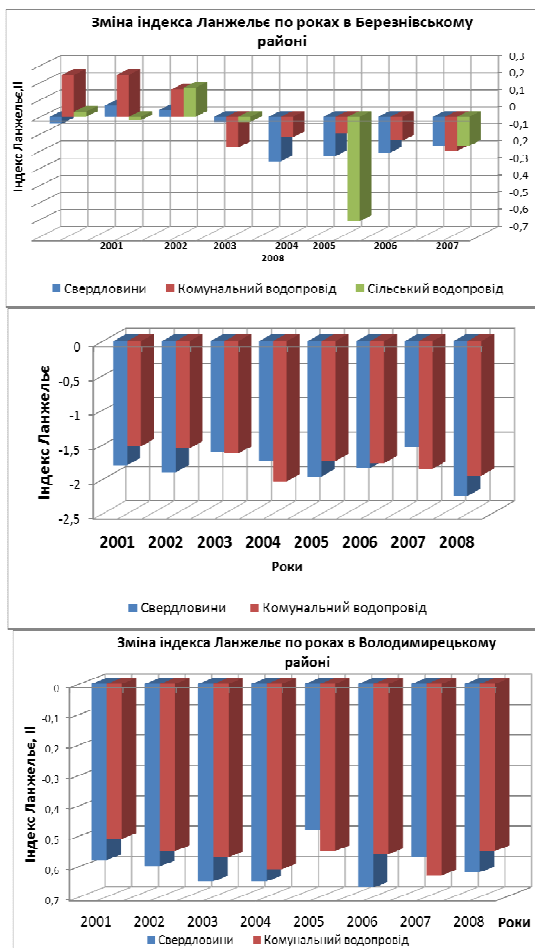


Рис. 2. Зміна індексів стабільності в північних районах Рівненської області розрахованих за методом Ланжельє

Як видно із наведених даних моніторингу, підземні води даного регіону за індексом Ланжельє слід віднести до наступних категорій агресивності: від легкого ступеня корозії ($I_L = -0,5$) у Березнівському та Володимирецькому районах, тенденції до корозії ($I_L = -1,0$) у Дубровицькому та Сарненському районах до дуже високого ступеню корозії ($I_L > -2,0$) у Рокитнівському районі. Причому, як видно із наведених даних, спостерігається збільшення агресивності підземних вод із часом

(рис. 2).

Базуючись на повному фізико-хімічному аналізі параметрів якості підземних вод у зазначеному регіоні в період з 2001 по 2014 роки, нами були виявлені причини підвищення ступеня їх агресивності. Так, найбільші зміни ступенів агресивності в зазначений період спостерігалися у Дубровицькому районі (з -0,15 до -0,8(-1,0) одиниць індексу Ланжелє). Це знайшло пояснення при дослідженні зміни таких параметрів води як *pH*, лужність, вміст катіонів кальцію (рис. 3–5), які входять у розрахунок величини *pH_s* – рівноважного насичення води карбонатом кальцію. По-перше видно, що в період з 2001 по 2008 роки відбувалася зміна кислотності води (з 7,55 у 2001 році до 6,8–7,0 у 2008), тобто від нейтрального стану в бік слабо кислого розчину (рис. 3).

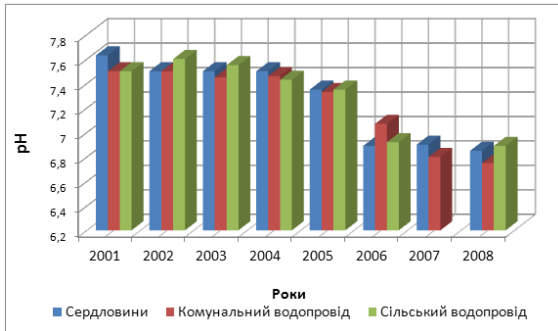
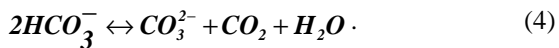


Рис. 3. Дінаміка зміни *pH* підземних вод Дубровицького району

Якщо при $pH=7,5$ співвідношення бікарбонатних іонів (HCO_3^-) та вільного діоксиду вуглецю (CO_2 вільне) становить 90% на 10%, то при $pH=7,0$ це співвідношення складає 80% на 20%. Тобто у підземних водах збільшується частка не тільки вільного, але й агресивного діоксиду вуглецю (CO_2 агр).

