

небезпечно не має: виявлений розподіл хімічних елементів лише попереджає, що забруднення накопичуються у двох зонах (одна є регіональною і прослідковується з Галицького району від Бурштинської ТЕС паралельно Дністровському каньйону на його правобережжі аж до Чернівецької області, а друга охоплює нижні течії рр. Серет, Нічлава і Збруч і має локальне походження). Ці зони необхідно контролювати для забезпечення екологічної стабільності.

11. Вперше для Дністровського каньйону та суміжних територій виділено 5 екологічних станів та виконано геоecологічне районування на основі ландшафтного аналізу та виявлених аномальних зон забруднення. Всього обґрунтовано 3 геоecологічні зони, які поділяються на 24 геоecологічні смуги. Переважна більшість із них відповідає ландшафтним місцевостям, там де рівень забруднення незначний. Там, де екологічний стан зростає до напруженого і складного, контури геоecологічних смуг можуть не співпадати з ландшафтними місцевостями.

12. Оцінка екологічного стану геоecологічних смуг дозволила провести їх «розбраковку» на три категорії по необхідності стабілізаційних заходів: 1) не має потреб втручатись в природно-антропогенні процеси, 2) необхідно застосувати оптимізаційні природоохоронні заходи згідно довгострокової екологічної програми, 3) потрібні термінові оперативні заходи.

Комплекс виконаних геоecологічних досліджень є необхідним для наукового обґрунтування проекту Дністровського національного природного парку як регіонального екологічного коридору – одного із головних складових Національної екологічної мережі України та важливого туристично-рекреаційного об'єкту.

Поступила в редакцію 2 серпня 2010 р.

Статтю до друку рекомендував д.г.-м.н. О.М. Адаменко

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 622.83:550.4

Гайдін А.М.

*Відділення гірничо-хімічної сировини
Академії гірничих наук України, м.Львів*

ОЗЕРО В ДОМБРОВСЬКОМУ КАЛІЙНОМУ КАР'ЄРІ

Розглянуті фактори, які визначають формування хімічного складу води при затопленні калійного кар'єру. Показано, що внаслідок руйнування бортів кар'єру береги і дно майбутнього озера будуть ізольовані від соленосних відкладень і над накопиченими розсолами утвориться шар прісної води потужністю біля 18 м.

Ключові слова: кар'єр, затоплення, розчинення, обвалення, формування хімічного складу.

Рассмотрены факторы формирования химического состава воды при затоплении калийного карьера. Показано, что вследствие обрушения бортов карьера берега и дно будущего озера будут изолированы от соленосных отложений и над накопленным рассолом образуется слой пресной воды толщиной до 18 м.

Ключевые слова: карьер, затопление, растворение, обрушение, формирование химического состава.

Factors generated chemical composition of water during inundation of potassium open pit investigated. It is set, that destruction of open pit edges beach and bottom of the lake will be isolated away from salt deposition. It is located over the brine precipitate of fresh water stratum near 18 m thickness.

Key words: open pit, flooding, solution, land-slide, formation of chemical composition.

© Гайдін А.М., 2011

Вступ. В Калуші Івано-Франківської області з 1967 до 2005 р. діяв Домбровський кар'єр з видобутку калійної руди. Висота поверхні над рівнем моря 300-303 м. Кар'єр складається з південної і північної частин, розділених перемичкою на відмітці 255-256 м. Південна частина відпрацьована в 1967-1982 рр., видобуто 17,9 млн. т руди і 20 млн. м³ розкривних порід. Абсолютна відмітка дна 173 м. Північна дільниця введена 1983 р., з неї видобуто 14,6 млн. т руди. Відмітка дна 237 м. До 2008 р. кар'єр підтримували в робочому стані. Розсіл із північної частини перекачували у південну, а звідти скидали у відпрацьовану шахту. У січні 2008 р. осушення припинили. Почалося затоплення кар'єру, яке різко прискорилося в період липневої катастрофічної повені. Відновити діяльність кар'єру стало неможливим, оскільки скид розсолів в гідромережу неприпустимий з екологічних міркувань. На місці кар'єру утворюється озеро.

