УДК 556.314:553.7
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.24

ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОХІМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ КОНДИЦІЙ НА МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ РОДОВИЩ ПІДВИЩЕНОЇ КАТЕГОРІЇ СКЛАДНОСТІ

Погребний А.Л.[1] (orcid.org/0009-0003-6095-2572),
Яковлєв В.В.[2] (orcid.org/0000-0003-2637-6594),
Цуркан О.І.[1] (orcid.org/0000-0002-7816-5425),
Олійник Н.П.[1] (orcid.org/0000-0002-9470-5612),
Дмитренко Т.В.[3] (orcid.org/0000-0002-0447-644X)
[1]ДНТ «Український науково-дослідний інститут реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України»
пров. Джевецького, 6, 65014, м. Одеса
[2]Інститут геологічних наук Національної академії наук України
вул. Олеся Гончара, 55Б, 01054, м. Київ
[3]Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
вул. Чорноглазівська, 17, 61002, м. Харків
pgrb@ukr.net, otsurkan75@gmail.com, oleynik_gidro@ukr.net,
yakovlev030157@gmail.com, tetyana.dmytrenko@kname.edu.ua

Практичне застосування мінеральних вод вимагає стабільного якісного складу, який визначає їхні лікувальні властивості. Існує певна категорія родовищ зі складними гідрогеологічними, гідрохімічними та гірничо-геологічними умовами, формування мінеральних вод у яких має ускладнений характер, що може призводити до нестабільності хімічного складу води під час експлуатації. Стаття присвячена вивченню особливостей гідрогеологічних умов формування мінеральних вод та їхніх змін на п'яти родовищах: Шаянському та Лісарнянському (Карпатська складчаста система), Новотроїцькому та Поліхівському (зона зчленування Дніпровсько-Донецької западини та Українського кристалічного масиву), а також Жобринському (Волино-Подільський артезіанський басейн).

Дослідження базується на аналізі даних геологічних підприємств України щодо геолого-економічної оцінки запасів мінеральних вод та матеріалів медико-біологічної оцінки, виконаних ДНТ «Український науково-дослідний інститут реабілітації та курортології МОЗ України». Автори проаналізували часові ряди спостережень динаміки водовідбору та змін у якісному складі (мінералізації, основних макрокомпонентів, специфічних біологічно активних компонентів та сполук). Також було визначено склад вод суміжних природних резервуарів (інших водоносних горизонтів та поверхневих вод), що мають фільтраційний зв'язок з експлуатаційним горизонтом, та розглянуто конструктивні особливості каптажів. За результатами аналізу встановлено природні та техногенні причини змін якості мінеральних вод. Надані рекомендації щодо можливого регулювання складу мінеральних вод можна застосувати для ідентифікації та вирішення проблем зміни якісного складу на інших родовищах під час їхньої експлуатації. *Ключові слова:* кондиції мінеральних вод, експлуатація мінеральних вод, зміна якості мінеральних вод, Жобринське, Лісарнянське, Поліхівське, Солонолиманське, Шаянське родовища мінеральних вод.

Hydrogeological and water chemistry aspects of developing requirements for mineral waters from challenging water-bearing fields. Pohrebnyi A., Yakovlev V., Tsurkan O., Oliinyk N., Dmytrenko T.

The practical use of mineral waters requires a stable chemical composition, as this determines their therapeutic properties. A specific category of mineral water sources is characterised by complex hydrogeological, hydrochemical, and mining-geological conditions; the formation of these sources involves intricate processes that can result in instability in the chemical composition of water during exploitation. This article examines the specific hydrogeological conditions governing the formation of mineral waters and the changes therein across five sources: Shayan and Lisarnia (Carpathian fold system), Novotroitsk and Polykhiv (the junction zone between the Dnieper-Donets Depression and the Ukrainian Crystalline Massif), and Zhobryn (Volhynia-Podolia artesian basin).

The study is grounded on the analysis of data on the geological and economic assessment of mineral water reserves from Ukrainian geological enterprises and the medical and biological assessment reports produced by the State-owned Non-Profit Company "Ukrainian Research Institute of Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health Care of Ukraine". The authors analysed time series of observations of water extraction dynamics and shifts in qualitative composition of waters (salt content, main macrocomponents, specific biologically active components and compounds). The water chemistry of adjacent natural reservoirs (other aquifers and surface waters) having a filtration connection with the operational horizon was also determined, and the design features of the intake structures were considered. According to the results of the analyses, natural and man-made causes of shifts in the quality of mineral waters were established. The recommendations provided on the possible regulation of the composition of mineral waters can be used to identify and solve problems of shifts in the qualitative composition at other mineral water sources during their exploitation. *Key words:* mineral water requirements, mineral water exploitation, shifts in mineral water quality, Zhobryn, Lisarnia, Polykhivka, Solonyi Lyman, Shaian mineral water sources.

© Погребний А.Л., Яковлєв В.В., Цуркан О.І., Олійник Н.П., Дмитренко Т.В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Постановка проблеми. Геологічне середовище України включає всі основні геологічні структури земної кори (платформні, гірськоскладчасті, перехідні), до яких приурочені родовища мінеральних вод різної категорії складності [1]. Одним із головних питань при геолого-економічній оцінці експлуатаційних запасів мінеральних вод (МВ) є вивчення їх якісного складу та його прогноз. Ефективність і доцільність тривалих медико-біологічних досліджень мінеральних вод для їхнього практичного використання цілком залежать від наявності достовірного прогнозу якості цих вод.

Як в Україні, так і на міжнародному рівні існує чітке розуміння критичної важливості стабільності хімічного складу мінеральних вод до початку їхнього комерційного використання. Це не просто рекомендація, а жорстка вимога, зумовлена міркуваннями безпеки та терапевтичної ефективності [2–5].

Проте в низці випадків досягнення стабільного якісного складу мінеральних вод є проблематичним через складність геологічних і гідрохімічних умов або недосконаліть конструкції каптажних споруд. Це зумовлює необхідність з'ясування причин зміни якості мінеральних вод під час експлуатації родовищ зі складними умовами формування, що приурочені до різних геологічних структур.

Актуальність дослідження. Результати численних спостережень свідчать, що проникнення солоної води в підземні джерела прісної води поблизу узбережжя залежить від кількох ключових чинників. Цей процес, відомий як сольове вторгнення, посилюється, коли обсяг води, що викачується зі свердловин, перевищує природне поповнення водоносного горизонту. Також значну роль відіграють особливості будови та розташування свердловин, а також геологічні характеристики самого водоносного горизонту. Ця проблема є глобальною та широко документованою в різних регіонах світу, що визначає актуальність прогнозування якості мінеральних вод при підготовці їхніх експлуатаційних запасів.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження є складовою частиною комплексних науково-дослідних робіт, спрямованих на охорону та раціональне використання підземних вод України. Отримані результати пов'язані з виконанням нормативно-правових завдань Водного кодексу України [6], Кодексу України про надра [7], Водної стратегії України на період до 2050 року [8], а також Закону України «Про питну воду та питне водопостачання» [9]. Практична реалізація запропонованих підходів сприяє забезпеченню екологічної безпеки регіонального водокористування та збереженню ресурсів підземних мінеральних вод під час їхнього освоєння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначено вище, окреслена проблема має глобальний характер і детально висвітлена у світовій науковій практиці. Зокрема, вона спостерігається у Мексиці, де детальний огляд показує її масштаби у 17 прибережних штатах [10]. Вторгнення морської води, спричинене надмірним видобутком підземних вод, зафіксовано також у Південній Америці [11] та Австралії [12]. В Африці численні випадки проникнення морської води в прибережні водоносні горизонти зареєстровані, наприклад, у Марокко [13–16], Тунісі [17], Алжирі [18] та Дар-ес-Саламі [19, 20]. У Європі ця проблема добре задокументована вздовж узбережжя Північного [21, 22] та Середземного морів, включаючи архіпелаги Егейського моря [23–25].

Отже, актуальним є питання розробки та впровадження ефективних підходів для обґрунтування кондицій на мінеральні води родовищ підвищеної категорії складності.

Мета дослідження – встановлення причин зміни якісного складу мінеральних вод, що виникають під час експлуатації родовища зі складними умовами формування мінеральних вод, приурочених до різних геологічних структур.