Так у 2001 році підземні води Дубровицького району практично не містили агресивного діоксиду вуглецю, тоді як вже у 2008 році концентрація агресивного діоксиду вуглецю збільшилася до 30 мг/дм^3 . Це викликає порушення динамічної рівноваги у водному розчині між різними формами вугільної кислоти:



В нашому випадку, кількість вуглекислоти, яка знаходиться у розчині перевищує рівноважну концентрацію у три рази, надлишок CO_2

вступає в реакцію з твердим карбонатом кальцію і викликає його розчинення:



Тобто відбувається руйнування захисної карбонатної плівки як на стінках металевих водоводів, так і в розподільчій водопровідній мережі з подальшим проходженням корозійних процесів.

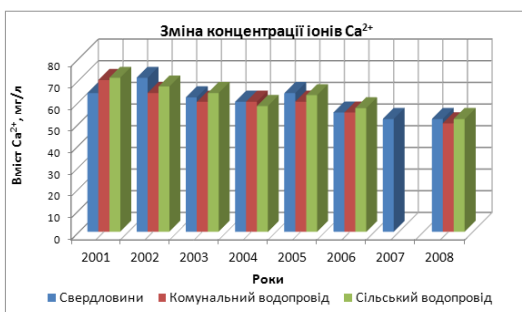


Рис. 4. Динаміка зміни іонів Ca²⁺ підземних вод Дубровицького району



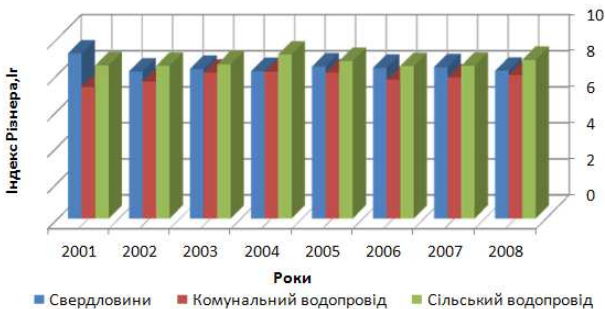
Рис. 5. Динаміка зміни лужності в підземних водах Дубровицького району

Крім визначення параметрів індексу Ланжелє, нами були проведені розрахунки стабільності води по відношенню до металевих поверхонь за індексом Різнера (рис. 6).

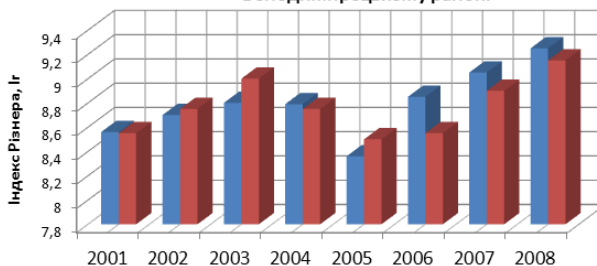
Зміна індекса стабільності Різнера по роках в Березнівському районі



