

<https://doi.org/10.59911/conf.2023.11>

УДК 556.334(477 25)

ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД НІКОПОЛЬСЬКОГО РАЙОНУ

Корнієнко Д.І.¹, Ярошенко К.К.²

¹ *Київський національний університет ім. Тараса Шевченка ННІ
«Інститут Геології», Київ, Україна, danyakornienko2003@gmail.com*

² *Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,
yark.nasu@gmail.com*

Проведено збір та аналіз інформації, наявної в геологічних фондах, щодо хімічного складу підземних вод Нікопольщини. Результати показали, що за хімічним складом більшість вод не придатні та споживання населенням, лише третина про проб відповідають нормам якості ДержСанПіН Вода питна.

Ключові слова: підземні води, хімічний склад, водопостачання.

FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE NIKOPOL DISTRICT

Kornienko D.I.¹, Yaroshenko K.K.²

¹ *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology, Kyiv,
Ukraine, danyakornienko2003@gmail.com*

² *Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine, yark.nasu@gmail.com*

The information available in geological funds on the chemical composition of groundwater in the Nikopol region was collected and analyzed. The results showed that the chemical composition of most waters is not suitable as drinking waters, only one third of the samples meet the quality standards of the State Sanitary and Epidemiological Sanitary and Epidemiological Standard.

Keywords: groundwater, chemical composition, water supply.

Вступ. Водна інфраструктура є важливим фактором економічного благополуччя Нікопольського району. При розвиненій промисловості та значному населенні, водопостачання району повністю залежало від вод Каховського водосховища. З початком повномасштабного вторгнення та втрати контролю України над Каховською ГЕС, з'явилося занепокоєння щодо загрози руйнації дамби. Усічні 2023 року через пошкодження шлюзів ГЕС, суттєво впав рівень води Каховського водосховища [4]. Тоді Нікопольський

район був на грані того, щоб залишитись без води але згодом рівень нормалізувався. Влітку ГЕС була повністю зруйнована і прибережні райони лишились без води. Після катастрофи постало питання якості підземних вод та можливості споживання її населенням. Схожі проблеми у 2003 році після війни мав і Ірак, коли жителі регіону Басри потерпали від нестачі води та отруєнь через її якість. Тоді країни заходу взяли на себе обов'язки відновити водний канал до Регіону Басри [5]. Аналогічно, влада України почала будувати водогін з району Запоріжжя та інших місцевих водойм до регіонів, які залишилися без водопостачання в наслідок підриву дамби Каховської ГЕС, хоч це і ускладнювалось ризиком обстрілів.

Як показала ситуація, поверхневе водозабезпечення не є надійним джерелом питного водопостачання населення, тому необхідно розглядати варіанти резервного водозабезпечення за рахунок підземних вод. Метою даної роботи є дослідження хімічного складу вод різних водоносних горизонтів для попереднього визначення їх придатності для постачання питної води населенню.

Об'єкти дослідження. Дослідження виконані на території листа L-36-V карти масштабу 1:200 000 (Нікополь) [3]. Територія дослідження знаходиться в Дніпропетровській та Запорізькій областях по обидва береги Каховського водосховища на півдні та центрі України (рис. 1).

В межах території виділяють 7 водоносних горизонтів: у сучасних алювіальних та алювіально-делювіальних відкладах (розглянуто 95 наборів даних), у еолово-делювіальних відкладах (розглянуто 87 наборів даних), понтійський ярус (розглянуто 24 набори даних), сарматський ярус (розглянуто 53 набори даних), харківська свита (розглянуто 15 наборів даних), бучакська свита (розглянуто 6 наборів даних) та у кристалічних породах докембрію та продуктах їх вивітрювання (розглянуто 82 набори даних).

Водоносний горизонт кристалічних порід широко представлений на правому березі Каховського водосховища і майже відсутній на лівому березі. Води у четвертинних відкладах (алювіальних) представлені на узбережжі водосховища по обидва береги. Водоносний горизонт сарматського ярусу є основним горизонтом лівобережжя та подекуди зустрічається на правому березі. Водоносний горизонт бучакської свити представлений обмежено на правобережжі вздовж річки Базавлук та її приток.