Завданнями роботи є: 1. Аналіз отриманих матеріалів щодо особливостей геологічної будови, гідрогеологічних умов та динаміки якісного складу мінеральних вод родовищ, що досліджувалися. 2. Визначення причини змін показників якісного складу мінеральних вод: мінералізації, вмісту основних макрокомпонентів і специфічних біологічно активних компонентів та сполук під час експлуатації родовищ. 3. Формулювання висновків (в кожному випадку окремо) щодо усунення природних чи техногенних причин змін якості мінеральних вод.

Методологічне або загальнонаукове значення. Робота сприяє вдосконаленню методологічних підходів до оцінки та прогнозування динаміки якісного складу мінеральних вод у складних гідрогеологічних умовах. Виявлені закономірності та ефективні рішення для одного родовища можуть бути застосовані як модель для прогнозування та управління якістю МВ на інших родовищах зі схожими геологічними та гідрогеологічними умовами.

Викладення основного матеріалу. В даній статті розглянуті особливості природних умов формування та технічні аспекти експлуатації мінеральних вод п'яти родовищ: Шаянського та Лісарнянського (Закарпатська область), що знаходяться в межах Карпатської складчастої системи; Новотроїцького та Поліхівського (Дніпропетровська область), які розташовані в зоні зчленування південно-західного борту Дніпровсько-Донецької западини й Українського кристалічного масиву; а також Жобринського (Рівненська область), що розташоване у межах Волино-Подільського артезіанського басейну (рис. 1).

Для дослідження стабільності якості мінеральних вод та встановлення причин її змін, авторами було проведено комплексний аналіз даних, що включав:

1. ***Визначення та використання кондицій мінеральних вод.*** Дослідження базувалося на розумінні «кондицій мінеральних вод» – сукупності

встановлених вимог до їх якості. Особлива увага приділялася «Довідці про кондиції на мінеральні води», яка є обов'язковою частиною документації для затвердження запасів у Державній комісії України по запасах корисних копалин та отримання спеціального дозволу на користування надрами. Цей документ, що розробляється під час геолого-економічної оцінки експлуатаційних запасів, містить ключові показники якості МВ та рекомендований напрямок їхнього практичного використання згідно з медичним (бальнеологічним) висновком.

2. ***Збір та опрацювання вихідних даних.*** Для повноцінного аналізу були опрацьовані значні обсяги інформації, зокрема:

– бази даних геологічних підприємств України. Ці дані були отримані в процесі геолого-економічної оцінки запасів мінеральних вод на досліджуваних родовищах. Вони включали інформацію про геологічну будову, гідрогеологічні умови родовищ, на яких спостерігається зміна хімічного складу води;

– матеріали медико-біологічної оцінки МВ. Ці матеріали були виконані ДНП «Український науково-дослідний інститут реабілітації та курортології МОЗ України», що дозволило оцінити відповідність якості вод стандартам та їхню потенційну терапевтичну ефективність.

3. ***Методи аналізу.*** Застосовані методи дослідження включали:

– аналіз геологічної будови та гідрогеологічних умов родовищ: детально вивчалися геологічні розрізи, структурні особливості (розломи, тріщини), а також умови формування, живлення та дренажу водоносних горизонтів, де спостерігалися зміни хімічного складу води;

– аналіз часових рядів спостережень: зміни обсягів водовідбору зі свердловин, показників якісного складу МВ, включаючи мінералізацію, вміст основних макрокомпонентів (наприклад, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-) та специфічних біологічно активних компонентів та сполук (наприклад, Br, CO_2, H_3BO_3, Fe^{2+}+Fe^{3+}, H_2SiO_3);

– визначення складу води суміжних природних резервуарів: досліджувався хімічний склад вод інших водоносних горизонтів та поверхневих вод, які могли мати гідравлічний (фільтраційний) зв'язок з експлуатаційним горизонтом. Це дозволило ідентифікувати потенційні джерела впливу на якість МВ;

– розгляд конструктивних особливостей каптажів: аналізувалися проєктні та фактичні дані щодо конструкції свердловин (глибина, діаметр, матеріали обсадки, розташування фільтрів, цементування) для виявлення можливих недоліків, що сприяють зміні складу води.

На основі проведеного комплексного аналізу було сформульовано висновки щодо типових причин зміни якісних показників мінеральних вод у процесі



Рис. 1. Карта-схема розташування досліджених родовищ

експлуатації родовищ. Це дозволило запропонувати заходи щодо стабілізації цих показників у межах необхідних кондицій, що сприятиме сталому та ефективному використанню мінеральних вод.

Шаянське родовище мінеральних вод відноситься до третьої групи з дуже складною геологічною будовою. В геоструктурному відношенні родовище приурочено до південно-західної частини Солотвинської западини Закарпатського внутрішнього прогину. Через специфічність своєї геолого-структурної будови ця частина басейну являє собою складну гідравлічну систему з дуже анізотропними гідродинамічними й гідрохімічними параметрами. Головним елементом геологічної будови східної частини родовища є куполовидне інтрузивне тіло гранодіорит-порфірів (гора Великий Шаян), розбите тектонічними порушеннями. Мінеральні води родовища приурочені до зон тектонічних розривів регіонального характеру, які перетинають осадову товщу порід неогену та інтрузивні тіла. Основні запаси мінеральних вод пов'язані з зонами тектонічних порушень у масивах гранодіорит-порфірів (рис. 2).

Формування мінеральних вод Шаянського родовища обумовлене змішуванням підземних вод різного генезису. У верхній частині розрізу залягають прісні гідрокарбонатні кальцієві або натрієво-кальцієві води з мінералізацією переважно до 0,5 г/л. У нижній частині, в умовах утрудненого водообміну, мінералізація вод може досягати 10–15 г/л.

В таких умовах режим експлуатації підземних вод може суттєво вплинути на якісні показники мінеральних вод. При певному водовідборі зі свердловин компенсація їх витрат відбувається внаслідок поповнення із зони активного водообміну, що призводить до опріснення глибинних вод.

На даний час Шаянське родовище розробляється на трьох водозабірних ділянках: свердловини №№ 242-р та 4-К (санаторій «Шаян») та свердловина № 2-Д (ТОВ «Аква»).

Водозабірні ділянки між собою гідравлічно не пов'язані, оскільки розділяються водотривкими глинистими відкладами панонського ярусу та монолітними практично непроникними масивами магматичних порід.

За період експлуатації ділянки Шаянського родовища (1989–2019 рр.), де розташована свердловина № 242-р, мінералізація води знизилась з 4,0–4,4 г/л до 1,5–3,0 г/л, що призвело до необхідності перегляду кондиційних показників якості.

Аналіз графічних даних (рис. 3) свідчить, що збільшення водовідбору зі свердловини призводить до зменшення мінералізації води, вочевидь, внаслідок підтягування прісної води із зони активного водообміну.

На сучасному етапі води свердловини № 242-р охарактеризовано як вуглекислі кремнієві гідрокарбонатні натрієві з загальною мінералізацією 1,5–3,5 г/л. Подібна залежність хімічного складу МВ від обсягів водовідбору спостерігалася також і по свердловині № 4-К [26].

У свердловині № 2-Д при проведенні дослідних робіт (2020–2021 рр.) з переоцінки експлуатаційних запасів з обсягом водовідбору 31,4 м^3/добу також простежувалося поступове зниження загальної мінералізації води, внаслідок чого водовідбір було зменшено до 21,5 м^3/добу. Корегування водовідбору призвело до стабілізації гідрохімічних показників мінеральних вод, що було підтверджено семимісячним безперервним відкачуванням [27].