Зміна індекса стабільності Різнера по роках в Сарненському районі



Зміна індексу стабільності Різнера по роках в Володимирецькому районі



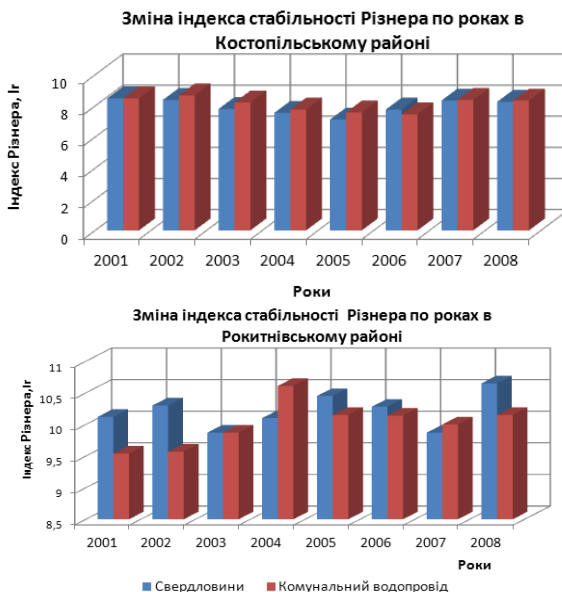


Рис. 6. Зміна індексів стабільності за методом Різнера в північних районах Рівненської області

Як видно із наведених діаграм, підземні води у досліджуваному регіоні мають підвищену корозійну активність по відношенню до металевих поверхонь, зокрема до внутрішніх поверхонь чавунних та сталевих трубопроводів.

Так, підземні води Березнівського, Костопільського та Сарненського районів за ступенем агресивності відносяться до вод з інтенсивною корозією, а води на яких ґрунтується водопостачання Володимирецького та Рокитнівського районів – до вод з недопустимим ступенем корозії.

Такі води небезпечні не тільки в санітарно-гігієнічному, але і в технічному питанні. Повторне забруднення води продуктами корозії призводить до погіршення якості води, підвищення каламутності, кольоровості, вмісту гідроксиду заліза, неприємних присмаків та запахів, а також при транспортуванні такої агресивної води відбувається інтенсивний процес корозії внутрішньої поверхні водогонів і, як наслідок пориви трубопроводів.

Для запобігання цих явищ необхідними кроками є впровадження в даних районах водоочисних технологій в поєднанні із блоками стабілізаційної обробки фільтрату [3].

В роботі наведені дослідження, щодо зміни агресивності підземних вод, які використовуються в системах господарсько-питного водопостачання в Рівненській області.

1. Клячко В. А., Апелцин И. Э. "Очистка природных вод". / Издательство по строительству. : М. 1971. – 579 с. 2. Технические записки по проблемам воды. Пер. с англ. т.1 / К. Барак, Ж. Бебен, Ж. Бернар и др. Под редакцией Т. А. Карюхиной, И. Н. Чурбанова – М. : Стройиздат, 1983. – 607 с. 3. Квартенко А. Н. Характеристика подземных вод Северо–Западных областей Украины и технологические схемы их кондиционирования // Проблемы водопостачання, водовідведення та гідраліки. Науково-технічний збірник КНУБА, Київ. – 2011. – Вип. 16. – С. 32–40.

Рецензент: д.т.н., професор Ковальчук В. А. (НУВГП, м. Рівне)

Kvartenko A. N., Candidate of Engineering, Associate Professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne) **Safonov R. V., Chief Deputy** (State Medical Sanitation of Rivne region)

THE AGGRESSIVITY DEGREE ANALYSIS OF THE RIVNE REGION GROUNDWATERS

The importance of taking into account of water stability indexes during water systems design and operation is reflected. The monitoring of ground water aggressivity changes in Rivne region is given.

Keywords: stabilization water treatment, indexes of stability, stabilization treatment methods.

Квартенко А. Н., к.т.н., доцент, (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Сафонов Р. В., зам. нач.** (Главное управление Госсанэпидслужбы в Ровенской области)

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ АГРЕССИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Отображена актуальность учета индексов стабильности воды при проектировании и эксплуатации водопроводных систем. Приведен мониторинг изменения агрессивности подземных вод в Ров. обл.

Ключевые слова: стабилизационная обработка воды, индексы стабильности, методы стабилизационной обработки.
