



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.302003>

ЕКОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІВДЕННОЇ ДІЛЯНКИ БАЛАХІВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАФІТУ

Тетяна КОШЛЯКОВА¹, Ірина КУРАЄВА¹, Валентин ВЕРХОВЦЕВ²,
Юрій ТИЩЕНКО², Олена ДЕРЮГІНА¹

¹Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
пр. Акад. Палладіна, 34, Київ-142, 03142, Україна

²Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України
пр-т Академіка Палладіна, 34а, Київ-142, 03142, Україна

e-mail: tatianakoshliakova@gmail.com

Анотація

В роботі представлені результати моніторингових досліджень, спрямованих на встановлення фонових показників (базового стану) якості поверхневих та підземних вод Південної ділянки Балахівського родовища графіту. Натурні вишукування включали відбір зразків води з колодязів та поверхневих водотоків і водойм. Актуальність проведених досліджень полягає в необхідності встановлення фонових значень основних показників хімічного складу природних вод на території потенційного впливу гірничих підприємств. З отриманих результатів проб води можна констатувати, що якість води в цілому гірша у досліджених свердловинах в с. Олександрівка, с. Пустельникове, смт Балахівка та с. Новий Стародуб, ніж у р. Інгулець і р. Вівнянка й, навіть, у більшості водойм – як в кар'єрних озерах, так і ставках-запрудях. Зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій у поверхневих та підземних водах за такими показниками як Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ та Mn^{2+} . Оцінка якості показала, що обстежені природні води за блоком загальносанітарних показників можна охарактеризувати як «добрі», чисті води прийнятної якості. Встановлена подібність досліджених вод за катіонним складом, натомість у аніонному складі є відмінності: у поверхневих водах переважає гідрокарбонат, у підземних водах – сульфат-іон. У подальшому необхідно проводити моніторингові спостереження за змінами хімічного складу поверхневих та підземних вод Південної ділянки Балахівського родовища графіту при роботі гірничовидобувного підприємства.

Ключові слова: підземні води, поверхневі води, гідрохімічні дослідження, хімічний склад, родовище графіту.

Встановлення базового екологічного стану ключових компонентів навколишнього середовища у зоні впливу гірничих підприємств є вкрай важливим науковим завданням. Графітова продукція підприємств України за якістю відповідає світовому стандарту і експортується в інші країни. Саме тому розробка графітової сировини дає можливість забезпечити економічну стабільність держави. У той же час при розробці корисних копалин може погіршуватися екологічний стан навколишнього середовища. Особливо вразливими є водні ресурси – поверхневі водотоки і водойми, а також підземні води. Як відомо, наразі переважає більшість водоспоживачів України для забезпечення господарсько-питних потреб

використовує поверхневі джерела. Населення 40 % території нашої держави споживає воду, яка не відповідає вимогам вітчизняних нормативних документів. За даними ООН, станом на 2022 рік за якістю питної води Україна займає 66 рядок в рейтингу із 180 країн світу. При цьому щорічно в басейни українських річок скидається близько 9,6 млрд м³ недостатньо очищених стічних вод, з них 2,9–4,0 млрд м³ мають перевищення допустимих концентрацій токсичних сполук у своєму складі. Варто відмітити, що левова частина цих стоків належить підприємствам гірничо-металургійної галузі [1].

Моніторингові польові дослідження проводилися співробітниками Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» восени 2022 р., взимку 2022-2023 рр, навесні та влітку 2023 р. [2]. Під час польових обстежень відбиралися і аналізувалися проби води з поверхневих (річки) і підземних (колодязі) джерел. Для натурних гідрохімічних вимірювань проб води використовувалися портативні прилади: рН-метр Hach SensIon-3, кондуктометр Hach SensIon-5 і оксиметр Hach SensIon-6. Визначено вміст макро- і мікрокомпонентів у пробах води. Всі показники вимірювались за діючими міжнародними стандартами (ISO). Кислотність, загальну жорсткість (вмісти кальцію і магнію), вміст хлоридів визначено титруванням, решту показників спектрофотометром DR 2800 Hach Lange. Вміст натрію та калію (Na⁺ + K⁺) встановлено розрахунком, враховуючи молярні співвідношення катіонів і аніонів. Для лужності (гідрокарбонати), твердості (кальцій і магній), сульфатів, хлоридів, сполук азоту і фосфору відносна похибка δ становить 15-20 %, для решти показників 10-15 %. Мікроелементний аналіз зразків води було здійснено за допомогою методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) на мас-спектрометрі з подвійним фокусуванням іонного променя «ELEMENT-2» фірми «Thermo Scientific» (корпорація Thermo Electron GmbH (Бремен)), що функціонує на базі Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України.