Мінеральні води свердловини № 2-Д класифіковано як вуглекислі кремнієві гідрокарбонатні, хло-

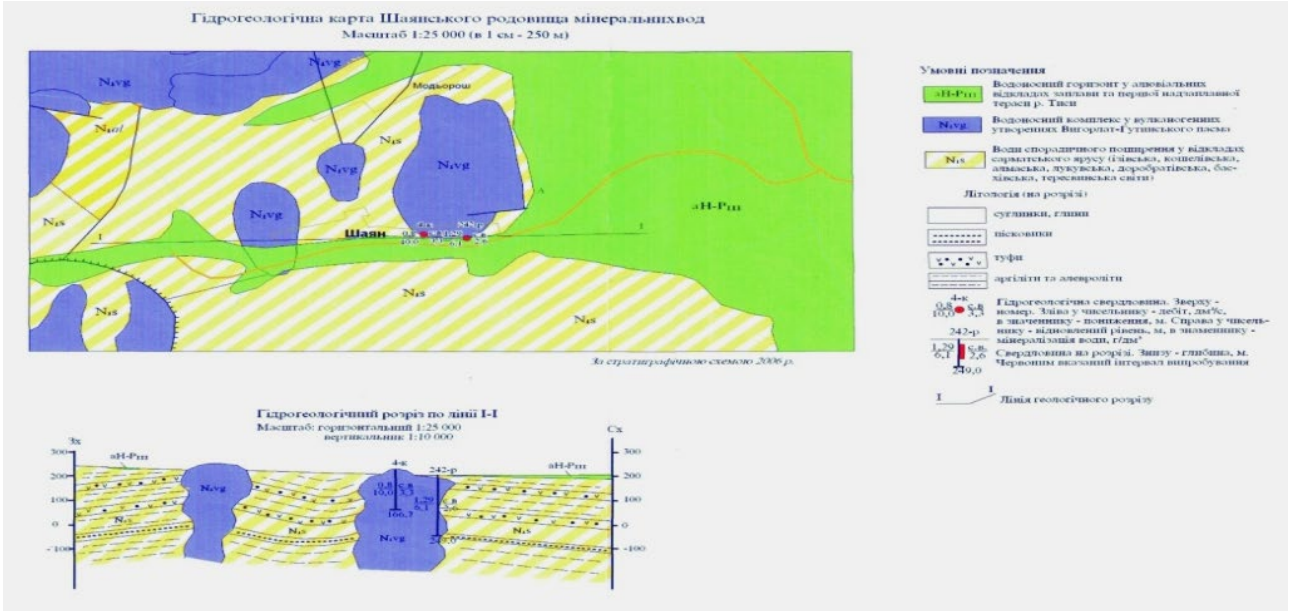

Рис. 2. Фрагмент гідрогеологічної карти Шаянського родовища мінеральних вод (за матеріалами ТОВ «Аква»)

 ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

ридно-гідрокарбонатні натрієві з мінералізацією 1,5–3,5 г/л, що містять ортоборну кислоту у межах концентрацій 10,0–70,0 мг/л.

Отримання стабільних показників якості МВ у свердловинах після корегування режиму та величини водовідбору дало змогу визначити кондиції щодо Шаянського родовища.

Таким чином, кондиції МВ Шаянського родовища залежать і можуть регулюватися величиною водовідбору.

Лісарнянське родовище за гідрогеологічним районуванням розташоване в південно-західній частині Закарпатського артезіанського басейну і характеризується складною гідравлічною системою з дуже анізотропними гідродинамічними та гідрохімічними параметрами. В межах покривного комплексу, а також донеогенових відкладах фундаменту, підземні води в більшості випадків розвинені спорадично і приурочені до зон тектонічної тріщинуватості або кори вивітрювання (туфів, андезитів, туфітів, андезито-дацитів).

Мінеральні води Лісарнянського родовища, які розкрито свердловиною № 11-Т в інтервалі глибин 560,0–1289,5 м, пов'язані з вулканогенними утвореннями вигорлатської світи неогену. Товщу порід представлено пошаровим заляганням андезитів, андезито-базальтів і туфів (рис. 4).

Продуктивний водоносний горизонт – напірний, води є самовиливними з дебітом 4,0–10,37 м^3/добу. Температура води на усті свердловини становить 19,0–21,0°С.

Гідродинамічні умови ділянки Лісарнянського родовища певним чином впливають на якісний склад мінеральних вод. Загальна мінералізація вод може коливатися у досить широких межах – від 0,76 г/л до 2,85 г/л, що ускладнює віднесення їх до певної бальнеологічної групи.

За результатами дослідних робіт [28] встановлено, що мінеральна вода Лісарнянського родовища має стабільні мінералізацію, макрокомпонентний склад і вміст метакремнієвої кислоти у режимі самовиливу і відкачування з

положенням п'єзометричного рівня від 22,05 м над устям до 3,8 м нижче устя й дебітом не нижче 4,0 м^3/добу. Закриття ж устя свердловини або природне зниження рівня призводить до припинення самовиливу та суттєвого підвищення мінералізації води.

Причиною збільшення мінералізації води в режимі закритої засувки є домінування тиску підземної води у тріщинах більш глибоких горизонтів. Інші тріщини з прісною водою при закритій засувці через відносно менший тиск води в них поглинають мінералізовану воду, і таким чином, при періодичному відкритті засувки ми маємо мінералізовану воду зі штучно утвореної інтрузії.

При відрегульованому режимі водовідбору мінеральні води мають стабільні показники якості й характеризуються як кремнієві слабко-маломінералізовані хлоридно-гідрокарбонатні натрієві.

Отже, для запобігання можливих змін складу мінеральних вод свердловини № 11-Т Лісарнянського родовища, її експлуатація має бути чітко врегульована за вищенаведеними гідродинамічними параметрами, відносно яких було розроблено кондиції та медичні показники щодо внутрішнього використання МВ у лікувальній практиці.

Поліхівське родовище у геоструктурному відношенні розташоване в зоні зчленування південно-західного борту Дніпровсько-Донецької западини й Українського кристалічного масиву. В районі родовища виділяють три структурні поверхи: нижній – докембрійський кристалічний фундамент, на ділянці залягає на дуже значних глибинах. Середній поверх

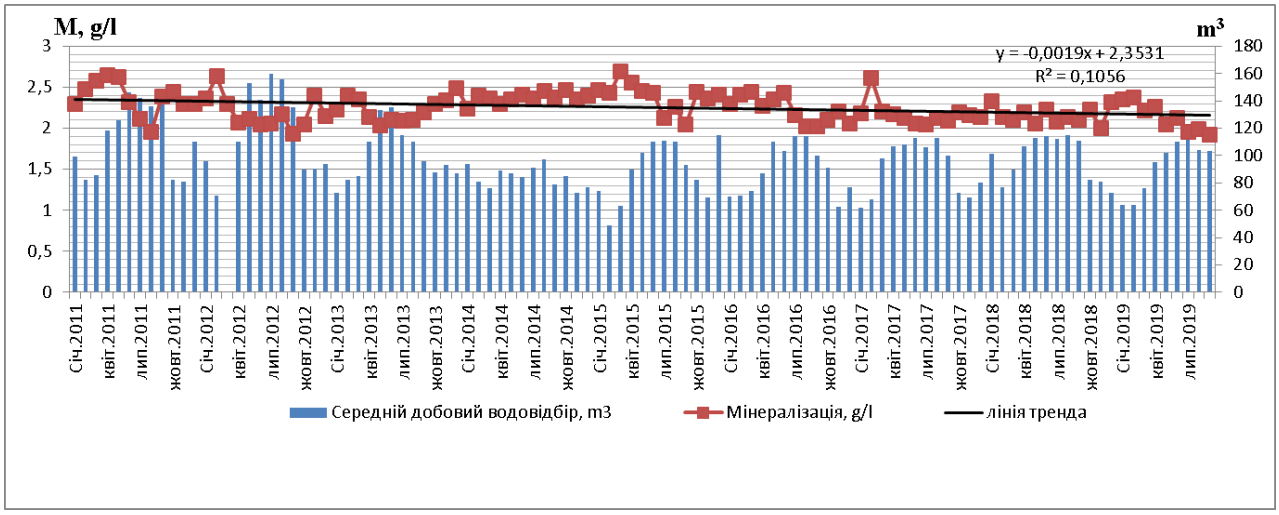

Рис. 3. Коливання загальної мінералізації МВ свердловини № 242-р залежно від обсягів відбору води (дані отримані авторами)

складений породами юрського, тріасового, девонського і кам'яновугільного віків, які розділені тектонічними порушеннями на ряд опущених і піднятих блоків різних порядків. Середній і нижній структурні поверхи відносяться до області ускладненого водообміну. Верхній структурний поверх, представлений утвореннями палеогенової й четвертинної систем, відноситься до зони активного водообміну. Наявні водоносні горизонти являють собою єдину водоносну товщу з єдиними умовами формування підземних вод, зі слабким гідравлічним взаємозв'язком із нижче залягаючими водоносними горизонтами.

Ділянка Поліхівського родовища розташована на території санаторію «Сонячний» (с. Вербки, Дніпропетровська область), гідромінеральні ресурси якого представляють природні лікувальні води двох типів з різним напрямком використання – для питного лікування (свердловина № 1375) та зовнішнього застосування (свердловина № 1359).

