

УДК 550.4:574.3

Оцінка потенційного впливу на поверхневі води вод кар'єрного водовідливу при планованій розробці відкритим способом Біланівського залізородного родовища

О. Ю. Тищенко, Ю. Є. Тищенко*

ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України", Київ, Україна

На основі даних про хімічний склад та запаси підземних вод методом балансових розрахунків встановлено, що скиди вод кар'єрного водовідливу при запланованій розробці Біланівського залізородного родовища у Дніпродзержинське водосховище не призведуть до помітних екологічних наслідків. Інші можливі сценарії скидання кар'єрних вод пов'язані зі значними змінами мінералізації і сольового складу водотоків (р. Псел — зростання удвічі, р. Рудька — у 12 разів) і повинні розглядатися як неприйнятні. Хід робіт повинен супроводжуватися регулярним гідрогеологічним, гідрохімічним та дистанційним (аерокосмічним) моніторингом.

Ключові слова: баланс, мінералізація, водоносні горизонти, залізородне родовище, моніторинг

© Ю. Є. Тищенко, О. Ю. Тищенко. 2017

Вступ

Стійкість та збалансованість природно-техногенних систем у видобувній галузі є важливим елементом екологічної безпеки держави. За масштабами втручання видобувна промисловість є найбільшим джерелом впливу на геологічне середовище.

Запланована розробка відкритим способом Біланівського родовища залістистих кварцитів у Полтавській області буде супроводжуватися значним впливом на всі компоненти природного середовища, зокрема — на поверхневі та підземні води.

Вплив на водні ресурси гірничорудної галузі відбувається шляхом розкриття гідрогеологічних горизонтів при розробці корисних копалин кар'єрним способом як внаслідок порушення і вилучення водовміщуючих шарів, так і забруднення підземних вод. Найбільшою екологічною і технічною проблемою є питання утилізації вод кар'єрних водовідливів. У цьому відношенні Біланівське родовище є показовим з точки зору необхідності вирішення зазначених проблем.

На етапі підготовки до початку активної фази робіт є актуальним наукове опрацювання та прогнозне оцінювання очікуваних екологічних наслідків розробки Біланівського кар'єру для уникнення неприйнятних екологічних збитків та визначення шляхів їх пом'якшення. За результатами цього оцінювання буде запропоновано впровадження системи комплексного геоекоекологічного моніторингу, який повинен включати регулярні гідрогеологічні, гідрохімічні та аерокосмічні спостереження.

Постановка задачі та вихідні дані

Біланівське родовище одне з найбільших в Україні за запасами залізної руди, які оцінюються у 1.7 млрд. тон [2, 4, 7]. Його розробка — тривалий поетапний процес. Гідродинамічні параметри водоносних горизонтів змінюватимуться поступово, що дає можливість контролювати процес і своєчасно вносити необхідні зміни, якщо це буде обумовлено недопустимим порушенням екологічних обмежень чи іншими чинниками, які вимагають реагування.

Метою дослідження є визначення балансовим методом змін гідрохімічного складу поверхневих водних об'єктів які будуть спричинені внаслідок скидання кар'єрних вод.

Вихідні дані для дослідження отримані шляхом узагальнення фондових матеріалів присвячених розвідці та вивченню Біланівського родовища [2, 4], аналізу проектної документації на будівництво Біланівського гірничозбагачувального комбінату [6] та при виконанні науково-дослідних робіт договірної тематики ДУ "ІГНС НАН України" [1, 3, 5]. Визначення хімічного складу підземних і поверхневих вод у зоні впливу родовища виконувалось під час польових та лабораторних робіт у 2013 та 2016 роках.

Заплановане до розробки відкритим (кар'єрним) способом Біланівське родовище залістистих кварцитів розташоване на першій та другій надзаплавних терасах Псла у водозборі його лівої притоки р. Рудька у південно-західній частині Полтавської області. В межах цієї території є землі сільськогосподарського призначення та сільські населені пункти.

У геоструктурному відношенні район відноситься до північно-східного схилу Українського щита, до зони його переходу в Дніпровсько-Донецьку западину.

