

УДК 551.497

І. В. САНІНА, завідувач сектору регіональних гідрогеологічних досліджень (Український державний геологорозвідувальний інститут), ekogeol@ukr.net, ORCID-0000-0002-6592-9625,

Г. Г. ЛЮТИЙ, канд. геол.-мінерал. наук, провідний науковий співробітник (Український державний геологорозвідувальний інститут), ekogeol@ukr.net

ДОСВІД ВИКОНАННЯ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД У СКЛАДНИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ВИГОРЛАТ-ГУТИНСЬКОГО ПАСМА

Розглянуто досвід оцінки експлуатаційних запасів підземних вод Киблярського родовища, приуроченого до вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма. Гідрогеологічні умови території, де розміщується родовище, складні й вивчені недостатньо. У геологічному розрізі переважають невитримані тріщинні колектори, геофільтраційні властивості підземних вод визначаються наявністю нерівномірної ендо- та екзогенної тріщинуватості водовмісних порід, що, у свою чергу, визначає нерівномірний ступінь їх обводнення як за площею, так і на глибину.

За результатами геологічного вивчення родовища Кибляри, яке виконали фахівці УкрДГРІ, було схематизовано гідрогеологічні умови, встановлено джерела формування експлуатаційних запасів підземних вод, проведено дослідно-фільтраційні роботи, визначено розрахункові параметри та підраховано експлуатаційні запаси підземних вод родовища.

Ключові слова: експлуатаційні запаси підземних вод, води тріщинних зон вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма, хімічний склад підземних вод, уміст кремнію.

Sanina I. V., head of the section of regional hydrogeological field studies (Ukrainian State Geological Research Institute), ekogeol@ukr.net, Lyutyi G. G., leading researcher, candidate of geological-mineralogical sciences (Ukrainian State Geological Research Institute), ekogeol@ukr.net
EXPERIENCE OF THE EVALUATION OF THE GROUND WATER EXPLOITATION RESERVES IN THE DIFFICULT HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE VYGORLAT-GUTA'S RIDGE

The experience of the implementation of operational assessment of groundwater resources of the Kiblyary's deposit is demonstrated. This deposit is located in the volcanic rocks of the Ridge Vygortat-Huta. Hydrogeological study of the area, where the Kiblyary's deposit is located, is insufficient. The area has a very complicated hydrogeological conditions. It is dominated by unrestrained fissure reservoirs, hydro-geological conditions of formation of underground waters are defined by the presence of endogenous and exogenous non-uniform fractured rocks containing underground water. These factors create the conditions for the uneven watering rocks in area and depth.

Specialists of the UkrSGR carried out geological exploration Kiblyarys deposit: completed the necessary studies, schematized hydrogeological conditions, determine the source of the formation of operational assessment of groundwater resources, determined the design parameters and the estimated operating reserves of underground water deposits.

Keywords: operational assessment of groundwater resources, water of cracks zones of volcanic rocks of the Ridge Vygortat-Huta, the chemical composition of groundwater, the content of silicon.

Вступ

У статті описано досвід договірних робіт між УкрДГРІ та ТОВ "ХІПП-Ужгород" щодо оцінки експлуатаційних запасів підземних вод Киблярського родовища, приуроченого до вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма, що відзначаються складними геологічними, тектонічними та гідрогеологічними умовами.

Загалом на цей час у межах Закарпатського внутрішнього прогину тільки у двох із 24 розвіданих об'єктів для забезпечення потреб водоспоживання як цільовий вибрано водоносний горизонт у тріщинуватих андезитах (мм. Іршава, Мукачеве). Переважна ж більшість родовищ підземних вод із затвердженими запасами приурочена до дуже поширеного алювіального четвертинного водоносного горизонту, складеного валунно-гальковими відкладами [2].

Свердловину № 1-Кибляри пробурено в 1992 р. для забезпечення господарсько-питних потреб підприємства ТОВ "ХІПП-Ужгород"; розливу води в пляшки під назвою "Бєбі-віта"; а також технологічних потреб – виготовлення харчових продуктів для дітей.

