

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПІСЛЯПРОЄКТНОГО ГІДРОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ТИТАНОДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Надія Маркіна

завідувачка лабораторії екологічної гідрогеології та оцінювання екологічного стану територій

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), вул. Бакуліна, 6, Харків, Україна, 61166, nkmarkina2@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2271-2837

Яна Горишнякова

аспірант

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), вул. Бакуліна, 6, Харків, Україна, 61166, gorishnyakova@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7468-8301

Унаслідок інтенсивної експлуатації територій підприємствами гірничодобувної галузі постає необхідність контролю та нагляду за станом компонентів довкілля в районах впливу діяльності видобувних підприємств. У статті розглянуто питання з організації та проведення моніторингових досліджень у період реалізації запланованої діяльності з метою забезпечення прийнятної екологічної ситуації в районах з інтенсивним техногенним навантаженням, яке формується у процесі діяльності підприємств видобувної галузі. Уперше за десятки років відпрацювання Межирічного родовища розсипних титанових руд запропоновано проведення гідрохімічного моніторингу підземних і пов'язаних із ними поверхневих вод, як складової частини контролю за станом компонентів довкілля на території видобувної діяльності Товариства з обмеженою відповідальністю «Межиріченський гірничо-видобувний комбінат» (МГЗК).

На основі досвіду попередніх досліджень щодо питань екологічного моніторингу водного середовища під час розроблення родовищ корисних копалин обґрунтовано актуальність тематики, необхідність організації й особливості напрямів проведення моніторингових досліджень на Межирічному родовищі розсипних титанових руд. Результати еколого-геохімічних досліджень титанових розсипів надалі нададуть можливість дослідити наявний вплив гірничодобувних підприємств у титанодобувних районах на якість водних ресурсів (підземні та поверхневі води) на прикладі вирішення водоохоронних проблем за відкритої розробки руд титану на Межирічному родовищі.

Надалі авторами буде розроблена та запропонована до впровадження програма комплексного гідрохімічного моніторингу водного середовища й обґрунтовані умови її реалізації на об'єктах Межирічного родовища.

Ключові слова: видобувна діяльність, родовища корисних копалин, титанові розсипи, природні води, післяпроектний гідрохімічний моніторинг, екологічний стан водного середовища.

Вступ. Кожне родовище корисних копалин унікальне і має свої особливості геологічної будови, умов залягання рудного тіла корисної копалини, геоморфологічних і гідрогеологічних умов тощо. Беручи до уваги все це, для вилучення корисної копалини застосовують різні методи її відпрацювання, як-от: закрита (підземна) та відкрита (кар'єрна) розробка, що значно відрізняються за проявами впливу на окремі компоненти довкілля. У разі відкритого відпрацювання родовищ видобувна діяльність супроводжується порушенням деяких зв'язків, які сформувалися у природному середовищі [1]. На територіях, які інтенсивно експлуатуються підприємствами гірничодобувної промисловості, основний вплив відбувається на геологічне середовище та ландшафти, на водне та повітряне середовища, а також на біорозмаїття [2].

У зв'язку з вищезазначеним на територіях, які зазнають техногенного навантаження, першочерговим завданням охорони довкілля є комплексна екологічна оцінка стану компонентів природного середовища, яка виконується з метою визначення пріоритетних напрямів природоохоронної діяльності й одночасної розробки профілактичних або реабілітаційних заходів.

У перелік складових частин профілактичних заходів щодо захисту водного середовища входить післяпроектний моніторинг поверхневих і підземних вод, організація та проведення якого в умовах кар'єрного відпрацювання родовищ корисних копалин потребують наукового обґрунтування.

Особливо це стосується визначення чинників впливу на водне середовище та визначення умов контролю його екологічного стану під час

експлуатації Межирічного родовища розсипних титанових руд у Житомирській області.

Постановка проблеми. Основні запаси титану в Україні зосереджені у великих ільменітових та ільменіт-рутил-цирконових розсипних родовищах, до яких належить і Межирічне родовище Іршанської групи родовищ Волинського титаноносного району [3]. Родовище відпрацьовується підприємством ТОВ «Межиріченський гірничо-збагачувальний комбінат» (далі – МГЗК).

Межирічне родовище залягає нижче рівня ґрунтових вод. Відпрацювання розсипних титанових руд ведеться відкритим методом – кар’єрами Ісаківської та Південної ділянок (рис. 1) за безтранспортною системою розробки з переєкスカвацією розкривних порід у відпрацьований простір і гідротранспортом рудних пісків на збагачувальну фабрику первинного збагачення.

Технологічна схема розробки родовища включає декілька етапів, а саме: зняття родючого шару ґрунтів перед початком проведення гірничих робіт, розкривні роботи та видобуток корисної копалини. Досвід використання спеціальної схеми із застосуванням гідромеханізації

показав, що дана система найбільш доцільна в умовах значної обводненості родовища та нестабільності геологічних параметрів розсипів і має широке застосування на розсипних титанових родовищах України.