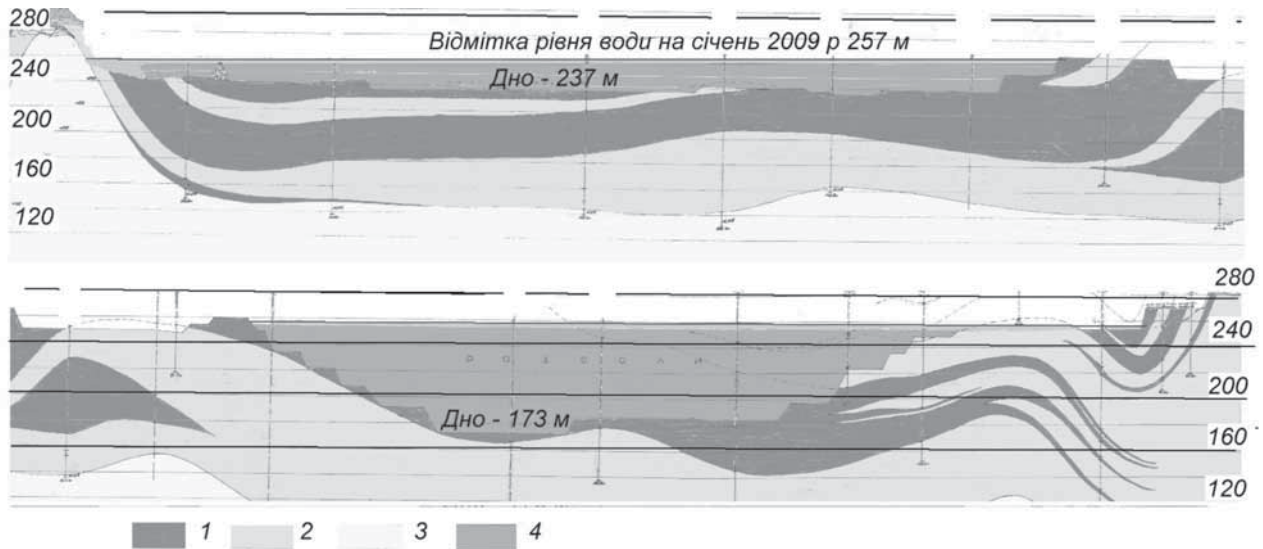


Рис. 1. Геологічний розріз вздовж кар'єру. Вгорі північна, внизу – південна частини. 1 – калійна руда, 2 – соленосна брекчія, 3 – пісковик, глина, 4 – розсіл

Геологічний розріз калійного родовища складається з трьох основних елементів: 1) соленосної брекчії та калійних руд, 2) глинистої кори вивітрювання («шляпи») і 3) четвертинних гальковиків та суглинків (рис.1). Калійна руда полімінеральна. Вона складена легко розчинними галітом, каїнітом, сильвіном і слабо розчинними лангбейнітом, кізеритом, полігалітом, ангідритом. Крім того, руда вміщає 15-17% нерозчинних переважно глинистих домішок. Вміщаючі соленосні відкладення представлені глинами та пісковиками, зцементованими галітом, вміст якого до 45%.

Над соленосною товщею залягає кора вивітрювання – глинисто-гіпсова шляпа (ГГШ) потужністю від 3-4 до 24 м. Підшва ГГШ залягає на відмітках 262-274 м, покрівля – 276-278 м. Четвертинні відкладення представлені гальковиками потужністю 2-18 м і суглинками товщиною 2,5-6 м. Соленосні породи і ГГШ водотривкі. В гальковиках вміщуються прісні ґрунтові води.

Кар'єр перерізає долину річки Сівки, яка відведена самопливним каналом. Для перехвату підземних вод навколо кар'єру споруджена дренажна траншея довжиною 5,3 км і глибиною до 25 м. Об'єм траншеї 2.3 млн. м³. Дно траншеї виконано в ГГШ, відмітка дна на півдні 290 м, на півночі 280 м. Між кар'єром і траншеєю залишений цілик шириною 100 м. На північному борті на відстані близько 160 м цілик відроблений, траншея відсутня.

