УДК 574. 2

Ю.О. Малик, О.М. Демків
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра прикладної екології та збалансованого природокористування

МОНІТОРИНГ СТАНУ ДОМБРОВСЬКОГО КАР'ЄРУ

© Малик Ю.О., Демків О.М., 2013

Проаналізовано стан і характер процесів, які відбуваються у межах Домбровського кар'єру. Доведено, що територія є потенційно небезпечним об'єктом. Подано розрахунки максимальної кількості води, яка може надходити у кільцеву дренажну траншею і не спричиняти при цьому негативного впливу на довкілля.

Ключові слова: Калуш, регіональні проблеми, Домбровський кар'єр, розсоли.

The state and the nature of the processes that occur within Dombrowski career are analized. The fact that the area is potentially dangerous object is proved. The calculations of maximum amount of water that can flow in a circular drainage trench and do not make the negative influence on the environment are given.

Key words: Kalush, regional problems, Dombrowski career, brines.

Постановка проблеми. Домбровський кар'єр є єдиною дільницею в Україні, де можливе видобування покладів калійних солей. Сьогодні він фактично покинутий напризволяще, а поклади у ньому активно руйнуються карстовими процесами. Тут накопичилося близько 11 млн. $м^3$ концентрованих розсолів. Заповнення дільниці рідкою фазою особливо помітно інтенсифікувалося протягом останніх двох років [5]. Причиною цього стало затоплення насосної №2 у дренажній траншеї та прогресуючий розвиток карстових каналів у напрямку річки. Протягом усього періоду експлуатації кар'єру не здійснювалося жодних заходів щодо вдосконалення мережі водовідведення. Тому необхідно терміново розробити і впровадити заходи щодо зменшення динаміки приросту кількості розсолів і створити установку з їх переробки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Домбровська дільниця є унікальною частиною Калуш-Голинського родовища, головна характерна особливість якої полягає у близькому до земної поверхні заляганні соленосної товщі, значній компактності рудних тіл і великій сумарній потужності покладів калійних солей.

Внаслідок неглибокого залягання соляного дзеркала та наявності напірного горизонту надсольових вод у разі відробки соляних покладів шахтним способом до 2/3 запасів було б втрачено. Саме тому було прийнято рішення про доцільність проведення видобувних робіт відкритим способом, яке має низку дуже істотних переваг перед підземним.

У зв'язку із унікальними умовами родовища, з метою вияснення можливості видобування покладів відкритим способом, з 1950 по 1963 рр. фахівці тут провели цілий комплекс досліджень щодо вияснення гідрогеологічних умов розробки, стійкості уступів, характеру впливу атмосферних чинників на розкриті соленосні породи. У результаті був зроблений висновок про можливість ефективної розробки покладів полімінеральних солей в існуючих умовах [1].

На цій дільниці нараховувалося усього 83 млн. т запасів руди. Об'єм видобування руди становив 1,25 млн. т у рік, хоча міг бути удвічі вищим. До кризового стану Домбровський кар'єр доведений на початку дев'яностих років, коли його залишили напризволяще і перестали здійснювати будь-які заходи з недопущення затоплення атмосферними опадами [2, 3].

Формулювання цілі статті. Проаналізувати умови розробки покладів протягом періоду експлуатації кар'єру та розвиток процесів, що відбувалися при цьому. Показати, що основною причиною сучасного критичного стану Домбровського кар'єру є відсутність ефективної системи збору і відведення вод атмосферного походження та недопущення притоку ґрунтових вод з-за меж кар'єру. Розрахувати допустиму кількість рідини, яка може надходити у кільцеву дренажну траншею.

Виклад основного матеріалу. Як уже згадувалося, видобування покладів відбувалося відкритим способом. І під час активної експлуатації Домбровського кар'єру у 70–80-х рр. XX ст. було цілком очевидно, що прийняте рішення себе цілком виправдало. Та насправді не все було так ідеально, як хотілося б. Вже у 1963 р. кар'єр був затоплений водами, джерелами надходження яких стали як підземні горизонти, так і атмосферні опади. Тому з метою покращення гідрогеологічної ситуації та створення умов для ефективної розробки покладів на Домбровському родовищі у 1960–1966 рр. споруджено кільцеву дренажну траншею (КДТ) (завдовжки 5310 м) навколо площі майбутньої розробки. Та незважаючи на рекомендації спеціалістів про розташування траншеї на відстані 250 м від граничного контуру розробок та виявлені в процесі проведення земляних робіт нові дані, які уточнювали існуючі уявлення щодо інженерно-геологічних умов території, ці пропозиції не були враховані. Траншея була розміщена дуже близько до контуру розробок (на відстані, набагато меншій, ніж рекомендувалась, – 250 м). Тому уже на стадії її будівництва прогнозувалося виникнення проблем з експлуатацією майбутнього кар'єру – розвитку карсту у місцях найбільшого наближення бортів кар'єру до дренажної траншеї.

Розглянемо, який вплив мала траншея на внутрішньокар'єрне поле і територію, що прилягає до неї.