Незважаючи на це, під час проведення розкривних і видобувних робіт усі процеси технологічної схеми розробки родовища супроводжуються порушенням природних умов, які сформувалися раніше, та потребують контролю за змінами стану найбільш уразливих компонентів довкілля на всіх етапах проведення цих робіт. Територія родовища, яке перебуває в експлуатації, може слугувати джерелом забруднення через надходження природних хімічних елементів в об’єкти довкілля. Зокрема, видобувна діяльність зазвичай спричиняє порушення гідрологічного режиму підземних і гідролого-гідрохімічного режиму, пов’язаних із ними поверхневих вод, а також виснаження ресурсів підземних і поверхневих вод.

У безпосередній близькості до кар’єрів Ісаківської та Південної ділянок МГЗК протікають малі річки Ставок і Добринка (рис. 1), які належать до басейну р. Тростяниця – правої притоки

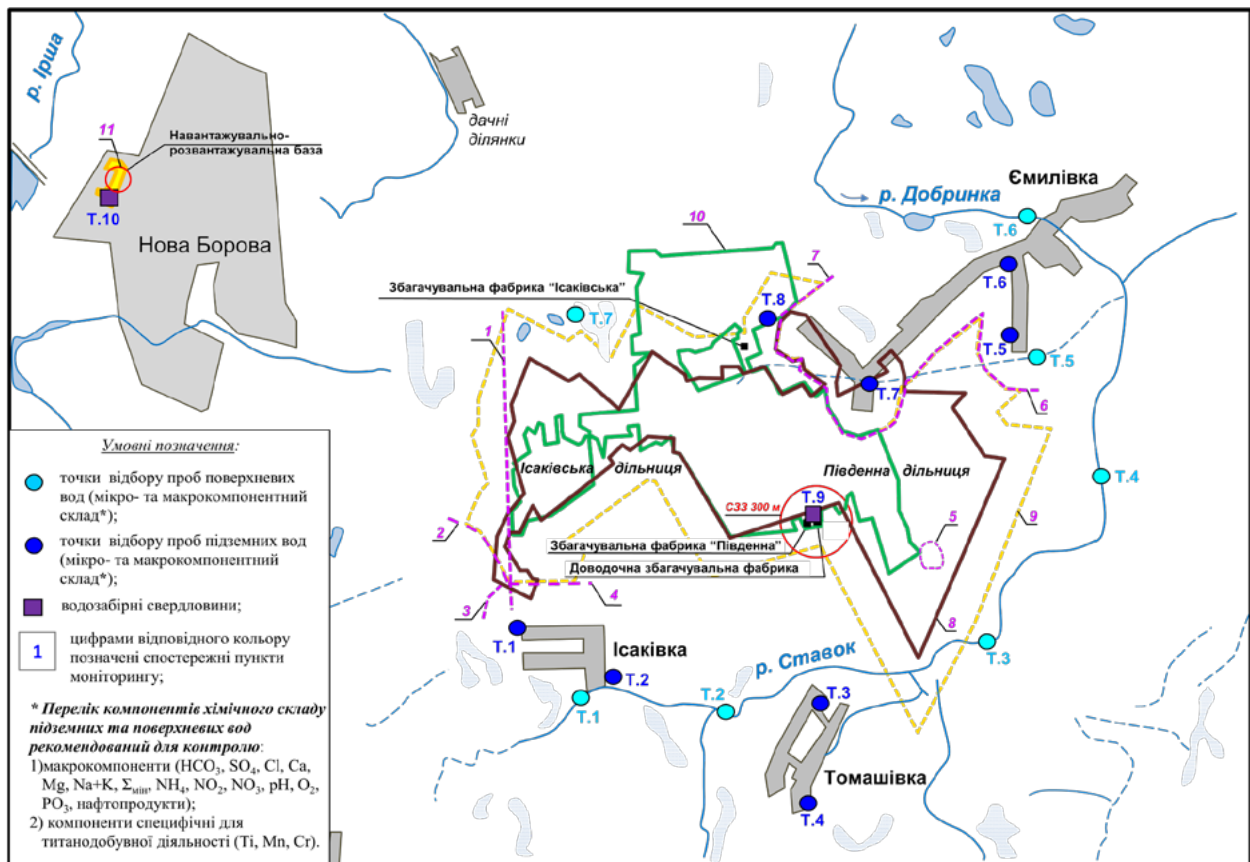


Рис. 1. Схематична карта розміщення спостережних пунктів післяпроектного гідрохімічного моніторингу

р. Ірша – басейн р. Тетерів. Річки мають незначну протяжність і відносно вузькі неглибокі долини, слабо виражені в сучасному рельєфі. Течії річок незначні, долини зазвичай заболочені. Річка Добринка протікає в 0,5–1,0 км на північ від північної межі кар'єру Південної ділянки Межиріченського ГЗК. Річка Ставок протікає з боку південної та східної меж Південної ділянки кар'єру Межиріченського ГЗК, причому східна межа кар'єру розташована в безпосередній близькості від річки (на відстані приблизно 0,3–0,5 км) (рис. 1).