Методи дослідження: вивчення балансу основних макроіонів у водах.

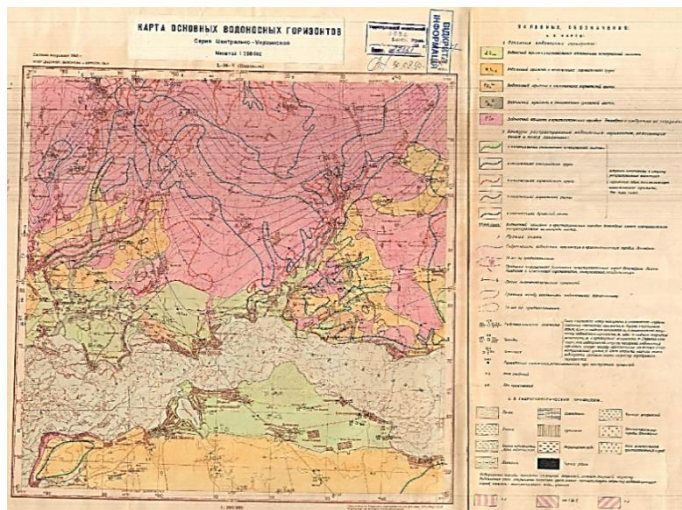


Рис.1. Карта основных водоносных горизонтов листа Никополь L-36-V та геологічні розрізи [3]

Результати та обговорення. Аналіз результатів визначення хімічного складу вод показав, що середній вміст $\text{Na}+\text{K}$ не перевищує 600 мг/дм^3 , найбільше значення характерне для водоносного горизонту у харківській свиті, найменше – для горизонту в алювіальних відкладах (рис. 2). Середній вміст Ca дещо перевищує 250 мг/дм^3 , найбільше значення визначено у водах горизонту – 260 мг/дм^3 . До горизонту понтійського ярусу середня концентрація Ca помірно збільшується, після – зменшується, а води кристалічних порід вибиваються з закономірності. Середній вміст Mg трохи перевищує 150 мг/дм^3 , найбільше значення у понтійського ярусу – $157,35 \text{ мг/дм}^3$. Найбільші коливання вмісту основних катіонів характерні для вод горизонту в делювіальних відкладах: $\text{Na}+\text{K}$ – $0-2099,7 \text{ мг/дм}^3$, Ca – $44,77-666,5 \text{ мг/дм}^3$, Mg – $2,2-834,63 \text{ мг/дм}^3$.

Середній вміст Cl не перевищує 500 мг/дм^3 , найбільше значення у водах водоносного горизонту харківської свити – 542 мг/дм^3 . Середній вміст сульфату не перевищує 1000 мг/дм^3 , найбільше значення у водах горизонту понтійського ярусу – 1120 мг/дм^3 .

Середній вміст гідрокарбонату трохи перевищує 400 мг/дм³, найбільше значення в водах горизонту у делювіальних відкладів – 402 мг/дм³. Найбільші коливання концентрації Cl характерні для вод горизонту сарматського ярусу: 21,65–2741,45 мг/дм³. Найбільші коливання вмісту сульфату та гідрокарбонату визначені для вод горизонту в делювіальних відкладів: сульфати – 6,58–6272,9 мг/дм³; гідрокарбонати – 115,9–1220 мг/дм³.

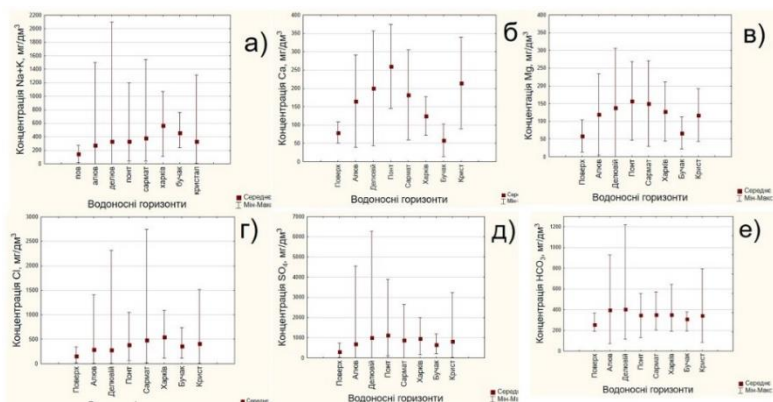


Рис. 2. Концентрації іонів у водах водоносних горизонтів: а)натрій та калій; б)кальцій; в)магній; г)хлор; д)сульфати; е)гідрокарбонат