За даними калійного заводу в період експлуатації в кар'єр поступало 1.4 млн. м³ води в рік. Воду із дренажної траншеї з мінералізацією близько 3 г/л в кількості 450 тис. м³ за рік скидали в Сівку. Розсіл із північної частини кар'єру скидали у південну частину, а звідти закачували у відпрацьовану шахту. До січня 2008 р. в південній частині кар'єру було накопичено 5 млн. м³ розсолу з вмістом солей близько 400 г/л. В період повені у липні 2008 р. перемичка між південною і північною частинами



Рис. 2. Утворення ніші розчинення в борті кар'єру (модель)

кар'єру була розмита, рівень розсолу в обох частинах кар'єру вирівнявся. Затоплення кар'єру покляло край надіям на відновлення видобутку калійної руди, оскільки осушити кар'єр не можливо.

Об'єм вільного простору до відмітки повного затоплення (295 м) становить 42 млн. м³, із них станом на жовтень 2010 р. 18 млн. м³ вже затоплено, залишилося 24 млн м³. До контакту солей з ГГШ залишилося 9 м, об'єм 7 млн. м³. Приток води за період з початку затоплення північної частини становить в середньому 3 млн. м³ в рік. Швидкість підняття рівня води близько 4 м в рік. Затоплення соленосних порід очікується через 2 роки, в кінці 2012 р. Запланований скид розсолів із хвостосховищ в

кількості біля 2 млн. м³ прискорить затоплення на 7-8 місяців.

Актуальність. У зв'язку з незворотнім затопленням кар'єру виникла дискусія про його екологічні наслідки. Думки спеціалістів розділилися. Одні вважали, що озеро буде солоним, внаслідок чого станеться засолення четвертинного водоносного горизонту. Для попередження засолення пропонували спорудити навколо кар'єру непроникливу протифільтраційну завісу, а розсіл з кар'єру випаровувати або нагнітати в глибокі свердловини [1]. Ці пропозиції в умовах кризового стану економіки України є не реальними і економічно не доцільними. Кінцевим результатом була би велика яма – ненажерлива прірва, яка без кінця висмоктувала би кошти із дірявого державного бюджету.

Автором даної статті на підставі фізичного і математичного моделювання доведено, що верхня частина водної товщі буде прісною і безпеки для довкілля не буде. Кінцевим результатом буде гарне озеро, яке може приносити прямий дохід за рахунок рекреаційного бізнесу і опосередкований в результаті покращення здоров'я людей. Звідси видно, наскільки актуальною є проблема прогнозу якості озерної води.

Процес затоплення соляного кар'єру є унікальним явищем і тому у відомій автору науковій літературі не висвітлений. Аналогічну проблему автор вирішив при проектуванні затоплення сірчанних кар'єрів [2], але там легкорозчинні солі відсутні. Мета даної статті – прогноз хімічного складу води в майбутньому Домбровському озері.

Методика досліджень. Для досягнення вказаної мети було проведено неодноразове обстеження бортів кар'єру в умовах затоплення з вимірами глибини ніш розчинення та нахилу дна. Для демонстрації процесу руйнації берегів внаслідок розчинення виготовлена фізична модель в масштабі 1:100. На моделях проведені також дослідження гравітаційного розділення води з різною мінералізацією. Для виявлення змін хімічного складу водної товщі відбирали поінтервальні проби води з обох частин кар'єру. На основі одержаних результатів запропонований інженерний метод прогнозних розрахунків.

Розчинення соляного борту. Відомо, що швидкість розчинення солей залежить від нахилу поверхні [3]. Вгорі розчинення проходить швидше, ніж внизу, в результаті вертикальна поверхня становиться нахилою. Нерозчинні домішки спочатку сповзають вниз і накопичуються в основі стінки, що розчиняється. Але після того, як нахил поверхні зменшується до кута внутрішнього тертя (природного укусу) нерозчинного залишку, останній перестає сповзати і накопичується на поверхні солей, відокремлюючи сіль від води. Тоді розчинення припиняється.