Отже, малі річки Добринка та Ставок протікають у зоні можливого впливу як осушувального кар'єрного водовідливу в разі проведення розкривних робіт, так і забруднення, яке може надходити з території промайданчика збагачувальної фабрики.

Варто зазначити, що дренавання ґрунтових вод, порушення ландшафтних умов (рельєфу та хімічного ландшафту) можуть порушити водний режим не лише малих річок Ставок і Добринка, а також можуть порушити режим підземних вод і болотної системи. Унаслідок цього можливе надмірне зниження рівня ґрунтових (підземних) вод, що, у свою чергу, спричинить надмірне опускання капілярної кайми та різке зниження вологозабезпечення рослин. Окрім цього, осушування може зумовити необоротні процеси колоїднохімічної природи в болотних системах, що зазвичай змінює умови проживання екотопів.

Така ситуація свідчить про необхідність організації та проведення післяпроектних моніторингових досліджень екологічного стану поверхневих і підземних вод для контролю можливої зміни відповідно гідрологічного, гідродинамічного та гідрохімічного режимів.

Актуальність порушеної проблеми. Упродовж десяти років відпрацювання підприємством МГЗК Межирічного родовища розсипних титанових руд не проводились моніторингові дослідження та не виконувалась оцінка гідрохімічного стану підземних і поверхневих вод. Відсутність достовірних даних про якісний склад водних ресурсів унеможливило проведення комплексної оцінки їхнього стану в районі видобувної діяльності МГЗК та, у разі необхідності, розроблення заходів щодо його реабілітації.

Ступінь екологічної небезпеки видобувної діяльності МГЗК в межах впливу її об'єктів, зокрема, підвищена вразливість водних ресурсів і водних екосистем у регіоні, зумовлюють необхідність здійснення післяпроектного моніторингу підземних і поверхневих вод. Це є необ-

хідним завданням для Межиріченського гірничозбагачувального комбінату.

Організація післяпроектного моніторингу для вивчення хімічного складу водних ресурсів і проведення аналізу спрямованості (тренду) гідрохімічних і гідродинамічних процесів, як результатів комплексного впливу природних і техногенних чинників, набувають досить актуального значення як для регіону загалом, так і для забезпечення бездоганної природоохоронної діяльності підприємства МГЗК.

Актуальність визначається важливістю збереження якості водних ресурсів і проявляється в необхідності оздоровлення та реабілітації екологічного стану підземних і поверхневих вод у районі проведення гірничо-видобувної діяльності МГЗК.

Аналіз попередніх досліджень із питань післяпроектного екологічного моніторингу. Питаннями екологічного моніторингу водного середовища під час розробки родовищ корисних копалин і проблемами охорони довкілля, пов'язаними із сучасною гірничодобувною діяльністю, цікавилися багато авторів. Щодо вітчизняних учених, у роботах В.Г. Верховцева, М.П. Семенюка й інших [4] розглянуті питання гідрохімічного моніторингу підземних вод під час розробки уранових родовищ. Питання, пов'язані з відкритою розробкою розсипних родовищ корисних копалин, докладно розглянуті у працях Н.А. Ємця й І.І. Романенко [5], у яких сформульовано основні принципи організації екологічного моніторингу на територіях гірничодобувних підприємств у районах із масштабним видобуванням корисних копалин. Основні положення методології створення системи моніторингу навколишнього середовища, зокрема й організації гідрогеологічного моніторингу в гірничодобувних регіонах України, висвітлено у працях П.І. Копач, Н.В. Горобець [6], Б.Ю. Собко, А.М. Лазнікова, А.М. Гайдіна [7]. Проблеми охорони навколишнього природного середовища, які постають унаслідок сучасної гірничодобувної діяльності, та шляхи їх вирішення докладно розглянуто в роботі М.С. Мальованого, В.В. Никифорової й інших [2; 8].

Невирішені частини проблеми. Незважаючи на велику кількість наукових робіт як вітчизняних, так і закордонних дослідників, частина проблеми охорони підземної гідросфери від забруднення та виснаження в разі відкритої розробки родовищ розсипних титанових руд, а саме – наукове обґрунтування необхідності організації й умов проведення післяпроектного моніторингу

та визначення територій охопту моніторинговими дослідженнями, ще залишається невирішеною.

Низкою законодавчих і нормативних документів України, на надрокористувачів деякою мірою покладається обов'язок проводити екологічний моніторинг на території своєї діяльності, облаштовувати спостережні мережі та здійснювати контроль стану компонентів довкілля [9] в післяпроектний період. Але водночас деякі питання природоохоронної діяльності, особливо ті, що пов'язані з післяпроектним моніторингом, направленим на виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень фактичних даних у порівнянні з відповідними прогнозними показниками, зазначеними у звіті з оцінки впливу видобувної галузі на довкілля [10] й у дозвільних документах, натеper в Україні є актуальними та не вивчені в повному обсязі.