Свердловинами № 1375 та № 1359 розкрито водоносні горизонти й комплекси відповідно у відкладах палеогенової та кам'яновугільної систем, тобто пов'язані з різними зонами водообміну, що безпосередньо впливає на якість підземних вод.

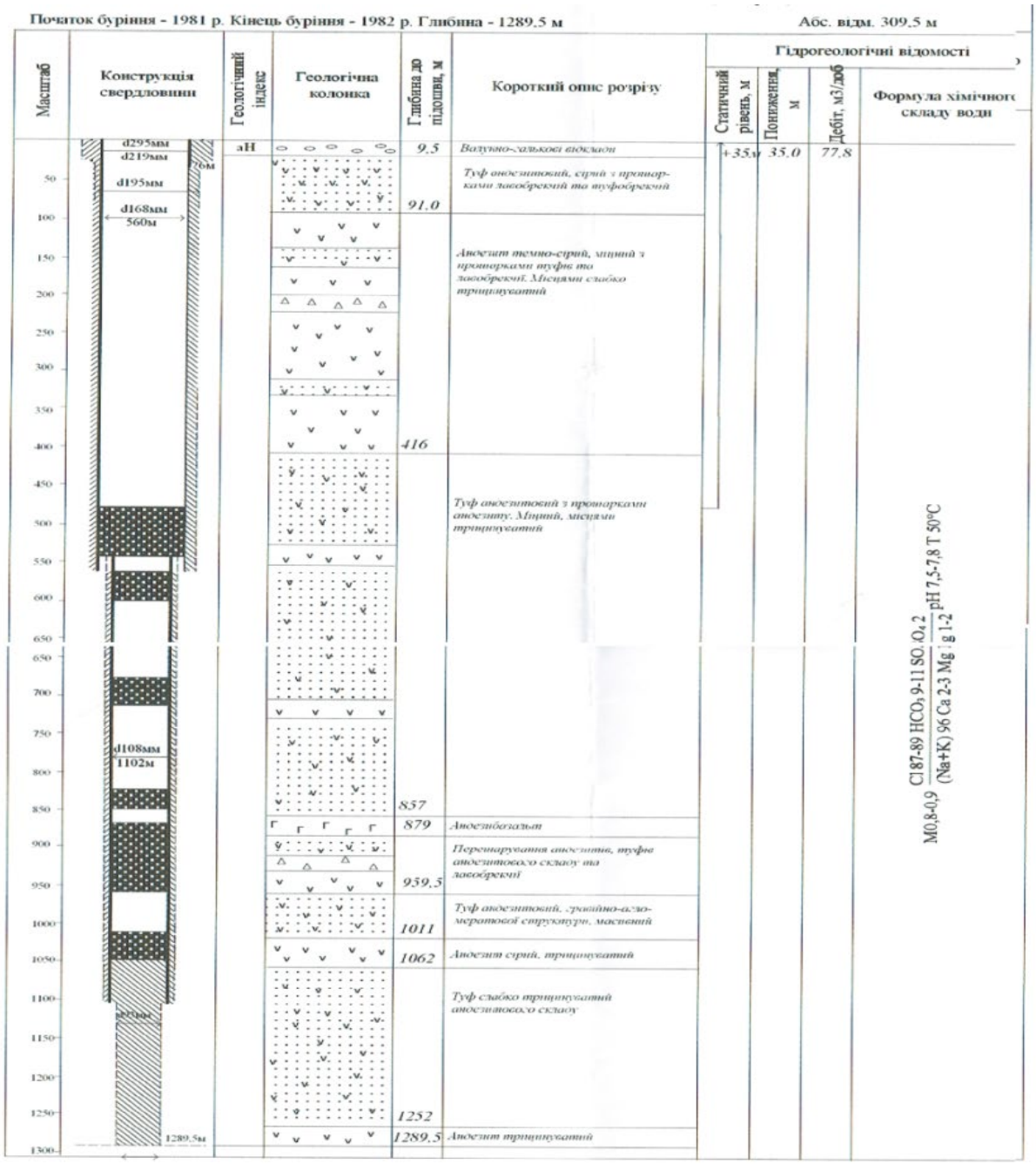

Рис. 4. Геологічний розріз та конструкція свердловини № 11-Т Лісарнянського родовища мінеральних вод

Впродовж експлуатації Поліхівського родовища хімічний склад МВ у свердловині № 1375 зазнав змін, які було виражено перерозподілом аніонів при стабільних показниках загальної мінералізації води [29]. Так, з 2020 р. хлоридний натрієвий склад води змінився на сульфатно-хлоридний, гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридний натрієвий при мінералізації вод від 1,94 г/л до 2,46 г/л, що проілюстровано на рис. 5 і 6.

Причиною зміни хімічного складу вод могла бути недосконала конструкція свердловини (рис. 7). Так, при будівництві свердловини № 1375 для підвищення водопритоку у середній частині водовмісних бучацьких пісків була вимита каверна. Вірогідно, у процесі експлуатації відбулося розширення лійки (винос піску) до покрівлі горизонту, яка представлена міцним пісковиком. Це призвело до водопритоку з горизонту пісковику, в якому циркулюють води з суттєво більшим вмістом сульфатів.

З метою перевірки цієї гіпотези виконано хімічний аналіз води річки Самари, що протікає поблизу санаторію «Сонячний», де розташована свердловина № 1375. У результаті було виявлено, що річкові води практично однотипні таким у свердловині (сульфатно-хлоридні), але їх мінералізація у 2 рази більша (3,97 г/л). У покрівлі бучацького водоносного горизонту залягає регіональний водотрив у відкладах київської світи середнього еоцену, який при зниженні п'єзометричного рівня у робочій свердловині не забезпечує повної ізоляції експлуатаційного горизонту від річкових вод.

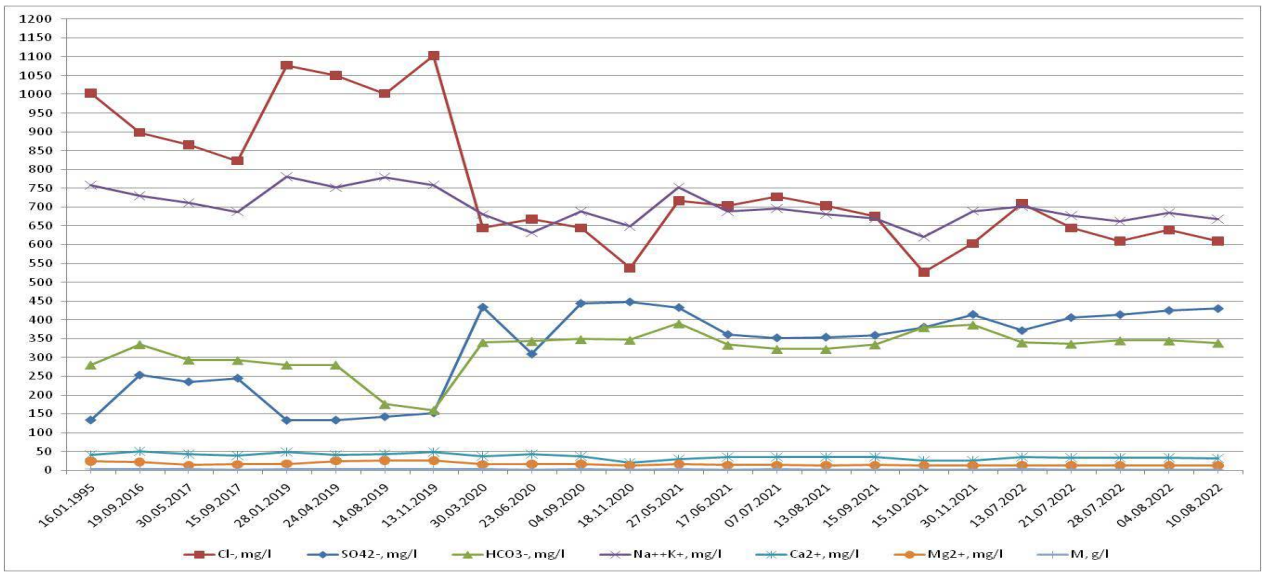

Рис. 5. Коливання загальної мінералізації та вмісту макрокомпонентів у мінеральних водах свердловини № 1375 Поліхівського родовища мінеральних вод