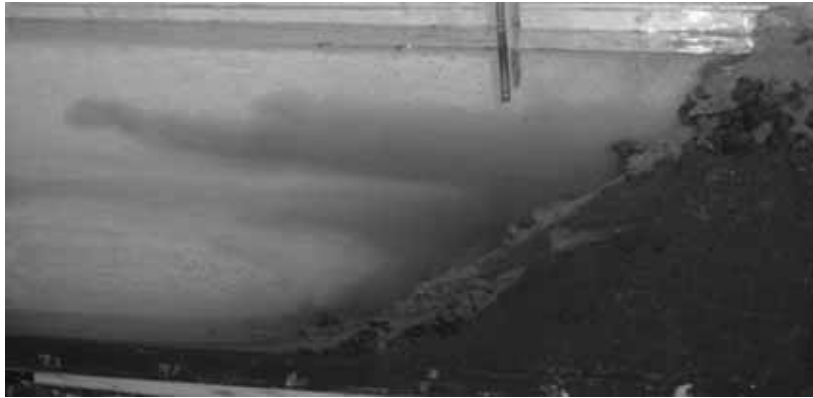
Для ілюстрації цього процесу виготовлена прозора модель вертикального борта кар'єру в масштабі 1:100 (рис. 2). Соленосну товщу моделювали сумішню глини з кам'яною сіллю у рівних кількостях. Над нею з глини сформований аналог гіпсово-глинистої шляпи і шар роздільно-зернистих четвертинних відкладень.

Заповнення «кар'єру» прісною водою проводили повільно, так що швидкість підняття рівня була меншою від швидкості розчинення, як це спостерігається в природі. На фотографії моделі видно, що на

рівні води в соляному обриві утворюється ніша. Стеліна ніші горизонтальна, відповідає рівню води. Нерозчинний осад падає з покрівлі, утворюючи призму під кутом природного укосу. Коли нахил поверхні солей досягає кута внутрішнього тертя осаду, останній перестає сповзати і накопичується на поверхні солей. Бокова поверхня ніші покривається осадом. З цього моменту розчиняється тільки стеліна ніші.

Виміри глибин в кар'єрі показали, що нахил поверхні нерозчинного осаду становить від 20 до 32°, в середньому 29°. На ділянках, де нахил борта менший, ніж кут природного укосу нерозчинного осаду, розчинення борту взагалі не здійснюється.

Обвалення берегів. По мірі поглиблення ніші зростає напруга у нависаючій товщі порід. Залишок соленосної породи над нішею не витримує власної ваги і тиску налягаючих глин і борт обвалюється (рис. 3). Обвалені соляні блоки утворюють прибережні скелі. З часом вони розчиняються, а нерозчинні залишки і уламки глинистих порід накопичуються на поверхні нерозчинного осаду.



**Рис. 3. Борт кар'єру після обвалу (модель).
Соленосна порода вкрита шаром нерозчинного осаду і
продуктами руйнування берега.**

В результаті обвалення солей береги між уступами зникають, утворюється високий субвертикальний обрив. З берега починає осипатися гальковик і суглинок, які заповнюють пониження і вирівнюють поверхню дна під кутом природного укосу. Тонкі частинки (мул) відмиваються із продуктів обвалення і осідають на дні озера. Шар нерозчинних осадків над поверхнею солі збільшується за рахунок продуктів руйнування, ущільнюється під власною вагою

і ізолює сіль від води.

і ізолює сіль від води.

Розрахункова модель. Для орієнтовного розрахунку приймаємо, що ніша розчинення має форму трикутника (рис.4). Об'єм нерозчинного осаду дорівнює об'єму розчиненої руди, помноженому на об'ємний вміст нерозчинного осаду в долях одиниці. Звідси видно, що при розчиненні вертикальної стінки глибина ніші

$$L = H * \operatorname{ctg} \varphi / (c + 1), \quad (1)$$

де H – глибина води, φ – кут природного укосу нерозчинного осаду, c – об'ємний вміст нерозчинного осаду. З цієї формули видно, що глибина ніші тим більша, чим менше в солях нерозчинного осаду.