Обумовлені технічним завданням перспективні потреби замовника становлять 75 м³/добу. Експлуатаційні запаси підземних вод родовища не затверджували. Сучасний обсяг води, яку видобувають в переривчастому режимі на родовищі, відрізняється стабільністю й коливається переважно в межах 10–20 м³/добу (рис. 1).

Гідрогеологічні умови району робіт

Киблярське родовище приурочене до південного схилу низькогірського Вигорлат-Гутинського пасма з характерним горбисто-пасмовим рельєфом з невеликим нахилом на південь до Закарпатської низовини. Воно облямовує з північного заходу Чоп-Мукачівську котловину, яка є структурним елементом Закарпатської низовини.

Особливості геологічної будови та тектонічних умов родовища визначають характер обводнення та фільтраційні властивості гідрогеологічних підрозділів. Гідрогеологічні умови території досліджень досить складні і відрізняються невитриманим поширенням водоносних шарів, дуже складними взаємовідносинами їх у розрізі й нерівномірним обводненням у просторі водовмісних порід, представлених переважно ефузивними утвореннями: андезитами, андезито-дацитами та андезито-базальтами.

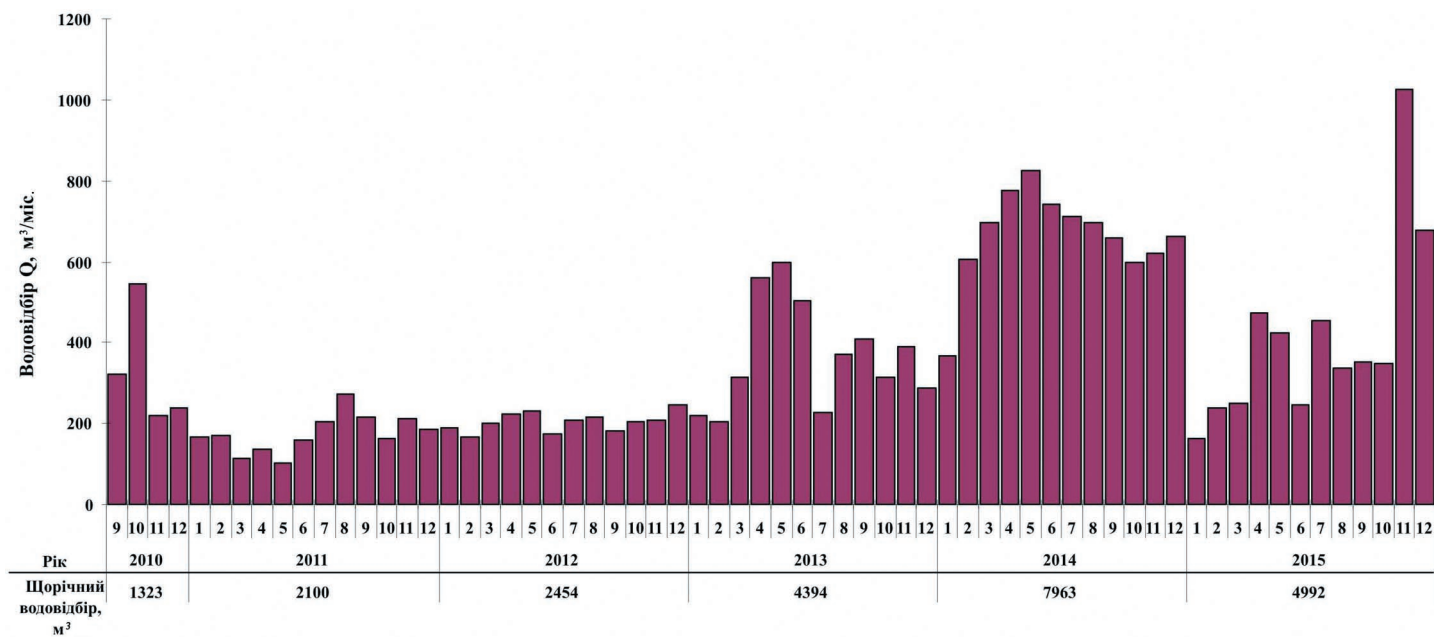


Рис. 1. Щомісячний водовідбір зі свердловини № 1-Кибляри впродовж 2010–2015 років