За катіонним складом більшість вод всіх водоносних горизонтів (58 % зразків) відноситься до вод, в яких явна перевага будь якого катіону відсутня (тип IV на рис. 3). Цей тип переважає у водах алювіального (62 % зразків), понтійського (79 % зразків), сарматського (75 % зразків) горизонтів та у водах горизонту у кристалічних породах (63 % зразків). Води яскраво виражених (вміст >50 %) кальцієвого та магнієвого типів відсутні. Більшість зразків вод харківського горизонту (87 %) та всі зразків вод бучакського горизонту відносяться до вод натрієвого типу (тип III на рис. 3). За аніонним складом більшість вод алювіального горизонту (54 % зразків), бучакського (83 % зразків) горизонтів та в водах горизонту у кристалічних породах (56 % зразків) відносяться до вод, в яких явна перевага будь якого катіону відсутня (тип VIII на рис. 3). Більшість зразків вод понтійського (63 %) та харківського (67 %) горизонтів відносяться до вод сульфатного типу. Загалом слід відмітити, що в

водах усіх горизонтів кількість зразків, які відносяться до сульфатного типу перевищує 20 %. Вод яскраво виражених (вміст >50 %) хлоридного або гідрокарбонатного типів не визначені для жодного горизонту.

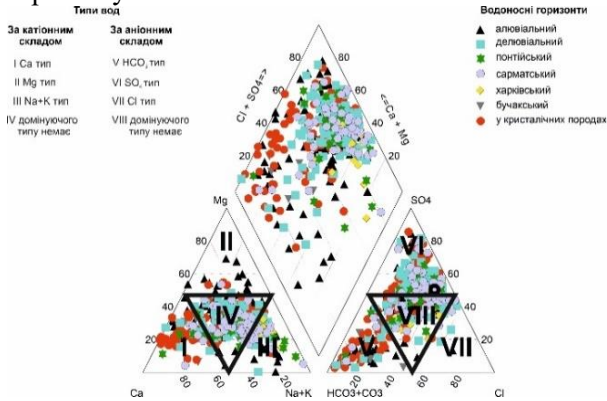


Рис. 3. Діаграма Пайпера

Порівнюючи співвідношення кальцію та сульфату (рис. 4) помічаємо, що для вод сарматського ярусу, харківської та бучакської свит, вод кристалічних порід та поверхневих вод у більшості випадків характерне перевищення концентрації сульфатів концентрацій кальцію, тобто відбувається видалення Ca з вод. Води алювіального та солово-делювіальних горизонтів приблизно однаково розподіляються за видаленням/надходженням кальцію: 50/50.

Також спостерігається лінійний зв'язок між концентрацією концентраціями натрію та сульфатів (рис. 5). Ця залежність не є типовою для вод України тому розглянемо її детальніше.

Щоб зрозуміти причини такої аномалії, було розглянуто декілька припущень.

1) Розчинення такого мінералу як мірабіліт $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, але при вивченні літології гірських порід регіону, цього мінералу не виявлено.

2) Після побудови Каховської ГЕС, поверхневі води, які мали натрієво-сульфатний склад, почали жити підземні води і змінили їх хімічний склад. Для підтвердження цієї теорії були використані результати хімічного аналізу вод до побудови ГЕС. Виявилось, що тоді також існувала ця аномалія, отже справа не у створенні ГЕС.