Очікувану кількість води, яка повинна була надходити до водоносного горизонту з обох боків у дренажну траншею, можна визначити за формулою

$$Q = \frac{K \cdot \left(H^2 - h^2\right) \cdot L}{R}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1)$$

де K – коефіцієнт фільтрування – 9 м/добу; H – середня потужність водоносного горизонту – 12 м; h – середня глибина води в дрені (підземному штучному водотоці для збирання та відведення ґрунтових вод та аерації грунту) – 1 м; L – довжина дренажної траншеї – 5310 м; R – радіус впливу, м.

Останню величину визначають за формулою Лембке:

$$R = \sqrt{3} \cdot \frac{K \cdot H \cdot t}{m} \text{ м}, \quad (2)$$

де H – висота стовпа води горизонту галечників – 12 м; t – час, що минув від початку відкачування, діб; μ – водовіддача у частках одиниці – 0,2.

На момент проведення перших спеціальних гідрогеологічних робіт з аналізу впливу КДТ на зміну гідрогеологічних умов в районі розташування кар'єру, які здійснювалися протягом 1966 – 1967 рр., пройшло приблизно 200 днів від завершення спорудження траншеї. Підставимо вказані величини у формули (1) та (2). Отримаємо таке:

R = 569 м і Q = 12010,5 м^3/добу, або 500,44 м^3/год.

Ще під час проведення гідрогеологічних робіт відразу після спорудження КДТ виявилося, що її дренуючий вплив поширюватиметься і на відвідний канал річки Сівки, який простягається на відстані 250 – 500 м від зовнішнього борту дренажної траншеї. Внаслідок цього з відвідного каналу в дренажну траншею стягується додаткова кількість підземних вод.

Приток до КДТ з каналу, згідно В.В. Узембло, може бути визначений за наближеною формулою Каменського:

$$Q_1 = K \cdot \frac{h_1 - h_2}{2} \cdot \frac{H_1 + H_2}{L}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (3)$$

де h_1 – потужність водоносного пласта галечників у каналі – 10 м; h_2 – потужність обводненої частини пласту галечників у каналі – 9,82 м; H_1 – відмітка рівня води у каналі – 298 м; H_2 – відмітка рівня води у дренажній траншеї – 287 м; L – середня відстань між траншеєю і каналом – 400 м; Q_1 – одинична витрата фільтраційного потоку.

Після підстановки цих величин у формулу отримаємо:

$$Q_1 = 9 \cdot \frac{10 - 9{,}815}{2} \cdot \frac{298 + 297}{400} = 1{,}24 \text{, м}^3\text{/добу.} \quad (4)$$

Якщо взяти до уваги той факт, що у сферу впливу каналу потрапляє уся північна частина КДТ протяжністю орієнтовно 1000 м, то загальний водоприток до неї становить:

$1000 \cdot 1{,}24 = 1240$ м^3/добу, або 51,67 м^3/год.

За даними режимних спостережень, які проводилися у 1975 р., реальний приток ґрунтових вод з боку відвідного каналу р. Сівки на ділянці, де дренажна траншея розташована нормально до потоку (за формулою Дюпюі):

$$Q = L \cdot K \cdot \frac{\left(H^2 - h^2\right)}{2 \cdot R} \text{, м}^3\text{/добу,} \quad (5)$$

де Q – витрата дренажної траншеї, м^3/добу; L – довжина ділянки дренажної траншеї – 810 м; H – потужність водоносного горизонту – 12 м; h – товщина шару води у водовідвідній канавці – 0,1 м; R – середня відстань між відвідним каналом р. Сівки і віссю дренажної траншеї – 370 м;

$$Q = 810 \cdot 9 \frac{\left(144 - 0{,}01\right)}{2 \cdot 370} = 1418{,}5 \text{, м}^3\text{/добу,}$$

що відповідає 59,1 м^3/год.

Враховуючи першу розрахункову формулу, можна зазначити, що кількість підземних вод, яка поступає до дренажної траншеї з відвідного каналу, може коливатися залежно від відмітки рівня води в каналі та рівня дренажної траншеї. З аналізу цих формул можна зробити ще один важливий висновок про значення величини коефіцієнта фільтрування для кількості води, яка стягується дреною з відвідного каналу. Як бачимо, чим нижчі фільтраційні властивості, тим менша кількість води з каналу прямуватиме до дренажної траншеї. На жаль, аналіз фактичного матеріалу свідчить про протилежну тенденцію. Відслоненість гравійно-галькових відкладів та інтенсивне витікання вод з водоносного горизонту сприяли й одночасній суфозії, тобто винесенню піщано-глинистого наповнювача з товщі водоносного горизонту. Тому можна стверджувати, що коефіцієнт фільтрування галечників на цій ділянці водоносного горизонту з плином часу зростає. Протягом усього періоду існування кар'єру не здійснювалося жодних технічних заходів щодо покращення ізоляції дна відвідного каналу чи зменшення проникності гравійно-галькового горизонту.