Родовище оточене численними компактними, близькими до ізометричних стратовулканами й екструзивно-шатровими структурами, у центральних частинах яких розвинуті інтрузії габро-порфіритів, діоритових і кварц-діоритових порфіритів, субінтрузивні, субвулканічні тіла помірно кислого складу, гідротермально змінені породи, що часто знаходять відображення в контрастних аномаліях магнітного поля. Зокрема, дайка середньоосновного складу закартована поруч зі свердловиною № 1-Кибляри Киблярського родовища питних підземних вод. Усі прилегли до вулканічних структур схили ускладнені численними розломами, які зорієнтовані концентрично щодо цих структур [3].

У породах Вигорлат-Гутинського пасма, як правило, виділяють два водоносні горизонти: верхній, як результат впливу екзогенних процесів на приповерхневу частину вулканогенних порід, що приводить до утворення екзогенної тріщинуватості, і нижній, приурочений до зон сингенетичної тріщинуватості ефузивних відкладів, пов'язаної із швидким охолодженням лавових потоків. До останнього зі цих водоносних горизонтів, розкритим свердловиною № 1-Кибляри

в тріщинуватих дрібнопорфірових андезитах в інтервалі 56,0–70,0 м, зокрема, приурочена ділянка Киблярського родовища (рис. 2). Зона тріщинуватості, з якою пов'язане родовище, перекрита товщею суцільних андезитів, перешарованих з гравійними туфами андезитового складу, які відзначаються водотривкими властивостями. Водоносний горизонт напірний, статичний рівень встановився на глибині 9,0–9,5 м від поверхні землі, величина напору сягає 46,5 м. Загальна структура поширення водоносного горизонту у вулканітах Вигорлат-Гутинського пасма в межах родовища Кибляри нагадує пласт-смугу.

Умови проведення робіт

Гідрогеологічні умови території досліджень вивчено недостатньо. Фактично в межах Киблярського родовища питних підземних вод на дакій-румунські вулканіти пробурено лише одну свердловину № 1-Кибляри (фото, рис. 2). Тому розв'язання поставлених завдань, насамперед визначення гідрогеологічних параметрів, можна було пов'язувати лише з аналізом геологічного розрізу, розкритого свердловиною, а також з результатами проведених дослідно-фільтраційних робіт.

Для вирішення поставленої перед виконавцями робіт з геологічного вивчення мети зі свердловини № 1-Кибляри було проведено дослідну відкачку з дебітом 180 м³/добу тривалістю три доби, а також дві дослідно-експлуатаційні переривчасті відкачки з витратами 50 і 80 м³/добу тривалістю відповідно 20 і 24 доби. Зазначені роботи дали змогу в складних гідрогеологічних умовах отримати дані для достовірної схематизації природних умов і розрахунку експлуатаційних запасів підземних вод. Результати дослідної відкачки використано для визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів. Дані переривчастих дослідно-експлуатаційних відкачок дали можливість обґрунтувати оцінку експлуатаційних запасів гідравлічним методом.

Результати досліджень

У дуже складних гідрогеологічних умовах фільтраційної неоднорідності водоносного горизонту в процесі обробки матеріалів дослідно-фільтраційних робіт застосовано