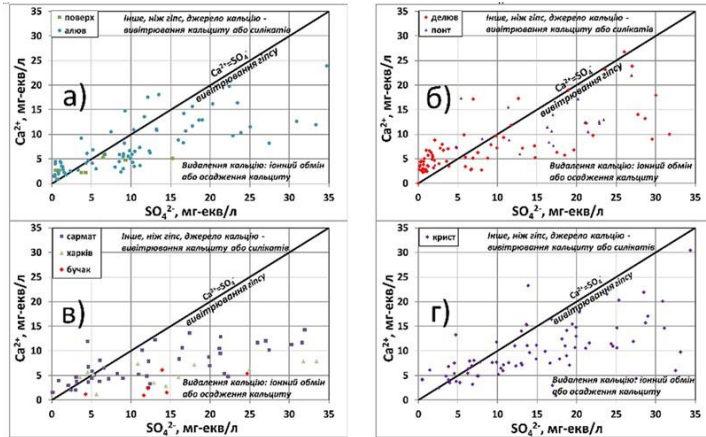


Рис 4. Відношення кальцію до сульфату: а) у поверхневих таалювіальних водах; б) у солово-делювіальних водах та понтійського ярусу; в) у водах сарматського ярусу, харківської та бучакської свити; г) у водах кристалічних порід докембрію

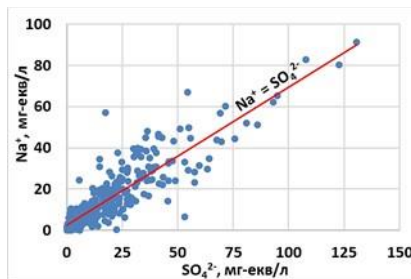


Рис 5. Співвідношення натрію та сульфату в водах всіх водоносних горизонтів

3) Оскільки високі концентрації та сульфату у водах є ознакою осолонцювання ґрунтів, досить вірогідним здається пояснення, що високі концентрації цих компонентів у підземних водах є наслідком їх низхідної міграції у підземні води з ґрунтового шару. Проте, відсутність чітких трендів зміни концентрацій із заглибленням водоносних горизонтів на рис. 2 свідчить, що у глибоких водоносних горизонтах (нижче харківського) суттєву роль у формуванні концентрацій натрію та сульфату відіграють взаємодії у системі водопорода. За даними хімічного аналізу вод, більшість вод не придатні та споживання населенням, лише третина (121 з 372) проаналізованих

проб відповідають нормам якості питної води [1] за такими показниками як сухий залишок та вміст сульфатів. Найбільший відсоток непридатних за обома показниками для питного споживання вод належить до понтійського (92 %), харківського (87 %) та бучакського (83 %) водоносних горизонтів. Слід зазначити, що загальноприйнята думка щодо покращення якості води із збільшенням глиби (наприклад, [2]) в даному випадку не працює, оскільки мінімальний відсоток непридатних для споживання вод притаманний водам верхніх (алювіальному та еолово-делювіальному) горизонтам.

Висновки. За даними хімічного аналізу вод, більшість вод не придатні та споживання населенням, лише третина (121 з 372) відібраних проб відповідають нормам якості питної води [1].

За хімічним складом більшість вод катіонним та аніонним складом відноситься до вод змішаного складу, в яких явна перевага будь якого катіону або аніону відсутня.

Встановлено наявності лінійного зв'язку між концентраціями натрію та сульфат-іонів у водах. На даному етапі дослідження розглянуті гіпотези щодо причин наявності такого зв'язку не дають однозначної відповіді, проте цей висновок є попереднім, а самі гіпотези потребують більш ретельного вивчення, в тому числі і методом геохімічного моделювання.

Перелік використаних джерел

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.
2. Калашник Л.П., Фоцій М.В. Проблеми водопостачання півдня донецької області. Наукові праці УкрНДМІ НАН України. № 9 (частина I). 2011. С.472–484.
3. Капинос Н.Н. Отчёт о геологогидрогеологической съёмке листа L-36-V (Никополь) масштаба 1:200000. Днепропетровск. 1962. (ДНВП “Геоінформ України” Ф.22361).
4. Копенко В. Каховське водосховище за крок до катастрофи через російських окупантів. Інтернет ресурс. <https://eco.rayon.in.ua/topics/575536-kakhovske-vodoskhovishche-za-krok-do-katastrofi-cherez-rosiyskikh-okupantiv>
5. Mason M. Infrastructure under pressure: Water management and state-making in southern Iraq. Geoforum. 2022.v.132. P. 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.04.006>.