В адміністративному відношенні Південна ділянка Балахівського родовища графіту (місце реалізації планованої діяльності) розташована в Олександрійському районі Кіровоградської області, поблизу с. Балахівка – на території Балахівської селищної ради. З точки зору гідрогеологічного районування територія належить до водоносної системи Українського щита. В межах досліджуваної території поширені три водоносні горизонти, які перебувають у тісному гідродинамічному зв'язку між собою: водоносний горизонт у відкладах четвертинної системи (Q), водоносний горизонт у відкладах сарматського регіоярису верхнього міоцену (Nis), водоносний горизонт у зоні тріщинуватості кристалічних порід і їх кори вивітрювання (PRi). Живлення підземних водоносних горизонтів відбувається шляхом інфільтрації опадів осадовими горизонтами. Розвантаження відбувається в гідромережу – р. Інгулець і його притоки, густу яружно-балкову мережу з тимчасовими водотоками, але, очевидно, за обсягом найбільше – у численні штучні водойми (кар'єрні ставки та запруды), зокрема – у відпрацьований і затоплений Балахівський кар'єр, де до 2004 р. видобувалося буре вугілля.

Гідрогеологічні умови території сприятливі для відкритої розробки родовищ корисних копалин, зокрема – графіту. Безпосередньо в межах ліцензійної площі Південної ділянки Балахівського родовища графіту виділені два водоносних горизонти, які є потенційним джерелом водоприпливу до кар'єру: ненапірний в неогенових пісках та напірний в тріщинуватій зоні кристалічних порід (величина напору до 20 м).

Для уточнення раніше отриманої інформації про еколого-геологічні та гідрохімічні показники навколишнього середовища на території планованої діяльності і поблизу неї, у період з осені 2022 року до літа 2023 року було проведено комплекс польових натурних вишукувань для визначення фонових показників (базового стану) якості довкілля.

На попередньому етапі дослідження автори дослідили загальний хімічний склад досліджуваних вод та виконали порівняльний аналіз. З метою візуалізації загального хімічного складу досліджуваних вод було побудовано діаграму Пайпера (рис. 1) та складено формулу Курлова (табл. 1).

Таблиця 1. Формула Курлова, складена для досліджуваних вод

Поверхневі води	Підземні води
$1,5 \frac{HCO_3^{2-} 38,5 SO_4^{2-} 37 Cl^{-} 24,5}{(Na^{+} + K^{+}) 46,7 Ca^{2+} 27,3 Mg^{2+} 26} pH 8,1$	$1,2 \frac{SO_4^{2-} 41,4 HCO_3^{2-} 38,3 Cl^{-} 20,3}{(Na^{+} + K^{+}) 38 Ca^{2+} 35 Mg^{2+} 27} pH 7,5$

Було встановлено, що за своїм хімічним складом поверхневі води є сульфатно-гідрокарбонатними магнієво-кальцієво-натрій-калієвими, підземні – гідрокарбонатно-сульфатними магнієво-кальцієво-натрій-калієвими. Таким чином, спостерігається подібність за катіонним складом, натомість за співвідношення аніонів води відрізняються. У поверхневих водах переважає гідрокарбонат, у підземних – сульфат-іон.

За нормативними документами у поверхневих водах зафіксоване перевищення допустимих значень за Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Na^{+} та K^{+} , у підземних – за Ca^{2+} , SO_4^{2-} , мінералізацією, Na^{+} та K^{+} .

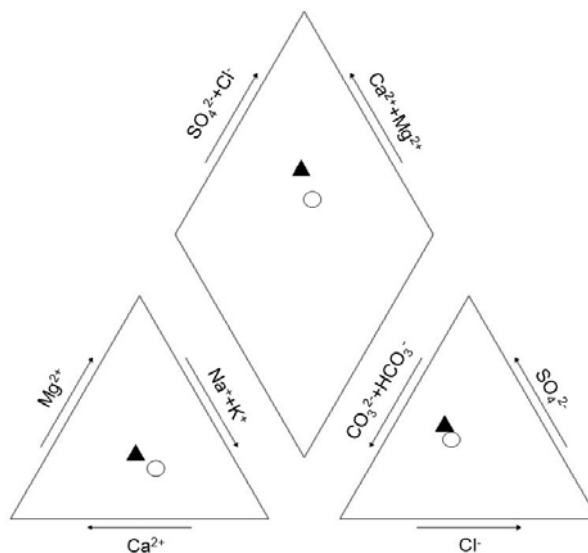


Рис. 2. Діаграма Пайпера, що відображає макрокомпонентний склад досліджуваних вод:
○ – поверхневі води, ▲ – підземні води.