Фото. Надкаптажна споруда свердловини № 1-Кибляри

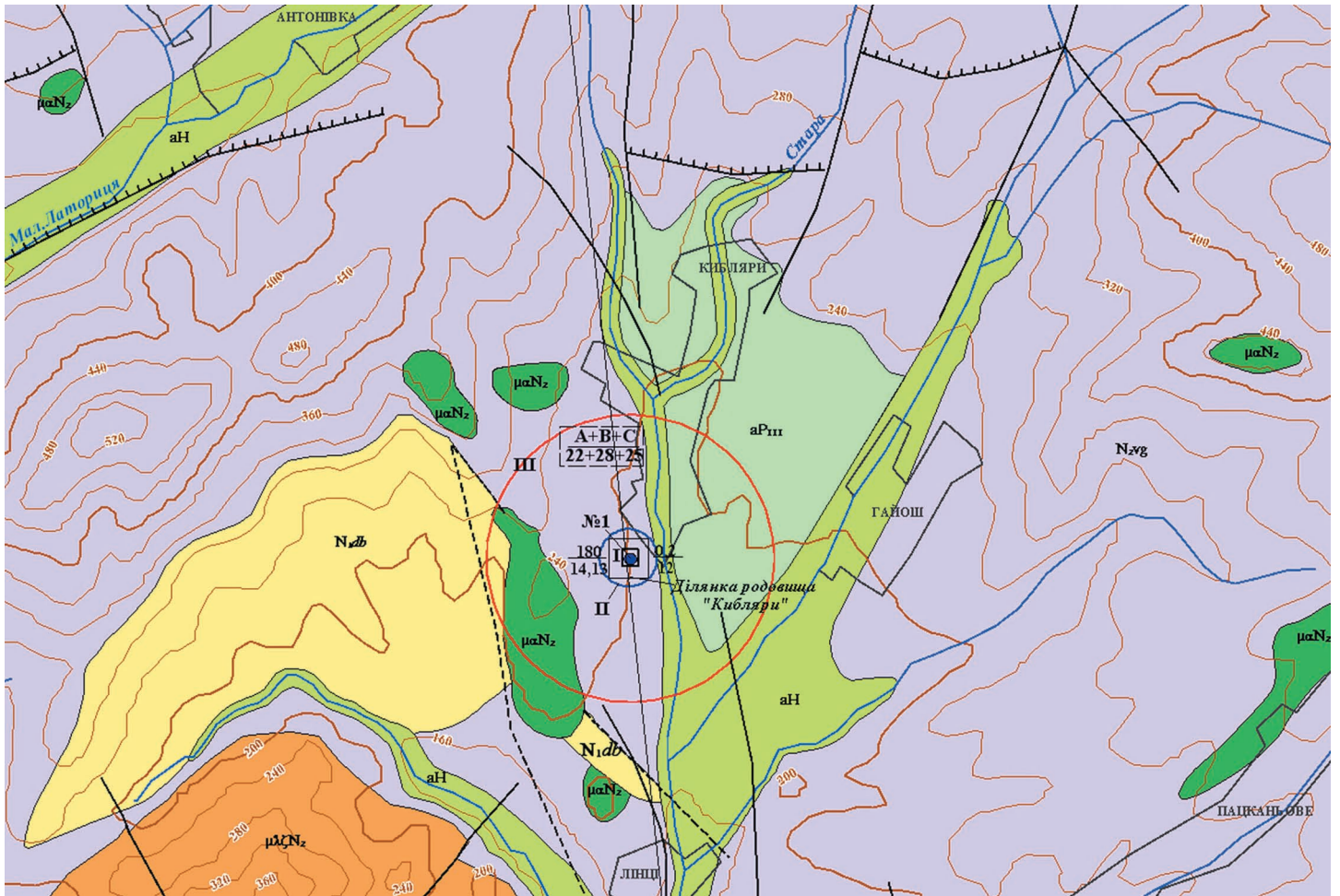


Рис. 2. Гідрогеологічна карта Ки́блярського родовища

нестандартні підходи та отримано результати, які мають наукове й практичне значення:

1. Із застосуванням розробок УкрДГРІ [4] за даними одиночної відкачки оцінено додаткове зниження рівня, зумовлене фільтраційною недосконалістю свердловини.

Про наявність суттєвого фільтраційного опору свердловини свідчить той факт, що в перші три хвилини після початку проведення дослідної відкачки зниження рівня підземних вод досягло 9,95 м при загальному зниженні рівня наприкінці відкачки 12,66 м. Проведеними обчисленнями за результатами обробки матеріалів відкачки визначено, що зниження, зумовлене фільтраційною недосконалістю свердловини, становить 9,42 м. Тобто реальне зниження становить $12,66 - 9,42 = 3,24$ м.