Кут нахилу поверхні розчинення соленосної породи під водою визначається відношенням

$$\operatorname{tg} a = (c + 1) * \operatorname{tg} \varphi. \quad (2)$$

У випадку, коли нерозчинного осаду мало, $c \rightarrow 0$ і $a \rightarrow \varphi$, глибина ніші найбільша:

$$L = H / \operatorname{tg} \varphi. \quad (3)$$

При нахиленому під кутом b борті максимальна глибина ніші визначається з формули

$$L = H * (\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} b) / (c + 1). \quad (4)$$

У випадку, коли нахил борта дорівнює куту стійкого відкосу нерозчинного осаду або є меншим від нього, $\varphi = b$, $L = 0$, розчинення не спостерігається.

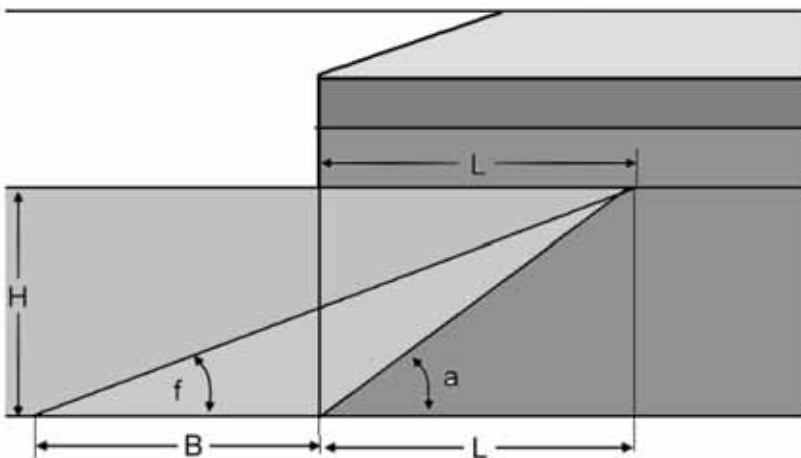


Рис. 4. Розрахункова схема для визначення параметрів ніш

Оціночні розрахунки. Борти кар'єру в північній частині в більшості складені калійною рудою, яка вміщає 12% нерозчинного теригенного матеріалу, а також до 6% слабозчинного полігаліту і 7% нерозчинного кізериту. Всього вміст нерозчинного і слабо розчинного залишку становить 25%. В бортах, складених соленосною породою, вміст нерозчинного матеріалу біля 55%. Кут нахилу нерозчинного осаду в середньому приблизно дорівнює 29°.

Найбільше небезпечний північний борт являє собою уступ висотою 28 м під кутом 65°. При затопленні північного борту в калійній руді на висоту $H=28$ м глибина ніші дорівнює $28 \cdot (\text{ctg}29^\circ - \text{ctg}65^\circ) / (1+0,25) = 29,7$ м. Тобто північний борт може відступити від його початкового положення приблизно на 30 м. Глибина ніші в аналогічних умовах в борті, складеному соленосною породою, становить $28 \cdot (1,8-0,47) / (1+0,55) = 24$ м.

Практично така глибина ніші не досягається, оскільки за результатами натурних спостережень вже при глибині ніші 3-4 м спостерігається обвалення берега. У більшості випадків відступлення борту визначається шириною берми, складеної глинами. Після обвалення на ширину берми виникає зсув четвертинних відкладень і поверхня солей захищається від розчинення. У південній частині кар'єру приблизно 250 м борту вже прикрито зсувом четвертинних відкладень.

Маса розчинених солей. Виведені формули дозволяють вирахувати кількість солей, які можуть розчинитися при затопленні кар'єру. Площа вертикального перетину ніші F становить

$$F=0,5 \cdot H \cdot L, \quad (5)$$

де H – висота борта, L – глибина ніші.

Об'єм порід V , які розчиняться при затопленні, визначається з формули

$$V=F \cdot P, \quad (6)$$

де P – довжина ділянки борта кар'єру з визначеними параметрами. Маса розчинених солей M дорівнює

$$M=0,5 \cdot H \cdot L \cdot P \cdot (1-c) \cdot \gamma, \quad (7)$$

де γ – питома маса порід. Середня мінералізація розсолу після затоплення соленосної товщі дорівнює відношенню маси розчинених солей до об'єму води, який в інтервалі відміток 250-278 м становить 16 млн. м³.