У будові цієї зони виділяються два структурні яру-

* E-mail: fu-risk@ukr.net*

си — нижній, який представлений докембрійськими кристалічними породами, і верхній, складений осадовими відкладами кайнозою. Докембрійські породи покриті чохлам осадових відкладів потужністю від 84 м в південній, до 115 м у північній частині родовища [4]. Нижній структурний ярус має складчасто-блокову будову.

В межах району виділяється ряд синклінальних і антиклінальних структур північ–північно-східного та північно-західного простягання, а також розривні порушення тих же напрямів [4]. Біланівське родовище залізистих кварцитів розташовано в межах Галещинської синклінали, яка, в свою чергу, розділена Біланівською антиклінальною на дві синклінали більш високого порядку. Загальне падіння порід західне, під кутами 15°...65°, місцями 75°. В межах цієї синклінальної структури простежені Галещинський, Біланівський, Ревовський (діагональний) та інші розломи, які січуть товщу порід криворізької серії у північ–північно-східному напрямку [2, 4]. Рудоносна частина Біланівського родовища складається з чотирьох покладів магнетитових і кумінгтоніт-магнетитових кварцитів [2, 4, 7].

Згідно загальноприйнятій схемі гідрогеологічного районування території України, район розташований на південно-західній окраїні Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну.

Тут виділяються наступні водоносні горизонти, що містять прісні підземні води [1, 3, 5, 6]:

- водоносний горизонт середньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладів;
- водоносний горизонт харківських відкладів;
- водоносний горизонт бучацьких відкладів;
- водоносний горизонт тріщинуватих докембрійських кристалічних порід.

Водоносний горизонт середньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладів розвинутий в межах надзаплавної тераси р. Псел. Водовміщуючі породи представлені дрібнозернистими, кварцовими, сірими пісками та супісками. Покрівлею горизонту є одновікові суглинки, підшовою — харківські відклади. Глибина залягання покрівлі горизонту 4–8,5 м. Потужність водовміщуючих порід 6,5–8 м. Горизонт безнапірний. Глибина статичного рівня води 0,2–3,7 м.

Продуктивність свердловин складає від 1,75–4,2 $\text{дм}^3/\text{с}$ при зниженні 1,1–3,14 м.

Хімічний склад вод горизонту досить строкатий. Переважають хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні магнієво-кальцієво-натрієві, з вмістом сухого залишку 0,939–1,33 $\text{г}/\text{дм}^3$.

Водоносний горизонт харківських відкладів олігоцену розвинений повсюдно. Водовміщуючими породами є кварцово-глауконітові, дрібнозернисті, глинисті сірувато-зелені пісковики, які залягають прошарками серед глин та алевролітів. Глибина залягання водоносного горизонту 30–40 м. Потужність водовміщуючих порід досягає 4,5–8 м.

Водоносний горизонт слабонапірний. Величина

напору складає до 30 м. Глибина статичного рівня води 0,7–4,5 м. Продуктивність свердловин складає 0,5–1,23 $\text{дм}^3/\text{с}$ при зниженні 16,75–38,57 м.

Води горизонту з сухим залишком 2,42–6,46 $\text{г}/\text{дм}^3$. За хімічним складом вони є хлоридно-натрієві.

Водоносний горизонт бучацьких відкладів розвинений повсюдно. Водовміщуючими породами є дрібнозернисті глауконітово-кварцові, зеленувато-сірі, глинисті піски. Покрівлею горизонту є мергелі кийської світи, підшовою кристалічні породи докембрію. Глибина покрівлі 61,4–83,5 м. Потужність водовміщуючих порід 6–31,3 м. Горизонт напірний, величина напору досягає 73,8–81,2 м, статичний рівень встановлюється на глибині + 1,2–11 м, дебіт свердловин 0,37–2,41 $\text{л}/\text{с}$ при зниженні 10–61,3 м.

За хімічним складом води горизонту — хлоридно-натрієві з вмістом сухого залишку 6,19–9,77 $\text{г}/\text{дм}^3$.

Водоносний горизонт тріщинуватих докембрійських кристалічних порід є на найменш вивченим. Горизонт напірний, величина напору 55–115 м, але в більшості випадків не перевищує 80 м. Дебіти свердловин у гранітах не перевищують соті частини $\text{дм}^3/\text{с}$, у породах криворізької серії, змінюються від частин $\text{дм}^3/\text{с}$ до 1,25–6,99 $\text{дм}^3/\text{с}$.