2. За даними одиночної дослідної відкачки із застосуванням розробок УкрДГРІ [4] визначено коефіцієнт п'єзопровідності, хоча в гідрогеологічній практиці цей коефіцієнт, як правило, визначається за результатами дослідної кущової відкачки.

Як відомо, за результатами дослідних відкачок із одиночних свердловин методом Джейкоба неможливо визначити коефіцієнти п'єзопровідності, оскільки цьому заважає невизначеність фільтраційної недосконалої свердловини. У разі, коли цей показник визначено, розрахунок коефіцієнта п'єзопровідності після проведення певних перетворень здійснюється за формулою Тейса

$$\lg a = \frac{kmS}{0,183Q} - \lg 2,25 - \lg t + 2 \lg r, \quad (1)$$

де a – коефіцієнт п'єзопровідності, м²/добу;

km – достовірне значення коефіцієнта водопровідності, м²/добу;

S – зниження рівня, м;

Q – дебіт, м³/добу;

t – час проведення відкачки у квазістаціонарному режимі, доба;

r – радіус водоприймальної частини свердловини, м.

Розрахункова величина коефіцієнта п'єзопровідності становила $5,4 \cdot 10^5$ м²/добу.

3. В умовах складної фільтраційної неоднорідності водонесних порід було виконано схематизацію водоносного горизонту. При цьому реальна ширина вулканогенно-інтрузивних порід Вигорлат-Гутинського пасма в перетині Ки́блярського родовища становить 22 км. Але для розрахункової схематизації природних умов під час оцінки запасів гідродинамічним методом було враховано ширину смуги, достовірно охарактеризовано даними переривчастої відкачки з витратами 80 м³/добу.

Зазначена відкачка протягом 17 діб проходила за умови постійного зниження рівня. При цьому характер побудованого за даними відновлених рівнів графіка в координатах S - $\lg t$ підтверджує, що протягом цих 17 діб відкачки вплив контуру $Q=0$ не був зафіксований, а графік відповідає умовам безмежного пласта. За цей період радіус впливу відкачки досяг $R = 1,5\sqrt{at} = 1,5\sqrt{5,4 \cdot 10^5 \cdot 17} = 4550$ м, а діаметр депресійної воронки – 9,1 км. Таким чином, наявність пласта-смуги за ширишки 4550 м можна вважати доведеною результатами відкачки.

4. Уперше за даними одиночної відкачки визначено обсяг динамічних ресурсів, які перехоплено під час проведення до-

слідної відкачки. Їх кількість становить близько 10 % від загального дебіту відкачки в кількості 180 м³/добу.

Крім того, проведеними роботами було детально вивчено якісні показники підземних вод родовища та підтверджено стабільність хімічного складу води в процесі експлуатації. Результати досліджень дали змогу зробити висновок, що за всіма показниками хімічного складу підземні води цього родовища задовольняють вимоги ДСанПІН 2.2.4-171-10, за винятком вмісту кремнію [1]. Узагальнені хімічні дані по воді свердловини № 1-Кибляри наведено в таблиці. За даними різних лабораторій вміст цього компонента у воді несталий і змінюється від 13,0 до 52 мг/дм³, що в 1,5–5,0 разів перевищує нормативні показники. Нестабільність вмісту кремнію значною мірою залежить від обсягів водовідбору, збільшуючись від 15–30 мг/дм³ при відборі 10–20 м³/добу до 52 мг/дм³ при відборі 80 м³/добу. Зазначена обставина дає змогу пов'язувати вказані процеси – збільшення водовидобутку і відповідно збільшення вмісту кремнію, хоча такий зв'язок може бути непрямим. Можливо, тут має значення й часовий чинник. Але стає очевидним, що використовувати воду зазначеного родовища для дитячого харчування можна тільки після відповідної підготовки, тобто треба провести декременізацію.