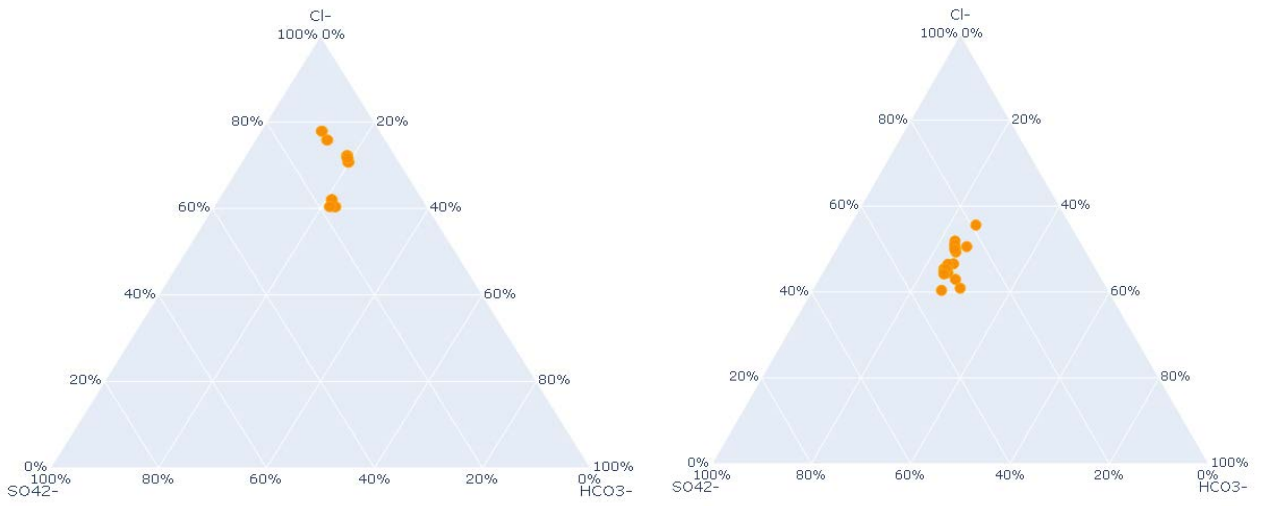

Рис. 6. Трикутна діаграма співвідношення аніонів у хімічному складі мінеральних вод Поліхівського родовища до (а) та після (б) 2020 року

Враховуючи зміни, що відбулися, а саме підвищення вмісту сульфат-іонів та зниження вмісту хлорид-іонів, а також можливість розвитку цього процесу надалі, показники кондицій складу МВ свердловини № 1375 було дещо розширено, але у межах їх ефективної біологічної дії.

Не менш складна ситуація склалася і при розробці кондицій на мінеральні води свердловини № 25е (с. Новотроїцьке, Дніпропетровська область)

Солонолиманського родовища, яке в геоструктурному відношенні також розташоване в зоні зчленування південно-західного борту Дніпровсько-Донецької западини й Українського кристалічного щита.

Свердловиною № 25е розкрито продуктивний водоносний комплекс у відкладах бучацького ярусу еоцену та дронівської світи нижнього тріасу (рис. 8). Водовмісну товщу порід складають піски еоцену, які залягають в інтервалі глибин 51,0–62,0 м, та піщано-галечні утворення тріасу в інтервалі 62,0–67,0 м. В покрівлі бучацького ярусу залягає потужна товща мергелястих глин київської світи еоцену, тобто водоносний комплекс захищено від водоносних горизонтів, які залягають вище. В підошві горизонту залягають відклади тріасу. Між відкладами двох різновікових товщ немає водотриву, тобто водоносні горизонти гідравлічно пов'язані.

Під час проведення геолого-економічної переоцінки експлуатаційних запасів мінеральних вод Солонолиманського родовища по свердловині № 25е було зафіксовано поступове зростання загальної мінералізації вод від 5,0 г/л до 15,0 г/л (довготривале відкачування), що змінює напрямок можливого використання МВ для лікувальних цілей – з внутрішнього на зовнішній [30]. Причиною цих змін була конструкція свердловини, якою сумісно каптовано підземні води різного складу у водоносних горизонтах бучацького ярусу еоцену та дронівської світи нижнього тріасу. Надалі мінералізація підземних вод з цієї свердловини змінювалася залежно від режиму водовідбору. Підвищення мінералізації пов'язане з підтоком більш

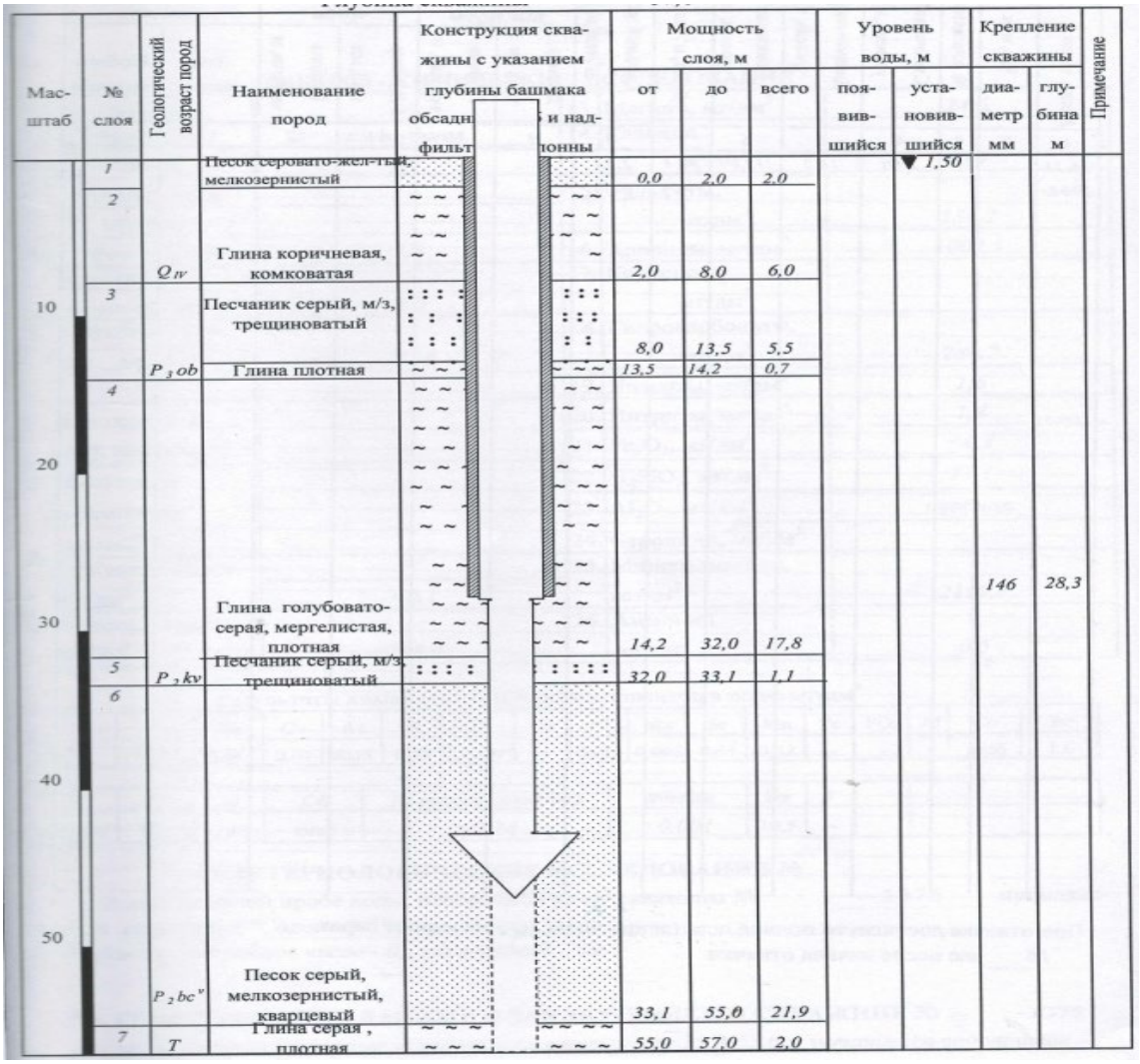

Рис. 7. Геологічний розріз та конструкція свердловини № 1375 Поліхівського родовища мінеральних вод