Висхідний рух підземного потоку визначає якість підземних вод водоносних горизонтів. Напірні водоносні горизонти (бучацький, межигірський та тріщинуватої зони кристалічних порід) на території родовища містять солонуваті води з мінералізацією 6,0–8,0 $\text{г}/\text{дм}^3$ хлоридно-натрієвого типу.

Результати досліджень

При розробці Біланівського родовища у водоносних горизонтах утворюються депресійні воронки різного радіусу: 1,5–2 км у горизонті алювіальних відкладів, 6–8 км у горизонті відкладів бучацької світи [6]. Статичні рівні інших водоносних горизонтів також будуть значно понижені.

Розкриття кар'єру супроводжуватиметься трансформацією хімічного складу підземних вод внаслідок їх змішування через порушення шарів водовміщуючих порід. На період закінчення розкривних робіт прогнозний хімічний склад дренажних вод четвертинного водоносного горизонту досягне 2,5–4,0 $\text{г}/\text{дм}^3$ [6]. На період закінчення будівництва сформується води кар'єрного водовідливу з мінералізацією 4,6–6,8 $\text{г}/\text{дм}^3$ [6].

Радикальні зміни гідрохімічного режиму відбуватимуться лише в межах активної зони впливу кар'єрів й нівелюватимуться при змішуванні потоків підземних вод різних джерел в кінцевому пункті накопичення кар'єрних і дренажних вод.

У рамках вивчення комплексного впливу на довкілля розробки Біланівського кар'єру побудована модель впливу компонентів природного та техногенного середовища, яка відображає їх взаємодію з водним середовищем. Схема взаємодії представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурні залежності природного і техногенного середовищ у системі “Біланівське родовище — водні ресурси”

Оскільки на території розробки кар’єру відсутні об’єктивні умови створення штучних водойм-накопичувачів, існують такі ймовірні сценарії скиду кар’єрних вод у Дніпродзержинське водосховище Дніпра: транзитом через р. Рудька та р. Псел, лише через р. Псел, напряду через кар’єри Єристівського та Полтавського ГЗК (рис. 2.).

через системи водовідведення Єристівського та Полтавського ГЗК (див. рис. 2), у Дніпродзержинському водосховищі вирівнювання мінералізації води відбуватиметься поступово, а у місці скиду утворюватиметься шлейф підвищеної мінералізації площею до 10 км². Вся площа поверхні водосховища складає 283 км², повний об’єм 2.45 км³, три-

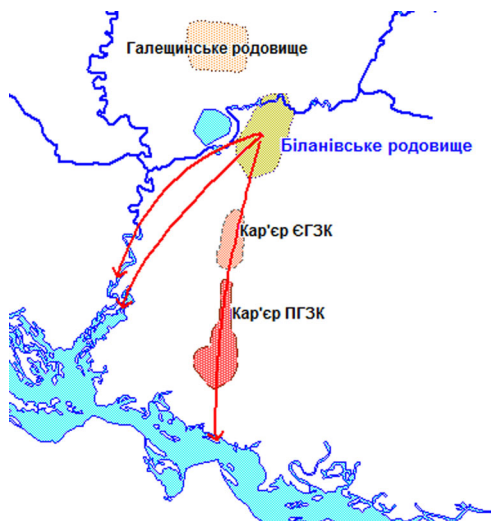


Рис. 2. Варіанти скидів з Біланівського кар’єру

Екологічна неприйнятність двох перших варіантів є очевидною, тому вони розглядаються винятково гіпотетично.

На рис. 3 наведена схема гіпотетичних варіантів скиду кар’єрних вод.

На основі наявних даних виконані прогностичні балансові розрахунки мінералізації води поверхневих водотоків для різних багаторічних та сезонних умов водності на різних стадіях розробки кар’єру згідно проекту (табл.).

При схемі скиду, яка передбачена проектом [6] –



Рис. 3. Схема скиду кар’єрних вод з Біланівського родовища через річкову мережу.

валість водообміну складає приблизно 1 тиждень у залежності від сезону та водності року.