Формування цілей статті. Головною метою статті є наукове обґрунтування необхідності й особливостей організації та проведення післяпроектного гідрохімічного моніторингу підземних і поверхневих вод у районі видобувної діяльності МГЗК у межах Межирічного родовища розсіпних титанових руд.

Постановка завдання на проведення досліджень. Оскільки головним завданням природоохоронної діяльності МГЗК є визначення показників екологічної небезпеки процесів експлуатації Межирічного родовища для водного середовища, розроблення ефективних заходів, спрямованих на покращення або підтримку екологічного стану в районі, полягає в організації та проведенні післяпроектного моніторингу, що потребує наукового обґрунтування. Постає необхідність теоретичних основ визначення територіальних меж системи контролю за станом водних ресурсів.

Завданнями досліджень були такі:

- схематизація геолого-гідрогеологічних природних умов і умов міграції підземних вод;
- обґрунтування вихідних даних – параметрів водоносних горизонтів;
- розрахункове визначення зони впливу видобувної діяльності МГЗК на водне середовище;
- визначення інгредієнтів, типових для забруднення підземних вод під час проведення видобувних робіт і виявлених у процесі аналізу чинників впливу на водне середовище;
- надання узагальнених рекомендацій щодо переліку компонентів хімічного складу поверхневих і підземних вод, які необхідно контролювати під час проведення гідрохімічного моніторингу в районі потенційного впливу об'єктів МГЗК.

Матеріали і методи досліджень. Як вихідна інформація використані дані рекогносцирувального обстеження, проведеного авторами у складі гідролого-гідрогеологічних вишукувань на території в районі розміщення кар'єру МГЗК. Вихідними матеріалами слугувала також інформація, викладена в робочих проєктах із відпрацювання кар'єрів Ісаківської та Південної ділянок Межирічного родовища розсіпних титанових руд [11; 12]. Авторами цієї статті завдання забезпечення умов отримання вихідних даних для оцінки можливого впливу на водне середовище вирішувалось розрахунковими методами на основі гідродинамічних закономірностей фільтрації підземних вод і умов їх взаємозв'язку з поверхневими водами.

Результати досліджень. З метою наукового обґрунтування необхідності організації та проведення післяпроектного моніторингу впливу відпрацювання Межирічного родовища розсіпних титанових руд на водне середовище авторами проведено розрахункове визначення зони впливу кар'єрів Ісаківської та Південної ділянок Межиріченського ГЗК на підземні води і, тим самим, на взаємопов'язані з ними поверхневі води. У зв'язку із цим необхідним є обґрунтування впливу на положення рівня підземних вод на територіях у районі протікання річок Ставок і Добринка, тобто визначення площинних розмірів депресивної вирви в підземних водах.

З метою визначення зони впливу кар'єрів на підземні води розрахований радіус депресії, який буде формуватись під час проведення розкривних і видобувних робіт у припущенні радіальних напрямків надходження потоку підземних вод до окремих локальних ділянок без урахування перехоплення потоку підземних вод дренажними канавами за контуром кар'єрів. Для забезпечення запасу екологічної надійності розрахунки проводились для умов, які формуються за максимальних значень показників водоносних горизонтів (коефіцієнта фільтрації (k_f), потужності, зниження рівня води). Допускаючи, що вплив кар'єрів на локальних ділянках має радіальний характер, використані формули для визначення радіусів депресії, які запропоновані І.П. Кусакіним і В. Зихардом [13] відповідно для безнапірного та напірного водоносних горизонтів.

Визначення радіуса депресії в період розкривних робіт. Під час проведення розкривних робіт буде відбуватись осушення безнапірного четвертинного та напірно-безнапірного неогенового водоносних горизонтів. Радіус впливу в без-

напірному четвертинному горизонті визначався за формулою І.П. Кусакіна [13]:

$$R = 2S\sqrt{k \cdot H}, \quad (1)$$

де: R – радіус депресії, м;

S – зниження рівня, м;

k – коефіцієнт фільтрації, м/добу;

H – потужність водоносного горизонту, м.

Для напірно-безнапірного водоносного горизонту в неогенових відкладах розрахунки проводились за формулою В. Зихарда [13]:

$$R = 10 S \sqrt{k}, \quad (2)$$

де значення такі ж самі, як і у формулі 1.

Визначення радіуса впливу на підземні води в період експлуатаційних (видобувних) робіт. У період експлуатації водопритлив буде формуватися нижньокрейдяним безнапірно-напірним водоносним горизонтом. Для визначення радіуса впливу використана емпірична формула І.П. Кусакіна, яка враховує взаємозв'язок із тими, що вище залягають, водоносними горизонтами:

$$R = 1.5 \sqrt{at}, \quad (3)$$

де: a – п'єзопровідність пісків, м²/добу; (у нижньокрейдяних відкладів становить приблизно 10³ м²/добу);

t – період функціонування кар'єру, доба.