Для орієнтовної оцінки приймаємо $H=28$ м, $L=25$ м, $P=5000$ м, $c=0,25$, $\gamma=2100$ кг/м³. Підставляючи дані, одержимо $M=2760$ млн. кг. Середня мінералізація розсолу дорівнює $2760:16=172$ кг/м³. Фактична концентрація розсолів у верхній частині водної товщі наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Зміни концентрації розсолів в північній частині кар'єру

Глибина, м	0	3	5	10	20
Мінералізація, г/л: квітень 2009 р	165		301	327	
квітень 2010 р	148		222	222	310
червень 2010 р	128	192	222	222	

Як видно із таблиці, порядок цифр не розходиться з розрахунком. Спостерігається тенденція до зменшення концентрації розсолу.

Прибортовий карст. Інакший механізм руйнування бортів спостерігається в місцях витоку води із четвертинних гальковиків. Місця водопритоків визначаються пониженнями покрівлі глинисто-гіпсової шляпи, які приурочені до колишньої долини річки Сівки, відведеної каналом з території кар'єру, та її приток. Найбільші водопритоки зосереджені на північному і північно-західному борті.

Вода, що височується із гальковика, утворює водоспад. Частина води облизує соленосні породи, утворюючи вертикальні стінки (рис. 5), які відступають. Під глиною утворюється грот, а глина нависає над обривом. Коли глибина грота досягає 1-2 м, глина обвалюється. Гальковик осипається з обриву і засипає грот, утворюючи лійку з кутом близько 45°. Після того карстовий процес поступово уповільнюється. Коли рівень води підніметься до підшви четвертинних відкладень, прісна вода буде розповсюджуватися горизонтально над шаром розсолів і не буде омивати сіль. Карстовий процес може взагалі припинитися.

Руйнування берегів після затоплення соленосних порід. Подальше руйнування берегів буде проходити в результаті ерозії і хвильового розмиву. В період затоплення глинистої шляпи хвильовий розмив буде незначний, оскільки високі береги ще захищають плесо від вітру, а глини слабо піддаються розмиву. Суттєвий розмив почнеться після того, як рівень води досягне четвертинних відкладень. В результаті розмиву формується прибережна мілина і субвертикальний кліф [4]. Продукти розмиву будуть спливати на дно озера і збільшувати товщину донних відкладень, що відокремлюють сіль від води. Таким чином, у процесі формування берегів озера слід розрізняти наступні стадії: 1) розчинення соленосних порід з утворенням ніш і гротів, 2) обвалення берегів, 3) хвильовий розмив четвертинних відкладень (рис.6). Результатом деформацій буде гідроізоляція соленосних порід.

Формування хімічного складу води. Відповідно до стадій деформації бортів змінюються умови формування складу води. В першу і другу стадію деформацій проходить розчинення солей і утворюються розсоли з розрахунковою концентрацією порядку 170 г/л. З моменту підняття рівня води до покрівлі соленосних відкладень розчинення припиняється і на поверхні розсолу накопичується прісна вода із атмосферних опадів і четвертинного водоносного горизонту.

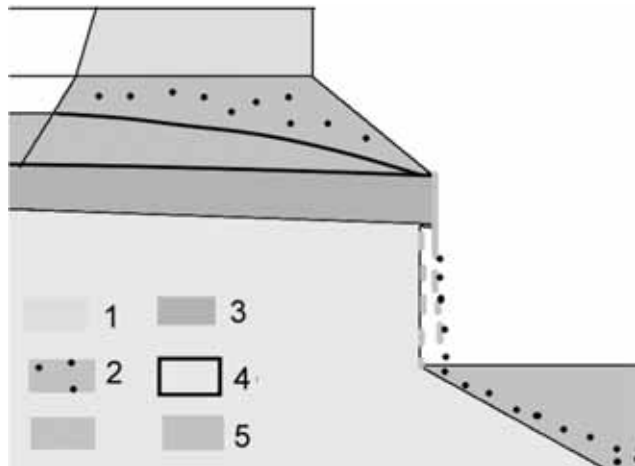


Рис. 5. Лінійна ерозія в місцях водоприпусків.
1 - суглинок, 2 - гальковик, 3 - глинисто-гіпсова шляпа, 4 - соленосні породи