За нашими розрахунками усереднена мінералізація води у місці скиду у Дніпродзержинському водосховищі складе від 438 до 456 мг/дм³ у залежності від стадії розробки родовища. У період межени, особливо маловодного року мінералізація у місці скиду тимчасово може перевищити 1 000 мг/дм³. Скидання мінералізованих вод кар’єрного водовідливу за проектом виконується при обов’язковому контролі хімічного складу води і, у випадку ризику забруднення водних ресурсів Дніпра, повинне бути призупинене.

Постадійна розробка кар’єру повинна супроводжуватися комплексним геоecологічним моні-

Розрахунок змін водності та мінералізації води поверхневих водних об'єктів внаслідок імовірних скидів вод кар'єрного водовідливу Біланівського ГЗК

Стадії розробки кар'єру	Скид			Водний об'єкт									
	Обсяг скиду		Мінералізація кар'єрних вод, мг/дм ³	Витрата води, м ³ /с					Мінералізація, мг/дм ³				
				Для періоду водності		Багаторічна			Для періоду водності		Багаторічна		
	м ³ /добу	м ³ /с	межінь	волошля	рік мінімальної водності	рік максимальної водності	середня багаторічна	межінь	волошля	мінімальна	максимальна	усереднена	
Кар'єрні води				р. Рудька									
до скиду													
0-й рік	0	0		0.1	3.3	0.4	1.2	0.6	1200	600	400	1800	927
після скиду													
6-й рік	16456	1.905	4400	2.005	5.205	2.305	3.105	2.505	4240	1991	3706	3395	3568
16-й рік	14156	1.638	5500	1.738	4.938	2.038	2.838	2.238	5253	2226	4499	3936	4274
26-й рік	10653	1.233	5600	1.333	4.533	1.633	2.433	1.833	5270	1960	4326	3726	4070
36-й рік	10599	1.227	5700	1.327	4.527	1.627	2.427	1.827	5361	1982	4397	3771	4132
Кар'єрні води				р. Псел									
до скиду													
0-й рік	0	0		22	110	28	80	52	749	632	450	950	700
після скиду													
6-й рік	16456	1.905	4400	23.9	111.9	29.9	81.9	53.9	1040	696	702	1030	831
16-й рік	14156	1.638	5500	23.6	111.6	29.6	81.6	53.6	1078	703	729	1041	847
26-й рік	10653	1.233	5600	23.2	111.2	29.2	81.2	53.2	1006	687	667	1021	813
36-й рік	10599	1.227	5700	23.2	111.2	29.2	81.2	53.2	1010	688	670	1022	815
Кар'єрні води				Дніпро (Дніпродзержинське ввсх.)									
до скиду													
0-й рік	0	0		6000	18000	9500	15850	12700	400	600	340	550	421
після скиду													
6-й рік	16456	1.905	4400	6002	18002	9502	15852	12702	401	600	341	550	422
16-й рік	14156	1.638	5500	6002	18002	9502	15852	12702	401	600	341	551	422
26-й рік	10653	1.233	5600	6001	18001	9501	15851	12701	401	600	341	550	422
36-й рік	10599	1.227	5700	6001	18001	9501	15851	12701	403	601	342	551	422

100	прісні води
100	солонуваті води

торингом, який, крім гідрохімічних та гідрогеологічних, включатиме дистанційні (аерокосмічні) методи спостережень. Таке поєднання забезпечує ефективний контроль за дотриманням регламентів гірничих робіт та дозволяє коригувати їх проведення у випадку необхідності оперативно-втручання.

Висновки

Визначено оціночні кількісні показники очікуваної мінералізації води поверхневих водних об'єктів внаслідок скиду вод кар'єрного водовідливу у зоні впливу Біланівського залізородного родовища, яке заплановане до розробки відкритим способом. Показано, що варіант скиду, передбачений проектом розробки родовища, є найменш екологічно шкідливим і не призведе до чутливих наслідків для водного середовища при умові правильної організації робіт та контролю за їх виконанням. Для гарантованого забезпечення екологічної безпеки проведення гірничих робіт необхідний постійний комплексний гео-екологічний моніторинг, який поєднуватиме гідро-геологічні спостереження, контроль якості води, що скидається та у водних об'єктах, а також регулярні аерокосмічні спостереження за ходом вскришних робіт та експлуатації кар'єру.