За ДСТУ 4808:2007 була оцінена якість досліджених вод. За блоком загальносанітарних хімічних показників поверхневі води за середніми значеннями блокового індексу ($I_{II\text{ сер.}}=2,1$, клас 2, підклас 2) можна охарактеризувати як «добрі», чисті води прийнятної якості.

Відповідно, підземні води за середніми значеннями блокового індексу ($I_{II\text{ сер.}}=2,3$, клас 2, підклас 2) так само можна охарактеризувати як «добрі», чисті води прийнятної якості.

На наступному етапі дослідження авторами було вивчено мікроелементний склад зразків досліджуваних підземних вод. Загалом було проаналізовано 9 мікроелементів (табл. 2). Вибір даних хімічних елементів обумовлений тим, що Всесвітньою організацією охорони здоров'я для них встановлена біологічна роль. Це дає змогу оцінити підземні води з точки зору потенційних ризиків для здоров'я населення, що їх споживають. Для еколого-геохімічної

Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

оцінки якості досліджених підземних вод було застосовано критерій біологічно значимої концентрації (БЗК) [3]. За відповідною методикою було розраховано біологічно значимі концентрації цих елементів.

Було з'ясовано, що для обстежених поверхневих та підземних вод за ГДК перевищень не фіксується. Натомість для підземних вод концентрація мангану знаходиться на межі допустимого значення. Що стосується біологічно значимих концентрацій, то в обстежених підземних водах зафіксована нестача таких елементів як V^{2+} , Cr^{2-} , Co^{-} , Ni^{2+} , Cu^{+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} та Pb^{2+} .

Таким чином, у результаті проведених моніторингових досліджень були отримані наступні результати:

- Поверхневі та підземні води Балахівської ділянки мають переважно високу мінералізацію, що відповідає регіональним даним.
- В досліджених водах домінують сульфати або гідрокарбонати.
- За катіонним складом води є переважно кальцієво-натрієві чи магнієво-натрієві.
- За блоком загальносанітарних хімічних показників поверхневі та підземні води характеризуються як «добрі», чисті води прийнятної якості.

Таблиця 2. Мікроелементний склад зразків досліджуваних вод.

Мікро-елемент, мг/дм ³	Поверхневі води	Підземні води	БЗК*	ГДК за**	ГДК за ВООЗ
V^{2+}	0,002394	0,0019	0,025	0,1	не нормується
Cr^{2-}	0,0004315	0,000152	0,00175	0,5	0,05
Mn^{2+}	0,034549	0,083247	0,05	0,1	0,08
Co^{-}	0,000189	0,000131	0,0075	0,1	не нормується
Ni^{2+}	0,002067	0,000351	0,0075	0,1	0,07
Cu^{+}	0,001447	0,000849	0,025	1	2
Zn^{2+}	0,009122	0,00728	0,3	1	3
Cd^{2+}	0,000456	0,000439	0,0025	0,001	0,003
Pb^{2+}	0,000193	0,000048	0,01	0,03	0,01

Примітки:

*БЗК – біологічно значима концентрація

** Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення (2022 р.)

Якість води в р. Інгулець на момент відбору проб незадовільна за вмістом нітратів і близька до незадовільної за вмістом кисню і його хімічним споживанням. Важливо відмітити, що на обстеженій ділянці вниз за течією якість води не зазнає суттєвих змін, що дозволяє констатувати, що забруднення річки відбувається вище с. Новий Стародуб і води, які надходять сюди, уже мають у своєму складі шкідливі домішки і є досить мінералізованими, а місцеві скиди на якість води в Інгульці помітно не впливають.

З отриманих результатів проб води можна констатувати, що якість води в цілому гірша у досліджених свердловинах в с. Олександрівка, с. Пустельникове, смт Балахівка та с. Новий Стародуб, ніж у р. Інгулець і р. Вівнянка й, навіть, у більшості водойм – як в кар'єрних озерах, так і ставках-запрудах.