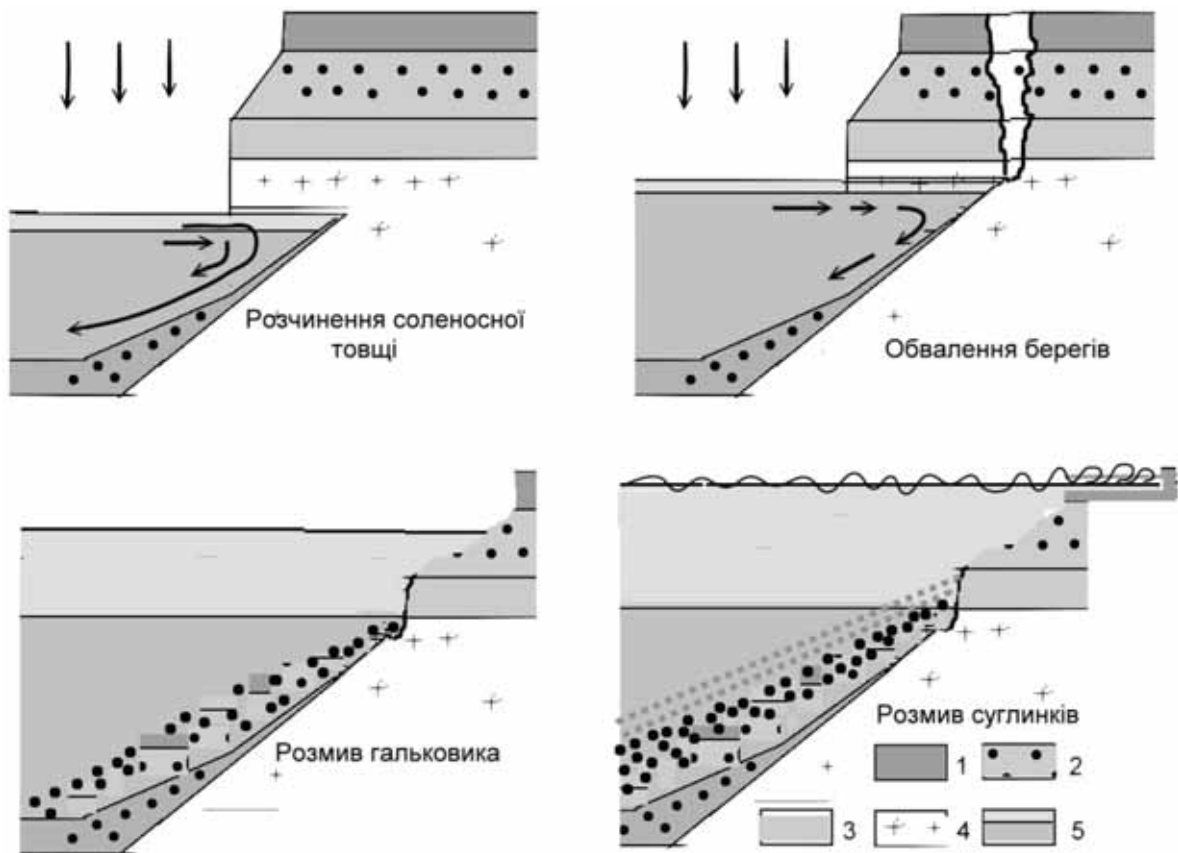


Рис. 6. Стадії переробки берега озера. 1 - суглинок, 2 - гальковик, 3 - глинисто-гіпсова шляпа, 4 - соленосна товща, 5 - вода (зверху прісна, нижче солоня)

Кінцевий рівень води в озері визначається умовами витoku в старе русло Сівки і буде на відмітці 295 м. Товщина шару прісної води відповідає різниці між відміткою затоплення (295 м) і відміткою покрівлі соленосної товщі (278 м), що становить 17 м.

Рівень води в озері буде нижчим від рівня води на контурах живлення - в каналі і руслі Сівки. Тому озеро буде служити місцем розвантаження води четвертинного водоносного горизонту. Грунтові води, як і нині, будуть рухатися в напрямку озера. Тобто забруднення ґрунтових вод виключається внаслідок двох факторів: по-перше вода в верхній частині озера буде прісною, а по друге вона не буде рухатися із озера в водоносний горизонт.