У нашому випадку зона впливу розрахована на період експлуатації кар'єрів Ісаківської та Південної ділянок МГЗК протягом 3-х років – 1 095 діб (термін обов'язкового проведення післяпроектного моніторингу [9]). Вихідні дані [11; 12] та результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Як свідчать результати розрахунків, орієнтовний вплив кар'єрів Ісаківської та Південної ділянок на ґрунтові води (алювіальний водоносний горизонт) поширюється на 145,0–150,0 м від меж

локальних ділянок відпрацювання на південь, на схід, на північ і на захід. У четвертинному водоносному горизонті вплив кар'єрів пошириться на відстань 151,0–225,0 м від локальних ділянок відпрацювання. На неогеновий водоносний горизонт – на 302,0 м. Радіус впливу на напірно-безнапірний нижньокрейдяний водоносний горизонт становить, залежно від п'єзопровідності, 1 570,0–1 600,0 м.

Наведені в таблиці 1 результати розрахунків свідчать, що радіус депресії, яка може сформуватись під час розкривних робіт упродовж 3-х років, має розмір, що перевищує 150 м, досягає 1 570,0 м залежно від впливу на водоносні горизонти. Вплив водночас може суттєво позначатись як на режимі підземних вод у межах розрахункової зони, так і на водності річок Ставок і Добринка, що протікають на відстані 300 – 1 000 м від границь кар'єрів Південної ділянки та на відстані 2 000 м від границь кар'єру Ісаківської ділянки.

Отже, розрахунки підтвердили, що під час відпрацювання Межирічного родовища саме технологічні процеси видобування титанових руд виступають джерелом впливу на найбільш уразливі компоненти довкілля, до яких належать підземні та поверхневі води.

На основі одержаних результатів розрахункового визначення зони впливу видобувної діяльності МГЗК на водне середовище авторами розроблена схема розміщення репрезентативних пунктів спостережної мережі післяпроектного моніторингу водного середовища (рис. 1).

Окрім того, авторами визначений склад макрокомпонентів і хімічних елементів, специфічних для родовищ титанових руд (титану, марганцю та хрому), рекомендований до контролю їх умісту в підземних і поверхневих водах під час проведення гідрохімічного моніторингу (рис. 1).

Таблиця 1

Вихідні дані та результати орієнтовних розрахунків радіуса впливу кар'єрів Ісаківської та Південної ділянок Межиріченського ГЗК на підземні води

Н, м	k_{ϕ} , м/добу	Глибина зниження рівня, м	a , м ² /добу	t , доба	R, м
<i>1. Алювіальний водоносний горизонт (безнапірний)</i>					
3,5	7,0	3,5	–	1 095	145,0
<i>2. Четвертинний водоносний горизонт (напірний)</i>					
5,5	11,0	5,5	10 ³	1 095	225,0
14,8	2,67	14,0	–	1 095	151,0
<i>3. Неогеновий водоносний горизонт (безнапірний)</i>					
4,0	14,3	4,0	–	1 095	302,0
<i>4. Нижньокрейдяний водоносний горизонт (напірно-безнапірний)</i>					
19	15,0	19,0	10 ³	3 роки (1 095 діб)	1 570,0–1 600,0

Проведення моніторингових спостережень за розробленою схемою дозволить оцінити поточний стан водних ресурсів, а також виконувати контроль і прогноз його зміни в часі. Гідрохімічний моніторинг водного середовища в районі видобувної діяльності МГЗК надасть можливість установити індикатори забруднення водного середовища, зумовлені видобувною діяльністю, а також визначити параметри фонових і аномальних концентрацій макрокомпонентів та інших хімічних елементів, зокрема титану та марганцю, у поверхневих і підземних водах. На основі результатів гідрохімічного моніторингу буде досліджено наявність або відсутність впливу гірничо-збагачувального комбінату на гідросферу в районі видобування титанових розсипів.

Висновки. Запропонований авторами підхід до організації післяпроектного гідрохімічного моніторингу підземних і поверхневих вод дозволить загалом визначити шляхи вдосконалення природоохоронної діяльності МГЗК. **Водночас новизна в підході до вирішення поставленої водоохоронної проблеми** полягає в такому:

1. Уперше за десятилітній період відпрацювання Межирічного родовища розсипних титанових руд розроблені науково обґрунтовані умови щодо організації післяпроектного моніторингу підземних і поверхневих вод.

2. На теоретичній основі обґрунтоване розрахункове визначення площі охопту моніторинговими дослідженнями території потенційного впливу видобувної діяльності МКЗК.

3. Визначені місця розміщення репрезентативних пунктів спостережної мережі післяпроектного моніторингу з урахуванням особливостей будови Межирічного родовища розсипних титанових руд і технології його відпрацювання.