За нормативними документами у поверхневих водах зафіксоване перевищення допустимих значень за Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Na^+ та K^+ , у підземних – за Ca^{2+} , SO_4^{2-} , мінералізацією, Na^+ , K^+ та Mn^{2+} . За величиною БЗК зафіксовано нестачу у підземних водах таких елементів як V^{2+} , Cr^{2+} , Co^- , Ni^{2+} , Cu^+ , Zn^{2+} , Cd^{2+} та Pb^{2+} . Варто зауважити, що основні гідрохімічні показники, такі як мінералізація, лужність, жорсткість, вміст головних іонів – аніонів (сульфатів, гідрокарбонатів, хлоридів) та катіонів (кальцію, магнію, натрію та калію), мають природне походження і не належать до забруднюючих речовин; їх кількісні параметри визначаються геохімічними особливостями місцевості та геологічними умовами залягання водоносних горизонтів.

Для подальших досліджень стану та якості підземних вод на території потенційного впливу підприємства з видобування графіту на Балахівському родовищі, яке планується створити, необхідне улаштування спостережних свердловин на щонайменше два водоносні горизонти за межами населених пунктів на ліцензійній площі, або у місцях наближених до неї.

Проведені еколого-гідрохімічні дослідження дали змогу встановити фонові показники базового стану якості довкілля обстеженої території. Також у подальшому необхідно проводити спостереження за змінами хімічного складу поверхневих та підземних вод Південної ділянки Балахівського родовища графіту при безпосередній роботі гірничо-видобувного підприємства.

Література

1. Кошлякова, Т.О.; Верховцев, В.Г.; Луньов, Є.С.; Тищенко, Ю.Є.; Шкапенко, В.В. Особливості хімічного складу ґрунтових вод Саксагансько-Сурського рудного району Дніпропетровської області. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки* **2023**, 28(2(43)), 168–183. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.2\(43\).292746](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.2(43).292746).
2. Верховцев, В.Г.; Тищенко, Ю.Є. Проведення посезонних комплексних екологічних досліджень у зоні планованого розташування підприємства з видобування, перероблення та збагачення корисних копалин Південної ділянки Балахівського родовища графіту в Олександрійському районі Кіровоградської області. *Звіт про виконання науково-дослідних робіт* **2023**, 1. 251.
3. Злобіна, К.С. Геохімія питних артезіанських вод бортової частини Дніпровського артезіанського басейну (на прикладі м. Київ): автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.02 «Геохімія». НАН України. *Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка* **2013**. 20.

**ENVIRONMENTAL AND HYDROCHEMICAL RESEARCH OF THE BALAKHIV
GRAPHITE DEPOSIT SOUTHERN SECTION**

Tetiana KOSHLIAKOVA

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-8551-3531>

Iryna KURAIIEVA

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-3113-7782>

Valentyn VERKHOVTSEV

The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-1015-6725>

Yurii TYSHCHENKO

The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-0413-241X>

Olena DERIUHINA

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0004-0220-635X>

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.302003>

Keywords: *underground water, surface water, hydrochemical investigations, chemical composition, graphite deposit.*

Abstract

The publication contains the results of monitoring studies aimed at establishing background indicators (base state) of the quality of surface and underground waters of the Southern section of the Balakhiv graphite deposit. On-site searches included water sampling from wells and surface watercourses and reservoirs. The relevance of the conducted research lies in the need to establish the background values of the main indicators of the chemical composition of natural waters in the territory of the potential influence of mining enterprises. From the obtained results of water samples, it can be stated that the quality of water in general is worse in the studied wells in the village. Oleksandrivka, village Pustelnikove, village of Balakhivka and village Novy Starodub than in the Ingulets River and the Vivnyanka River and, even, in most water bodies – both in quarry lakes and ponds-dams. Exceeding the maximum allowable concentrations in surface and underground waters for such indicators as Ca, Mg, SO₄, Na, K and Mn was recorded. The quality assessment showed that the tested natural waters can be characterized as "good", clean waters of acceptable quality according to the block of general sanitary indicators. The similarity of the studied waters in terms of cationic composition was established, but there are differences in the anionic composition: hydrocarbonate prevails in surface waters, and sulfate ion in underground waters. In the future, it is necessary to conduct monitoring observations of changes in the chemical composition of surface and underground waters of the Southern section of the Balakhiv graphite deposit during the operation of the mining enterprise.