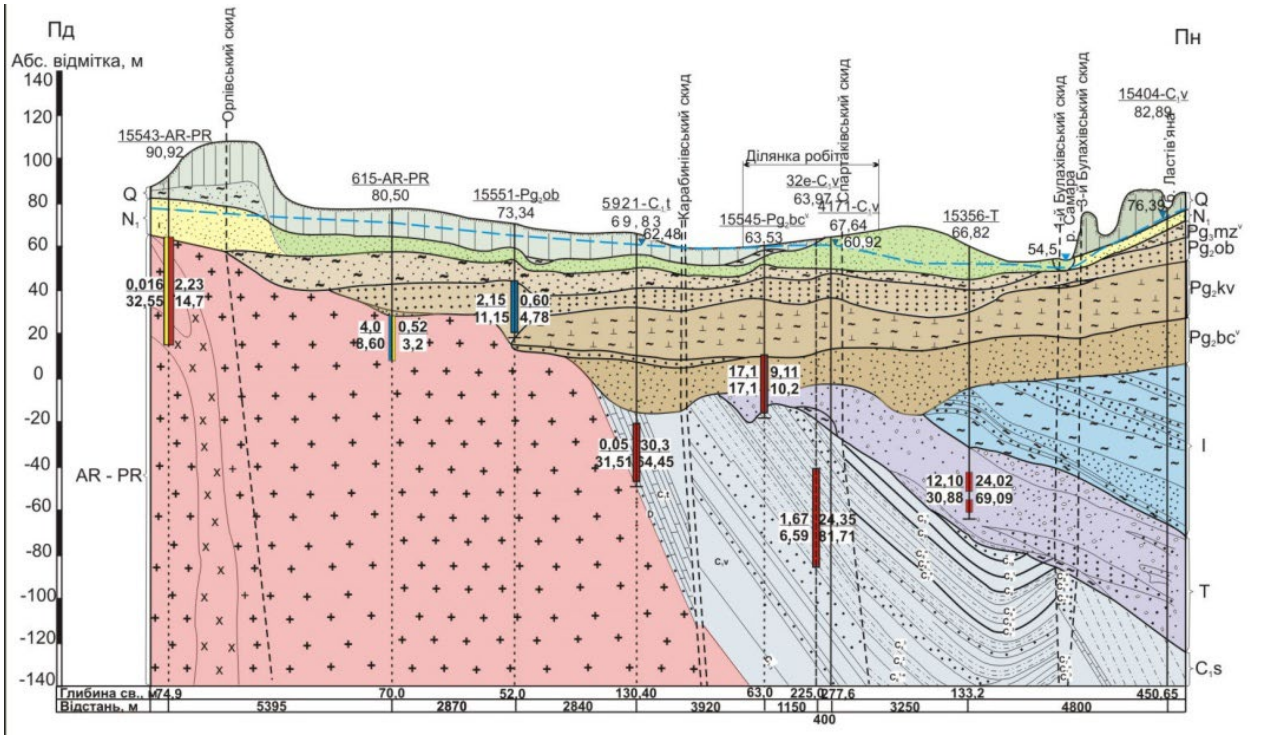

Рис. 8. Геологічний розріз Солоноліманського родовища мінеральних вод (за матеріалами ТОВ «Укргеологія», м. Київ)

мінералізованих вод з водоносного горизонту у відкладах дронівської світи нижнього тріасу.

З метою раціонального використання природних лікувальних ресурсів розроблено кондиції, які передбачають можливість комплексного використання мінеральних вод у лікувальній практиці як для внутрішнього, так і для зовнішнього застосування при дотриманні певних вимог Технологічної схеми експлуатації родовища – тобто регулювання експлуатаційного дебіту.

Жобринське родовище. Гідрогеологічні умови ділянки родовища визначаються її розташуванням в межах Волино-Подільського артезіанського басейну (рис. 9). Продуктивний водоносний комплекс, який розкрито в межах родовища, пов'язаний з товщею теригенних відкладів поліської серії середнього та верхнього рифею. Водовмісна товща представлена ритмічним перешаруванням теригенних порід – пісковиків, аргілітів та алевролітів. Наявність пачок аргілітів розділяє комплекс на окремі водоносні горизонти. Водозбагаченість відкладів залежить від ступеня тріщинуватості пісковиків та наявності непроникних шарів між ними, що зумовлює утворення в однорідній за літологічним складом товщі різних, не пов'язаних між собою водоносних горизонтів.

Схематично у складі поліських відкладів виділяються три водоносні горизонти. Перший – пов'язаний з верхньою частиною поліських відкладів, який містить переважно прісні води, характеризується високою водозбагаченістю і має розвиток до глибини 541,0–709,0 м. Другий горизонт як за водозбагаченістю, так і за хімічним складом води займає проміжне положення між горизонтами прісних та розсільних вод та залягає в інтервалах глибин 709,0–750,0 м. Третій водоносний горизонт приурочений до нижньої частини розрізу поліських відкладів, містить високонапірні хлоридні натрієві розсоли й розвинутий в інтервалі глибин 820,0–1200,0 м.

Верхні водоносні горизонти мають гідравлічний зв'язок. Живлення їх здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і перетікання з інших водоносних горизонтів. Водоносний горизонт середньої частини поліських відкладів відокремлений від нижньої частини потужним водотривким горизонтом, і його живлення значною мірою відбувається внаслідок латерального перетікання із суміжних територій.

На ділянці Жобринського родовища водоносний комплекс у відкладах рифею розкрито свердловиною № 2ре (с. Жобрин, Рівненська область) в трьох інтервалах глибин: 833–870 м, 930–974 м та 1060–1066 м (рис. 10) [31].

За узагальненою характеристикою МВ відносяться до бромних залізистих високомінералізованих-розсольних хлоридних натрієвих.

Об'єднаний каптаж декількох інтервалів залягання водовмісних порід з різним хімічним складом призводить до значних коливань загальної мінералізації вод (від 30,0 г/л до 60,0 г/л) та вмісту біологічно

активних компонентів, що потребує спеціальних підходів до режиму експлуатації свердловини для забезпечення потрібної їхньої лікувальної дії.

На даний час МВ свердловини № 2рe використовуються в санаторії «Червона калина» у розведеному стані для зовнішнього застосування, але не виключається можливість їх використання і в природному стані, а також у розведенні для внутрішнього застосування.

Отже, щодо МВ зі свердловини № 2рe Жобринського родовища були розроблені комплексні кондиції з перспективою розширення спектру медичного використання МВ.

Головні висновки. Проведений аналіз чітко демонструє, що зміна хімічного складу мінеральних вод під час експлуатації свердловин є прямим наслідком переходу режиму функціонування родовища з природного на техногенний. Цей перехід призводить до зміни напрямків руху підземних вод і порушення природного водного балансу експлуатаційного водоносного горизонту. Тобто, зміни в хімічному складі води відбуваються внаслідок підтягування води з суміжних водоносних горизонтів або водотривів. Темп цих змін безпосередньо залежить від режиму експлуатації, ємнісних і фільтраційних характеристик водоносних горизонтів і водотривів:

1. На родовищах з малою ємністю водоносних порід зміни хімічного складу води відбуваються за короткий період. Прикладом є Лісарнянське родовище, де суттєві зміни складу води після припинення самовиливу та його відновлення відбулися у межах місяця.

2. На родовищах з великою ємністю експлуатаційних горизонтів (наприклад, порово-пластовий бучацький горизонт Поліхівського родовища) суттєві зміни складу МВ, незалежно від джерела некондиційних вод, розтягуються на багато років.

Окрім ємності, темп зміни якості води суттєво залежить від конструктивних особливостей каптажних споруд (свердловин). Так, якщо свердловинами відкривається два водоносних горизонти (як у Солонолиманському та Жобринському родовищах) або більше окремих зон водопритоків (як у Лісарнянському родовищі), то зміни складу води відбуваються у малопрогнозованому режимі. Це підкреслює необхідність постійного та ретельного контролю якісних показників мінеральних вод.