Варто так само зазначити, що при стабільності показника сухого залишку (130–170 мг/дм³) співвідношення окремих макрокомпонентів часто змінюється. Це призводить до того, що вода свердловини за показниками хімічного складу кваліфікується як гідрокарбонатна, а в окремих випадках хлоридно-гідрокарбонатна, натрієво-магнієво-кальцієва і каль-

цієво-магнієва. Але подібна строкатість для маломінералізованих вод є закономірною, урахувавши досить строкатий мінералогічний склад вулканітів, в яких ця вода фільтрується.

Потрібно звернути увагу на низький вміст сухого залишку, який, як правило, не перевищує 0,2 г/дм³, що пов'язано з інфільтраційними умовами живлення водоносного горизонту. Так само при цьому чималу роль відіграє хімічна інертність водовмісних порід: андезитів і дацитів, тоді як мінералогічний склад порід визначає відповідні хімічні показники підземних вод. Зокрема, йдеться про те, що водовмісні породи складаються переважно з плагіоклазів – натрій-кальцієвих алюмосилікатів NaAlSi₃O₈ – CaAl₂Si₂O₈. Крім того, формування хімічного складу води в умовах безпосереднього контакту з алюмосилікатами підтверджується наявністю в цій воді значного вмісту кремнію до 50 мг/дм³, що є характерним для всього району Вигорлат-Гутинського пасма. Не виключено, що у формуванні хімічного складу води беруть участь і калінатрові польові шпати (K,Na)AlSi₃O₈, про що свідчить наявність у воді калію. Утворення гідрокарбонатного іона можна, очевидно, пов'язувати з реакцією повітряного кисню, розчиненого в інфільтраційних водах, з органікою ґрунтів, що призводить до утворення вугільної кислоти, яка в подальших хімічних перетвореннях збагачує воду гідрокарбонатним іоном. Можна передбачити, що такі умови загалом забезпечуватимуть стабільність вмісту макрокомпонентів у воді горизонту тріщинуватих вулканітів.

Завдяки дослідженням визначено, що формування запасів підземних вод у тріщинуватій зоні вулканітів Вигорлат-

Таблиця. Узагальнені хімічні дані по воді свердловини № 1-Кибляри

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи	Фактичні показники	
				max	min
1	Запах	бали	≤2	1	0
2	Забарвленість	градуси	≤20(35)	5	0
3	Каламутність	1 НОК 0,58 мг/дм ³	≤2,6(3,5)	02	0
4	Смак	бали	≤2	0	0
5	Водневий показник	одиниці рН	6,5–8,5	7,3	6,5
6	Залізо загальне	мг/дм ³	≤ 0,2(1,0)	0,15	0,05
7	Загальна твердість	ммоль/дм ³	≤7,0(10,0)	1,8	1,2
8	Кальцій	мг/дм ³	–	32,0	16,0
9	Магній	мг/дм ³	–	14,0	0,5
10	Марганець	мг/дм ³	≤0,05(0,5)	0,05	0,01
11	Мідь	мг/дм ³	≤1,0	0,04	0,004
12	Поліфосфати (за PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	≤3,5	0,05	0,01
13	Сульфати	мг/дм ³	≤250(500)	12,0	0,1
14	Сухий залишок	мг/дм ³	≤1000(1500)	170,0	130,0
15	Хлориди	мг/дм ³	≤250(350)	14,2	3,5
16	Цинк	мг/дм ³	≤1,0	0,05	0,003
17	Амоній	мг/дм ³	≤0,5(2,6)	0,2	0,05
18	Кадмій	мг/дм ³	≤0,001	0,001	–
19	Кремній	мг/дм ³	≤10	13,3–52,0	0,05
20	Арсен	мг/дм ³	≤0,01	0,01	0,005
21	Молібден	мг/дм ³	≤0,07	0,002	–
22	Натрій	мг/дм ³	≤200	30,5	5,0
23	Нітрати	мг/дм ³	≤50,0	19,0	0,5
24	Нітриди	мг/дм ³	≤0,5(0,1)	0,02	0,003
25	Ртуть	мг/дм ³	≤0,0005	0,0001	–
26	Свинець	мг/дм ³	≤0,01	0,002	0,001
27	Фториди	мг/дм ³	≤0,7–1,5	0,2	0,04
28	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	≤5,0	3,84	0,2