4. Визначений склад макрокомпонентів і хімічних елементів, специфічних для родовищ титанових руд, рекомендований до контролю їх вмісту в підземних і поверхневих водах під час проведення гідрохімічного моніторингу.

Екологічна оцінка поточного стану поверхневих і підземних вод під час проведення гідрохімічного моніторингу в регіонах, де видобуваються титанові руди, і порівняння фактичних показників із нормативними вимогами природоохоронного законодавства дадуть можливість для створення умов постійного якісного моніторингу за рівнем екологічної безпеки в період реалізації діяльності, яка планується. Це є необхідним і актуальним завданням для гірничодобувних підприємств у титанодобувних регіонах.

Натепер в Україні питання створення, організації та проведення післяпроектного моніторингу найбільш уразливих складових частин довкілля на об'єктах видобувної діяльності досі залишається відкритим і набуде більш докладного вивчення й обґрунтування у майбутніх роботах авторів. На перспективу авторами вперше для умов відпрацювання Межирічного родовища передбачається розроблення програми та проведення комплексного післяпроектного моніторингу, з урахуванням усіх видів складових частин довкілля. Дослідження в обраному напрямі будуть спрямовані також на розроблення методик прогнозування, які відобразатимуть тенденції динаміки змін стану компонентів природного середовища, що надасть можливість дослідити наявність чи відсутність впливу відкритої розробки Межирічного родовища розсипних титанових руд та, у разі необхідності, дати рекомендації щодо захисту довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Серета Р.М. Екологічна безпека територій під час розробки родовищ руслових пісків. *Екологічні науки*. № 3 (26). С. 185–189.
2. Сучасна гірничодобувна діяльність та проблеми охорони довкілля / В.В. Никифоров та ін. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2021. Вип. 2 (127). С. 53–59.
3. Горно-металлургический комплекс Украины (цифры, факты, комментарии : бизнес-справочник / Л.С. Галецкий и др. Институт геологических наук НАНУ. Киев, 2009. URL: http://cgntb.dp.ua/pn_book_gmku.html.
4. Головні чинники забруднення ураном поверхневих та колодязних вод при розробці уранових родовищ Новокосянтинівського рудного поля : збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища / В.Г. Верховцев та ін. 2018. Вип. 28. С. 22–32.
5. Емец Н.А., Романенко И.И. Особенности мониторинга геологической среды в регионах с масштабной добычей полезных ископаемых. *Научные работы Украинского государственного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института горной геологии, геомеханики и маркшейдерской справи Национальной академии наук Украины*. Днепропетровск, 2013. № 13. Ч. I. С. 378–386.
6. Основні положення методології створення системи моніторингу навколишнього середовища гірничодобувних регіонів / П.І. Копач та ін. *Екологія і природокористування* : збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології Національної академії наук України. Днепропетровск, 2009. Вип. 12. С. 181–187.
7. Разработка рекомендаций по организации и проведению гидрогеологического мониторинга на Мотроновско-Анновском карьере / Б.Е. Собко и др. *Ukrainian*

mining forum / Український гірничий форум. Т. 1 : Технології підземного видобутку корисних копалин. Відкриті гірничі роботи. Збагачення корисних копалин. Екологічні і правові проблеми техногенно навантажених регіонів. 2014. С. 94–100.

8. Екологічний моніторинг / Т.В. Тимочко та ін. Ніжин : ТОВ Вид. «Аспект-Поліграф», 2008.

9. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059–VIII. Дата оновлення: 13.05.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 23.05.2023).

10. Корцова О.Л., Бахарєв В.С. Теоретико-практичні аспекти реалізації післяпроектного комплексного екологічного моніторингу в процедурі оцінки впливу на довкілля. *Вісник Кременчуцького національного*

університету імені Михайла Остроградського. 2021. Вип. 6 (131). С. 54–59.

11. Кар'єр № 10 на Ісаківській ділянці Межирічного родовища ільменіту ТОВ «Межиріченський ГЗК», с. Ємилівка Хорошівського району Житомирської області робочий проект. Т. 1 : Загальна пояснювальна записка. Львів : ТзОВ «Інститут «ГРХІМПРОМ»», 2018.

12. Кар'єр на Межирічному родовищі ільменіту (Південна ділянка) ТОВ «Межиріченський ГЗК», с. Ємилівка Хорошівського району Житомирської області : робочий проект. Т. 1 : Загальна пояснювальна записка. Львів : ТОВ «Інститут «ГРХІМПРОМ»», 2018.

13. Костюченко М.М., Шабатин В.С. Гідрогеологія та інженерна геологія. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 144 с.