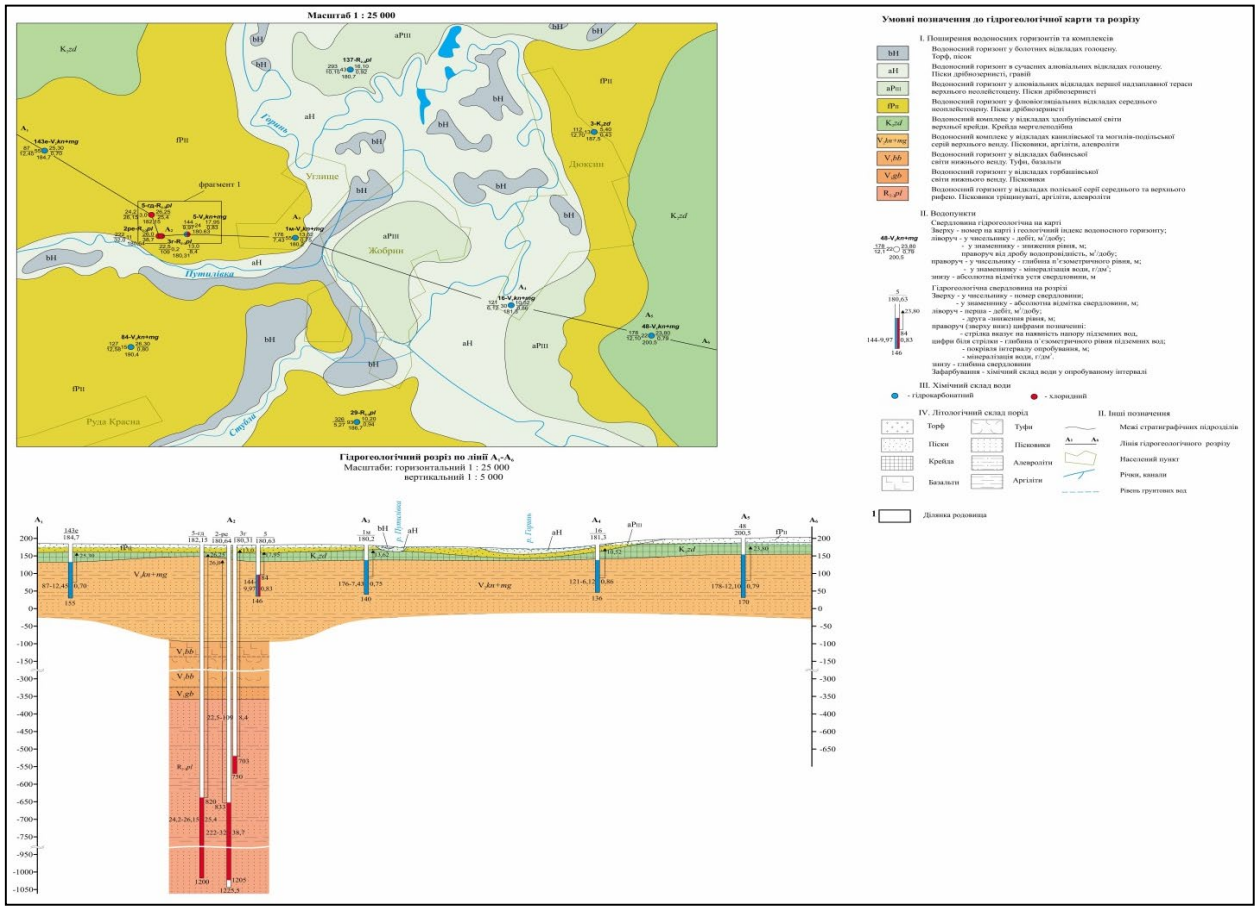

Рис. 9. Гідрогеологічна карта з розрізом ділянки Жобринського родовища мінеральних вод (за матеріалами ДП «Українська геологічна компанія», м. Рівне)

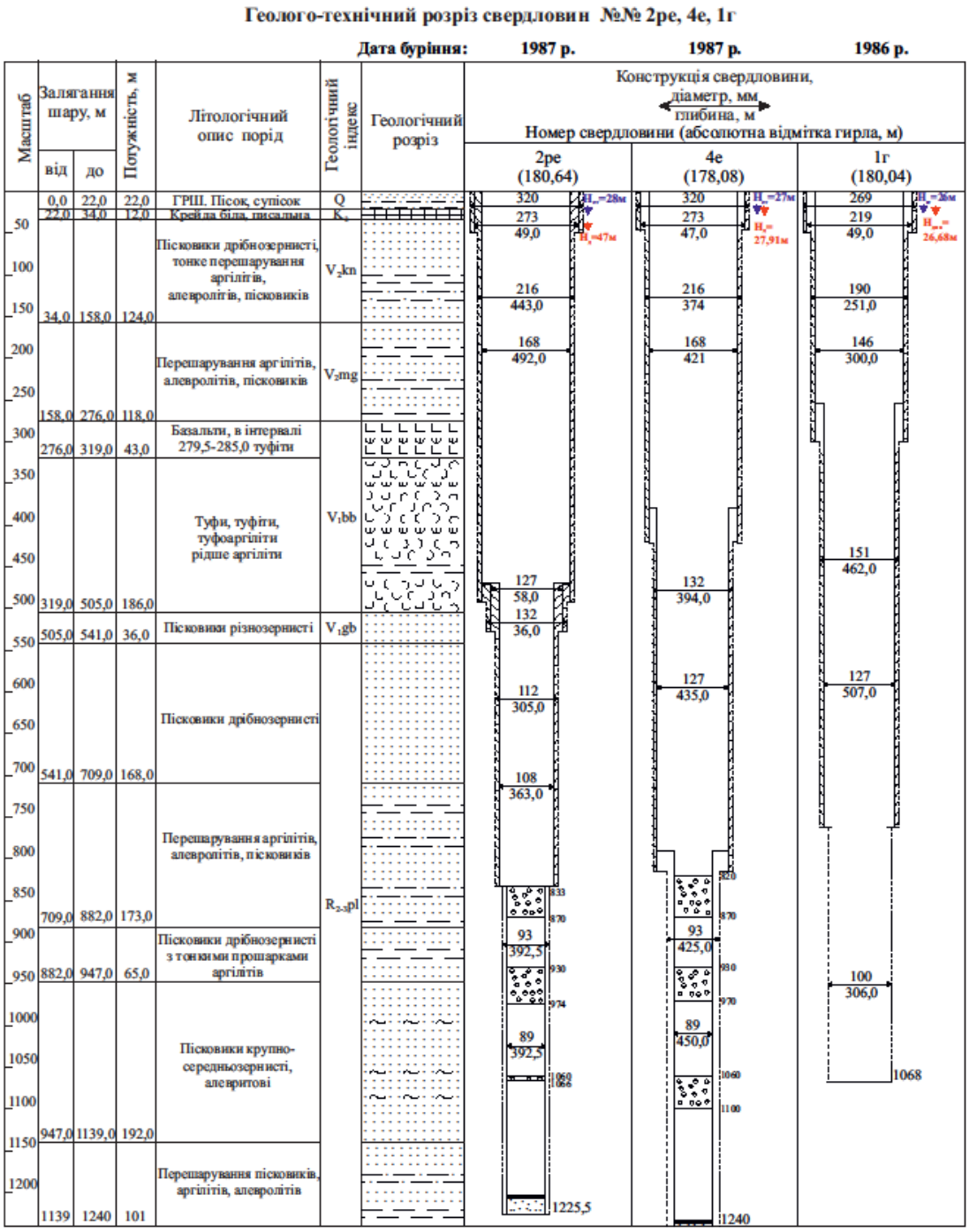

Рис. 10. Геологічний розріз і конструкція свердловини № 2ре

Попри складність прогнозування в таких випадках, наявність матеріалів достатньо тривалої експлуатації родовищ надає можливість:

1. Прогнозувати якісні характеристики підземних вод на основі аналізу часових рядів даних.

2. Розробляти рекомендації щодо раціональних режимів експлуатації, які мінімізуватимуть небажані зміни складу води.

3. Формулювати обґрунтовані кондиції якісного складу мінеральних вод, адаптовані до динамічних умов експлуатації родовищ підвищеної категорії складності.

Таким чином, для забезпечення стабільної якості МВ необхідно враховувати як гідрогеологічні характеристики родовища (ємність, фільтраційні характеристики, взаємозв'язок горизонтів), так і технічні особливості каптажних споруд, впроваджуючи безперервний моніторинг та адаптивні режими експлуатації.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати дослідження та сфор-

мульовані рекомендації можуть бути використані надрокористувачами й проєктними організаціями для стабілізації якісного складу мінеральних вод і запобігання їхньому техногенному забрудненню. Крім того, розроблений комплексний підхід слугуватиме методологічною базою під час проведення геолого-економічної оцінки та моніторингу аналогічних родовищ зі складними умовами формування мінеральних вод, приурочених до різних геологічних структур.