Гутинського пасма загалом здійснюється способом інфільтрації атмосферних опадів, що підтверджено результатами переривчастих дослідно-експлуатаційних відкачок з витратами 50 і 80 м³/добу, хоча безпосередньо на ділянці розміщення свердловини № 1-Кибляри, інфільтраційне живлення малоїмовірне, оскільки тут водоносний горизонт перекритий слабопроникною товщею, яка, власне, й зумовлює напори в горизонті на рівні 46,0–47,0 м. Живлення водоносного горизонту відбувається способом інфільтрації атмосферних опадів на схилах Маковицької, Хотарської, Синяцької, Остравської та інших вулканоструктур.

За результатами проведених робіт оцінено й затверджено ДКЗ України експлуатаційні запаси підземних вод родовища Кибляри в кількості 75 м³/добу за сумою категорій А+В+С₁. Межі Киблярського родовища визначено по контуру другого поясу зони санітарної охорони, тобто в радіусі 178 м від свердловини № 1-Кибляри [5].

Висновки

За результатами виконаних робіт:

– Доведено можливість здійснення експлуатаційного водовідбору в кількості 75 м³/добу, що забезпечило потреби замовника.

– Визначено межі родовища, якими вважають границі другого поясу ЗСО (R=178 м).

– Для складних умов родовища за даними відкачки зі свердловини № 1-Кибляри отримано значення коефіцієнта п'єзопровідності; оцінено додаткове зниження рівня, зумовлене фільтраційною недосконалістю свердловини; визначено обсяг динамічних ресурсів, які були перехоплені під час проведення цієї відкачки; водоносний горизонт схематизовано у вигляді пласта-смуги.

– За результатами буріння свердловини й дослідної відкачки геологічні умови формування Киблярського родовища питних підземних вод визначено як дуже складні (третя група).

– Киблярське родовище питних підземних вод оцінено й підготовлено для подальшого промислового використання.

– Високий уміст у підземних водах кремнію потребує проведення обов'язкової декременизації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПН 2.2.4-171-10).

2. Жарнікова Р. С., Петрик В. М. Геолого-економічна оцінка ділянки водозабору питних підземних вод "Росвигово-1" Мукачівського родовища з підрахунком експлуатаційних запасів на 01.02.2011 р. – Укргеолфонд. – 2011.

3. Зобков А. В., Лискевич Я. Б., Кунда З. А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые листов М-34-129-А, В и М-34-117-Г. – Берегово, 1972. – С. 16–167.

4. Лютий Г. Г. Визначення коефіцієнта п'єзопровідності за даними дослідних відкачок із одиночних гідрогеологічних свердловин// Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2009. – № 1–2. – С. 82–85.

5. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. – М., 1983. – С. 79–82.

REFERENCES

1. State sanitary norms and rules. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption (DSanPIN 2.2.4-171-10). (In Ukrainian).

2. Zharnikova R. S., Petryk V. M. Geological and economic evaluation of area of intake drinking groundwater "Rosvyhovo-1" of Mukachevo's

deposit with the calculation of groundwater exploitation reserves as of 02.01.2011. – Ukrheolfond. – 2011. (In Ukrainian).

3. Zobkov A. V., Liskevich Ya. B., Kunda Z. A. i dr. Geological structure and minerals sheets M-34-129-A, B and M-34-117-G. – Beregovo, 1972. – P. 16–167. (In Russian).

4. Lyutyi G. G. Determination of pyezoconductances coefficient according to research pumping from the single hydrogeological well// Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2009. – № 1–2. – P. 82–85. (In Ukrainian).

5. Recommendations for hydrogeological calculations to determine the boundaries of 2 and 3 zones of sanitary protection of underground sources of drinking water supply. – Moskva, 1983. – P. 79–82. (In Russian).

Р у к о п и с о т р и м а н о 12.09.2016.