SCIENTIFIC JUSTIFICATION FOR ORGANIZATION POST-PROJECT HYDROCHEMICAL MONITORING IN TITANIUM MINING REGIONS

Nadiya Markina

Head of the Laboratory of Ecological Hydrogeology and Assessment of the Ecological Status of Territories

Scientific Research Institution “Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems” (USRIEP), 6 Bakulina str., Kharkiv, Ukraine, 61166, nkmarkina2@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2271-2837

Yana Horyshnyakova

Graduate student

Scientific Research Institution “Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems” (USRIEP), 6 Bakulina str., Kharkiv, Ukraine, 61166, gorishnyakova@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7468-8301

The article provides a scientific justification of the need to organize and conduct hydrochemical monitoring of groundwater and surface water in the area of mining activities of the placer titanium ore quarries of the Mezhyrichne deposit (Zhytomyr region, Ukraine). The main task is to determine the indicators of environmental hazard of the Mezhyrichne deposit exploitation processes for environmental components. It is also important to develop effective measures aimed at improving or maintaining the environmental situation in the area of mining activities.

Calculation methods were used during the research. As a starting point, the authors used the results of a reconnaissance survey conducted as part of hydrological and hydrogeological surveys in the area of the Mezhyrichne deposit open pit. In order to determine the area of impact of the open pits on groundwater, the depression radius to be formed during stripping and mining operations was calculated. To ensure a margin of environmental reliability, the calculations were performed for the conditions formed at the maximum values of aquifer indicators. In determining the radius of impact of water drawdown in drained aquifers, using the V. Zichard formula calculations were performed for the pressure and non-pressure aquifer. The empirical formula of I.P. Kusakin was used to determine the radius of impact on groundwater during mining operations.

To solve the problem of assessing the negative impact on the water environment during mining operations, calculation methods based on hydrodynamic patterns of groundwater filtration and conditions of their interconnection with surface waters were used. The results of the calculations show that the estimated impact of the Isakovska and Pivdenna open pits on groundwater (alluvial aquifer) extends 145,0–150,0 meters from the boundaries of local mining areas. Depending on the piezoconductivity, the radius of impact on the pressure and non-pressure Lower Cretaceous aquifer is 1 570,0–1 600,0 m. The calculated radius of depression, which can be formed during stripping operations within 3 years, exceeds 150 m and reaches 1 570 m. In the course of calculations, it was found out that the technological processes of titanium ore extraction during the development of the Mezhyrichne deposit acted as a source of impact on the most vulnerable environmental components, including groundwater and surface water.

For the first time in the decades of development of the Mezhyrichne titanium placer ore deposit, the authors substantiated the need for hydrochemical local monitoring as a component of control over the state of environmental components in the territory of mining activities. In order to establish the nature of the technogenic impact of mining and processing plants

on the hydrosphere, a comprehensive study of groundwater and surface water quality on a single theoretical (calculation) and methodological basis is proposed.

Based on the results of hydrochemical monitoring, it is possible to reliably determine the current ecological and geochemical state of surface and groundwater in the area of influence of the Mezhyrichne placer titanium ore deposit, assess the level of environmental hazard, and identify areas with a tense environmental situation. The geochemical assessment of certain areas of the Mezhyrichne titanium deposit based on monitoring studies will serve as a basis for determining the possibility of using these areas after their reclamation as agricultural, rural and recreational areas, as well as a basis for further monitoring of environmental objects to assess changes in their condition over time and, if necessary, promptly adjust the environmental activities of enterprises engaged in the development of alluvial titanium ores at the Mezhyrichne deposit. The results of the monitoring studies can also be used by environmental and nature protection organizations for prompt response to preserve the ecological state of the environment.

The issues related to the creation, organization and monitoring of the most vulnerable environmental components in Ukraine currently remain quite relevant and open for further study. In order to maintain an acceptable environmental condition in the areas of titanium mining activities, the task of conducting an environmental assessment of the current state of groundwater and surface water and comparing actual indicators with the regulatory requirements of environmental legislation is necessary and relevant. The research aimed at a comprehensive assessment of the impact of mining companies' activities can serve as a basis for substantiating and developing methods and recommendations for changes in the state of environmental components as a result of mining activities.

It is important to substantiate and develop a program for post-project hydrochemical monitoring in order to study the existing impact of mining enterprises in the areas of titanium deposits development.

Key words: mining activities, mineral deposits, titanium ores, natural waters, hydrochemical monitoring, ecological condition of aquatic environment.