Отже, спочатку кільцева дренажна траншея, а потім і сам кар'єр стали базисом ерозії, який стягував води із прилеглої території. Загалом у кільцеву дрену потрапляло близько 2 млн. м^3 вод у рік. Внаслідок дренуючої дії цієї виробки частина вод із водозбірної площі, яка в природному стані розвантажувалася у вигляді прісних джерел в уступі тераси на південний схід від кар'єру, почала постійно спрямовуватися до кар'єрного поля. Крім того, у депресійну лійку кар'єру потрапляє також канал р. Сівки.

За час, що минув з моменту спорудження КДТ та проведення вищезгаданих дослідницьких робіт, пройшло чотири десятки років і гідродинамічні умови на цій території істотно змінилися. Щоб це проілюструвати, повернемось до формули. Як показують наші спостереження, на північній ділянці КДТ води все менше збиралися власне у водозбірному лотку, вони дістали можливість рухатись під дном дренажної траншеї. Траншея уже давно не виконує позитивної ролі для захисту від проникнення вод, принаймні у північній її частині. Дзеркало ґрунтових вод має вільну поверхню. Про це свідчить, зокрема, проведення бурових робіт, коли крайня до дренажної траншеї свердловина, якою повністю перебурені відклади водоносного горизонту, виявилася сухою. Очевидно, на цій ділянці внаслідок тривалого дренування вод, вилуговування солей з порід, виносу глинистих частинок розвинулися карстові канали. Ці канали вздовж свого простягання мали різний

переріз і на ділянках, де винесення речовини було особливо значним, утворилися підземні гроти. Просадка гірських порід над цими пустотами призвела до утворення нерідко раптових, великих провальних лійок на розкритих бортах кар'єру [4]. Такий великий об'єм карстових лійок може свідчити про те, що карстові канали своїми вершинами могли вийти поза межі КДТ.

Внаслідок відслонення товщі гравійно-галькових відкладів у східній частині від дренажної траншеї, до якої безпосередньо прилягають відвали № 1 і № 4, виникає великий градієнт напору, тому розсоли інфільтраційного походження з відвалів інтенсивно стягуються також у напрямку кар'єру.

Аналогічний механізм діє на інтенсифікацію фільтрування розсолів зі східних бортів акумулюючих ємкостей.

Протягом тривалого часу відомо, що у північному борту кільцевої дренажної траншеї триває розвантаження розсолів, які формуються за рахунок промивання хвостосховища № 1 і проникають крізь дно та борти, прямуючи в напрямку існуючої депресії кар'єру.

Сьогодні є очевидним, що кільцева дрена не могла повністю вирішити проблему забезпечення нормальної роботи кар'єру. Така система перехоплення вод могла бути позитивною лише у тому випадку, коли чітко і постійно виконується комплекс заходів із підтримування КДТ у робочому стані, не допускається утворення зсувів і перегородження лотків, відслідковується щільність стиків між лотками. Крім того, потрібно ретельно стежити за ознаками просочування розсолів із соляного дзеркала усередині кар'єру і виконувати заходи, спрямовані на недопущення активізації цього процесу. У протилежному випадку води, які тими чи іншими шляхами проникають під полотно дна КДТ, просочуються ослабленими зонами і з часом розширюють канали розвантаження, сприяючи активним карстовим процесам.

Враховуючи те, що в міру наближення робочих уступів до контуру відробки сам кар'єр уже стає базисом ерозії, а кільцева дренажна траншея лише послаблює його захист від можливого надходження вод.

Висновок. Організація ефективної системи збору і відведення вод із водоносного горизонту та вод атмосферного походження є головною умовою можливості експлуатації покладів солей відкритим способом. А для забезпечення існування такої системи потрібно проводити постійний моніторинг за рівнем розсолів у кар'єрі, а також вживати усіх можливих заходів, щоб запобігти його підтопленню та змогти передбачити і не допустити розвиток карстових процесів. При цьому не можна допускати навіть нетривалого підтоплення дна траншеї, потрібно здійснювати роботи із швидкої і якісної ліквідації ознак навіть незначних карстових проявів. Тому запропоновано виконати заповнення об'єму траншеї глинистими ґрунтами і в такий спосіб зміцнити його, створивши додатковий бар'єр на шляху руху вод.

1. Грабовецький В. Історія Калуша. З найдавніших часів до початку XX ст. – Дрогобич: Видавнича фірма "Відродження", 1997. – 224 с. 2. Газета "Краєзнавство. Географія. Туризм". – №34. – вересень 2010 р. 3. Інформаційно-рекламна газета Калущини "ВІКНА". – Вип. за 19.03.11–25.03.11; 5.02.11–11.02.11; 03.11–11.03.11. 4. Результати гравіметричного моніторингу на рудних полях відпрацьованих рудників Калуш-Голинського родовища. – Івано-Франківськ, 2008. 5. Указ та закон Президента України "Про оголошення територій міста Калуш та сіл Кропивник і Сівка-Калуська Калуського району Івано-Франківської області зоною надзвичайної екологічної ситуації" від 12.02.2010 року.