Література

1. Вивчення можливого впливу уранової мінералізації Кременчуцького рудопояву на формування природного радіаційного фону території Біланівського гірничо-збагачувального комбінату : звіт про НДР (заклю-

- ний) / кер. В. Г. Верховцев; викон.: Ю. Є. Тищенко [та ін.] Держ. установа "Ін-т геохімії навкол. середовища НАН України". — К., 2013. — 197 с. — № ДР 0113U-003881— Інв. № б/н. 7.
2. Геологічний звіт про геологічне довивчення та відбір напівпромислової технологічної проби з залізистих кварцитів Біланівського родовища : звіт (заключний) / викон. Кременчуцька геол. розв. експедиція. — Кременчук, 2011. — 133 с.
3. Гідрогеохімічне обстеження водних об'єктів території Біланівського гірничо-збагачувального комбінату, Полтавська область : звіт про НДР (заключний) / кер. В. Г. Верховцев; викон.: Ю. Є. Тищенко [та ін.] Держ. установа "Ін-т геохімії навкол. середовища НАН України". — К., 2013. — 75 с. — № ДР 0113U004908— Інв. № б/н. 8.
4. Звіт про детальну розвідку Біланівського родовища залізистих кварцитів, виконану Кременчуцькою ГРЕ в 1975–1979 рр. : звіт (заключний) / викон. Кременчуцька геол. розв. експедиція. — Кременчук, 1980. — в 23-х томах.
5. Натурні радіогеоекологічні дослідження та оцінка ризиків, пов'язаних з радіаційною небезпекою при розробці Біланівського залізородного родовища, Полтавська область : звіт про НДР (заключний) / кер. В. Г. Верховцев; викон.: Ю. Є. Тищенко [та ін.] Держ. установа "Ін-т геохімії навкол. середовища НАН України". — К., 2012. — 226 с. — № ДР 0112U003799— Інв. № б/н. 6.
6. Розробка Біланівського родовища залізних руд. Техніко-економічне обґрунтування. Оцінка впливу на навколишнє середовище : звіт про ОВНС / кер. О. О. Дмитрієва; викон. Український НДІ екол. проблем. — Х., 2012. — Т. 1–2. — 494 с. 5.
7. Семененко Н. П. Железисто-кремнистые формации Украинского щита / Н. П. Семененко. — К.: Наук. думка, 1978. — 367 с. Т. 2. Докембрий III. 1.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ ВОД КАРЬЕРНОГО ВОДООТЛИВА ПРИ ПЛАНИРУЕМОЙ РАЗРАБОТКЕ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ БЕЛАНОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О. Ю. Тищенко, Ю. Е. Тищенко

На основе данных о химическом составе и запасах подземных вод методом балансовых расчетов установлено, что сбросы вод карьерного водоотлива при запланированной разработке Белановского железорудного месторождения в Днепродзержинское водохранилище не приведут к заметным экологическим последствиям. Другие возможные сценарии сброса карьерных вод связаны со значительными изменениями минерализации и солевого состава водотоков (р. Псел — рост вдвое, р. Рудько — в 12 раз) и должны рассматриваться как неприемлемые. Ход работ должен сопровождаться регулярным гидрогеологическим, гидрохимическим и дистанционным (аэрокосмическим) мониторингом.

Ключевые слова: баланс, минерализация, водоносные горизонты, железорудное месторождение, мониторинг

ASSESSMENT OF POTENTIAL IMPACT OF CAREER DRAINAGE ON SURFACE WATER DURING PLANNED DEVELOPMENT OF BILANIVO IRON ORE DEPOSIT

O. Yu. Tyshchenko, Yu. E. Tyshchenko

Based on the chemical composition and groundwater reserves by balance calculations was revealed that discharges water drainage career at planned development of Bilanivo iron ore deposits in the Dniprodzerginsky reservoir won't result in significant environmental impacts. Other possible scenarios of discharges of discharge water will associated with significant changes in salinity of streams (in Psel river — twice growth, in Rud'ka river — 12 growth) and should be viewed as unacceptable. The work should be accompanied by regular hydrogeological, hydrochemical monitoring and remote sensing (aerospace monitoring).

Keywords: balance, salinity, aquifers, iron ore deposit, monitoring