REFERENCES

1. Sereda, R.M. (2019). Ekologichna bezpeka teritorij pid chas rozrobki rodovish ruslovih piskiv [Environmental safety of territories at the development of cellular seals]. *Ekologichni nauki – Ecological Sciences*, 3 (26), 185–189. DOI: 10.32846/2306-9716-2019-3-26-34 [in Ukrainian].
2. Nykyforov, V.V., Dihtiar, S.V., Sakun, O.A., Smotrytskyi, O.A., & Malovanyi, M.S. (2021). Suchasna hirnycho dobuвна dialnist i problemy okhorony dovkillia [Modern mining activities and environmental protection problems]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 2 (127), 53–59. DOI: 10.30929/1995-0519.2021.2.53-59 [in Ukrainian].
3. Galeckij, L.S., Remezova, E.A., & Romanyuk, L.S. (2009). Gorno-metallurgicheskij kompleks Ukrainy (cifry, fakty, kommentarii) [Ukraine's mining and metallurgical complex (figures, facts, comments)]. Kiev : Institut of geological science, NAS of Ukraine [in Russian].
4. Verhovcev, V.G., Semenyuk, M.P., Vajlo, O.V., Ganovich, A.Ye., & Studzinska A.O. (2018). Golovni chinniki zabrudnennya uranom poverhnevih ta kolodyaznih vod pri rozrobci uranovih rodovish Novokostyantynivskogo rudnogo polya [Main factors of uranium contamination of surface and well waters at development of uranium deposits of novokostyantynivske ore field]. *Zb. nauk. prac Institutu geohimiyi navkolishnogo seredovisha*, 28, 22–32 [in Ukrainian].
5. Emec, N.A., & Romanenko I.I. (2013). Osobennosti monitoringa geologicheskoy sredy v regionah s masshtabnoj dobychej poleznyh iskopaemyh [Special aspects for geological environment monitoring in the regions with large-scale extraction of commercial minerals]. *Nnaukovi praci UkrNDMI NAN Ukrayini*, 13 (I), 378–386 [in Russian].
6. Kopach, P.I., Gorobec, N.V., Danko, T.G., & Bondarenko, L.V. (2009). Osnovni polozhennya metodologiyi stvorennya sistemi monitoringu navkolishnogo seredovisha girnichodobuvnih regioniv [Substantive provisions of methodology of creation of the system of monitoring of environment of mining regions]. *Ekologiya i prirodokoristuvannya – Ecology and natural resources management : Zb. nauk. prac IPPE NAN Ukrayini*, 12, 181–187 [in Ukrainian].
7. Sobko, B.E., Laznikov, A.M., Zozulya, I.I., & Gajdin, A.N. Razrabotka rekomendacij po organizacii i provedeniyu gidrogeologicheskogo monitoringa na Motronovsko-Annovskom kar'ere [Development of recommendations on the organisation and conduct of hydrogeological monitoring in the Motronovsko-Annovsky open pit]. Proceedings from UMF'14: “Ukrayinskij gimnichij forum” – “Ukrainian mining forum”, Dnipropetrovsk, October 1–4th, 2014. Volume 1, pp. 94–100 [in Russian].
8. Timochko, T.V., Kurulenko, S.S., & Malovaniy M.S. (Eds.) (2008). Ekologichnij monitoring (Biblioteka Vseukrayinskoyi ekologichnoyi ligi) [Environmental monitoring (Library of the All-Ukrainian Environmental League)]. Nizhin : TOV Vid. “Aspekt-Poligraf” [in Ukrainian].
9. Pro ocinku vplyvu na dovkillya : Zakon Ukrayini vid 23.05.2017 r. № 2059–VIII. Data onovlennya: 13.05.2022 [On Environmental Impact Assessment : Law of Ukraine, May 23, 2017. № 2059–VIII. Revision on May 13, 2022]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.
10. Kortsova, O.L., & Bakhariev, V. S. (2021). Teoretyko-praktychni aspekty realizatsii pisliproektnoho kompleksnogo ekolohichnoho monitorynhu v protseduri otsinky vplyvu na dovkillya [Theoretical and practical aspects implementation of post-project integrated environmental monitoring in the procedure of environmental impact assessment]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 6 (131), 54–59 [in Ukrainian].

11. Karier № 10 na Isakivskii diliansi Mezhyrichnoho rodovyshcha ilmenitu TOV “Mezhyrichenskyi HZK”, s. Iemylivka Khoroshivskoho raionu Zhytomyrskoi oblasti : robochyi proekt. Tom 1: Zahalna poiasniuvalna zapyska [Open pit № 10 at the Isakivska area of the Mezhyrichne ilmenite deposit of Mezhyrichny GOK LLC in the village of Yemylivka, Khoroshiv district, Zhytomyr region: working draft. Volume 1: General explanatory note]. Lviv: Girkhimprom Institute LLC. 2018 [in Ukrainian].

12. Karier na Mezhyrichnomu rodovyshchi ilmenitu (Pivdenna dilianka) TOV “Mezhyrichenskyi HZK”,

s. Iemylivka Khoroshivskoho raionu Zhytomyrskoi oblasti : robochyi proekt. Tom 1: Zahalna poiasniuvalna zapyska [Open pit at the Mezhyrichne ilmenite deposit (Southern section) of Mezhyrichny GOK LLC, Yemylivka village, Khoroshiv district, Zhytomyr region: working draft. Volume 1: General explanatory note]. Lviv: Girkhimprom Institute LLC, 2018 [in Ukrainian].

13. Kostiuchenko, M.M., & Shabatyn V.S. (2005). Hidroheolohiia ta inzhenerna heolohiia [Hydrogeology and engineering geology]. Kyiv : Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr “Kyivskiy universytet” [in Ukrainian].

Стаття надійшла 04.04.2023