Література

1. Про затвердження Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ мінеральних підземних вод : Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 14 берез. 2002 р. № 32. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0320-02 (дата звернення: 05.09.2026).
2. Про затвердження Порядку здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02 черв. 2003 р. № 243. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0752-03 (дата звернення: 07.09.2026).
3. Petraccia L., Liberati G., Masciullo S. G., Grassi M., Fraioli A. Water, mineral waters and health. *Clinical Nutrition*. 2006. Vol. 25, № 3. P. 377–385. DOI: https://doi.org/10.1016/j.clnu.2005.10.002
4. Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters (Recast) (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 2009. L 164. P. 45–58. URL: http://faolex.fao.org/docs/pdf/eur88493.pdf (дата звернення: 10.09.2026).
5. Quattrini S., Pampaloni B., Brandi M. L. Natural mineral waters: chemical characteristics and health effects. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*. 2017. Vol. 13, № 3. P. 173–180. DOI: https://doi.org/10.11138/ccmbm/2016.13.3.173
6. Водний кодекс України : Закон України від 06 черв. 1995 р. № 213/95-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 24. Ст. 189. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр (дата звернення: 10.09.2026).
7. Кодекс України про надра : Закон України від 27 лип. 1994 р. № 133/94-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 36. Ст. 340. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-вр (дата звернення: 10.09.2026).
8. Водна стратегія України на період до 2050 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09 груд. 2022 р. № 1134-р. *Урядовий кур'єр*. 2022. № 267. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-р (дата звернення: 12.09.2026).
9. Про питну воду та питне водопостачання : Закон України від 10 січ. 2002 р. № 2918-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2002. № 16. Ст. 112. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14 (дата звернення: 12.09.2026).
10. Zha X., Hernandez H., Padilla F., et al. Status of seawater intrusion in Mexico: A review. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2025. Vol. 57. Art. 102189. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102189
11. Bocanegra E., Da Silva G. C., Custodio E., et al. State of knowledge of coastal aquifer management in South America. *Hydrogeology Journal*. 2010. Vol. 18. P. 261–267. DOI: https://doi.org/10.1007/s10040-009-0520-5
12. Werner A. D. A review of seawater intrusion and its management in Australia. *Hydrogeology Journal*. 2010. Vol. 18. P. 281–285. DOI: https://doi.org/10.1007/s10040-009-0465-8
13. Steyl G., Dennis I. Review of coastal-area aquifers in Africa. *Hydrogeology Journal*. 2010. Vol. 18. P. 217–225. DOI: https://doi.org/10.1007/s10040-009-0545-9
14. Chaouni Alia A., El Halimi N., Walraevens K. Investigation de la salinisation de la plaine de Bou-Areg (Maroc nord-oriental). *Freshwater Contamination* / IAHS Publication. 1997. Vol. 243. P. 211–220. URL: https://biblio.ugent.be/publication/270355
15. El Halimi N., Chaouni Alia A., Beeuwsaert E., Walraevens K. Hydrogeological and Geophysical Investigation for Characterizing the Groundwater Reservoir in Saidia Plain (north-eastern Morocco). *Water*. 2018. Vol. 10, № 2. Art. 143. DOI: https://doi.org/10.3390/w10020143
16. Lamrini A., Beeuwsaert E., Walraevens K. Contribution to the characterization of the Martil Coastal Aquifer System. Development of Water Resource Management Tools for Problems of Seawater Intrusion and Contamination of Fresh-Water Resources in Coastal Aquifers / Walraevens, K. (ed.). Gent : Ghent University, 2000. P.76-81. URL: https://biblio.ugent.be/publication/139857
17. Kouzana L., Ben Mammou A., Felfoul M. S. Seawater intrusion and associated processes: Case of the Korba aquifer (Cap-Bon, Tunisia). *Comptes Rendus Géoscience*. 2009. Vol. 341, № 1. P. 21–35. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crte.2008.09.008
18. Imerzoukene S., Walraevens K., Feyen J. Salinization of the coastal and eastern zones of the alluvial and unconfined aquifer of the Mitidja Plain (Algeria). *Proceedings of the 13th Salt Water Intrusion Meeting* (Cagliari, Italy, 5–9 June 1994). Cagliari, 1994. P. 163–175. URL: http://www.swim-site.nl/pdf/swim13/20120516104646388.pdf
19. Van Camp M., Mjemah I. C., Alfarrah N., Walraevens K. Modeling approaches and strategies for data-scarce aquifers: Example of the Dar es Salaam aquifer in Tanzania. *Hydrogeology Journal*. 2013. Vol. 21. P. 341–356. DOI: https://doi.org/10.1007/s10040-012-0908-5
20. Walraevens K., Mjemah I. C., Mtoni Y., Van Camp M. Sources of salinity and urban pollution in the Quaternary sand aquifers of Dar es Salaam, Tanzania. *Journal of African Earth Sciences*. 2015. Vol. 102. P. 149–165. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.11.003
21. Oude Essink G. H. P. Saltwater intrusion in 3D large-scale aquifers: a Dutch case. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: hydrology, oceans and atmosphere*. 2001. Vol. 26. P. 337–344. DOI: https://doi.org/10.1016/S1464-1909(01)00016-8
22. Vandenbohede A., Walraevens K., De Breuck W. What does the interface on the fresh-saltwater distribution map of the Belgian coastal plain represent? *Geologica Belgica*. 2015. Vol. 18, № 1. P. 31–36. URL: https://biblio.ugent.be/publication/8030743
23. Alcala F. J., Custodio E. Using the Cl/Br ratio as a tracer to identify the origin of salinity in aquifers in Spain and Portugal. *Journal of Hydrology*. 2008. Vol. 359, № 1/2. P. 189–207. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.06.028
24. Custodio E. Coastal aquifers of Europe: An overview. *Hydrogeology Journal*. 2010. Vol. 18, № 1. P. 269–280. DOI: https://doi.org/10.1007/s10040-009-0496-1

25. De Montety V., Radakovitch O., Vallet-Coulomb C. Origin of groundwater salinity and hydrochemical processes in a confined coastal aquifer: Case of the Rhône delta (Southern France). *Applied Geochemistry*. 2008. Vol. 23, issue 8. P. 2337–2349. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.03.011
26. Бабов К. Д., Погребний А. Л. Обґрунтування довідки про кондиції на мінеральні води свердловин № 4-К та № 242-Р с. Шаян Хустського району Закарпатської області на етапі переоцінки експлуатаційних запасів ділянки Шаянського родовища : звіт / ДУ «Укр. НДІ МР та К МОЗ України». Одеса, 2019. 91 с. № держреєстрації: 0119U003542.
27. Цуркан О. І., Погребний А. Л. Обґрунтування довідки про кондиції на мінеральні води свердловини № 2-Д с. Шаян Хустського району Закарпатської області (ділянка Шаянського родовища) на етапі переоцінки експлуатаційних запасів : звіт / ДУ «Укр. НДІ МР та К МОЗ України». Одеса, 2022. 44 с. № держреєстрації: 0121U114033.
28. Бабов К. Д., Цуркан О. І., Погребний А. Л. Обґрунтування та розробка довідки про кондиції на мінеральні води свердловини № 11-Т Лісарнянського родовища Мукачівського району Закарпатської області : звіт / ДУ «Укр. НДІ МР та К МОЗ України». Одеса, 2020. 42 с. № держреєстрації: 0120U003531.
29. Цуркан О. І., Погребний А. Л. Обґрунтування довідки про кондиції на мінеральні води свердловин № 1375 та № 1359 с. Вербки Павлоградського району Дніпропетровської області : звіт / ДУ «Укр. НДІ МР та К МОЗ України». Одеса, 2022. 71 с. № держреєстрації: 0121U112707.
30. Цуркан О. І., Олійник Н. П. Обґрунтування довідки про кондиції на мінеральні води свердловини № 25е с. Новотроїцьке Новомосковського району Дніпропетровської області : звіт / ДУ «Укр. НДІ МР та К МОЗ України». Одеса, 2021. 47 с. № держреєстрації: 0119U003528.
31. Бабов К. Д., Цуркан О. І., Погребний А. Л. Обґрунтування довідки про кондиції на мінеральні води свердловини № 2ре с. Жобрин Рівненського району Рівненської області на етапі повторної оцінки експлуатаційних запасів : звіт / ДУ «Укр. НДІ МР та К МОЗ України». Одеса, 2021. 42 с. № держреєстрації: 0120U003430.

Дата першого надходження статті до видання: 20.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026