Внаслідок різниці густин прісна вода розповсюджується над поверхнею розсолів, майже не змішуючись з ними. Для демонстрації явища гравітаційного розшарування соленої і прісної води в нижню частину прозорого лотка був залитий розсіл з концентрацією 320 г/л. На його поверхню через



Рис. 7. Розповсюдження прісної води по поверхні розсолу на моделі

шланг подавали підфарбовану прісну воду. На фотографії (рис.7) видно, що прісна вода розповсюджується на поверхні, не змішуючись з розсолом. Безумовно в натурі поверхня розділу між розсолм і прісною водою не буде настільки різкою, як на моделі. Буде існувати перехідна зона, обумовлена процесом дифузії. Проте із усіх природних процесів швидкість дифузії є найменшою.

Прісна вода буде займати верхню частину водної товщі озера, а накопичений розсіл – нижню. Перемішування води під впливом вітрових хвиль розповсюджується на глибину, яка дорівнює висоті хвилі, тобто не досягне поверхні розділу між солоною і прісною водою. Більш інтенсивно проходить перемішування води в результаті осінньої температурної інверсії. За літо вода в озері нагрівається до 20-25 °С, густина такої води становить 0.997 г/см³. Восени в озеро поступає вода з температурою 0-4 °С з густиною до 1 г/см³. Температура солоної води становить 17-18 °С, а густина при мінералізації 150 г/л близько 1,1 г/см³. Тому при інверсії холодна вода опускається вниз тільки до площини розділу між солоною і прісною водою. Конвективні течії здійснюються в ламінарному режимі, тому обмін солями між шарами прісної і солоної води може проходити тільки в результаті дифузії. Однак процес дифузії дуже повільний.

Якість озерної води після затоплення в значній мірі буде визначатися проточністю. Найкращі умови досягаються в тому разі, якщо річку Сівку (або частину її стоку) пустити в озеро старим руслом. Тоді склад води в озері буде мало відрізнятися від складу річкової води. Дослідження новостворених озер на місці сірчаних кар'єрів показує, що вже на початку стадії накопичення прісної води озеро заселяється біонтами, діяльність яких сприяє зменшенню мінералізації води [5]. Накопичення органічних речовин на дні призводить до утворення сірководню, який переводить важкі метали у нерозчинну форму і виводить їх із води.

Природа має могутні механізми самоочистки, треба вивчати їх і використовувати. З іншого боку, у випадку неякісної гідроізоляції солевідвалів, хвостосховищ та звалищ відходів вода в озері може бути забруднена. Проте прогнозувати явища безгосподарності наука ще не здатна.

Природним аналогом стратифікованого озера може служити озеро Могильне, розташоване на острові Кільдин біля Кольського півострова [6]. Озеро виникло близько 400 років тому в результаті відокремлення частини моря косою. Глибина до 18 м, у верхньому 5 метровому шарі вода прісна, з глибини 7 м – відповідає морській, а на самому дні – глибше 15 м – навіть вміщає сірководень. Зона змішування, де соленисть води плавно збільшується, становить 2 м. В поверхневому шарі живе прісноводна фауна, а в глибинному – морська. Це озеро – природна наукова лабораторія, яка підтверджує можливість існування стратифікованої за мінералізацією водної товщі.

Висновки

1. У механізмі переробки берегів при затопленні соляного кар'єру виділяються наступні стадії: 1) розчинення солей в бортах з утворенням ніш, 2) обвалення нерозчинних порід над нішами, 3) хвильовий розмив. Деформації розповсюджуються не далі 30-40 м. На більшій частині периметра кар'єру вони не виходять за межі дренажної траншеї і не створюють будь-якої загрози для населення або майна. Виключенням є північний борт, який згідно проекту має бути захищений шляхом відсіпки підпорної призми.

2. В результаті переробки берегів соленосні відкладення будуть ізольовані від водної товщі і тому розсоли будуть утворюватися тільки в період затоплення соленосних порід. Прогнозна середня концентрація розсолів 150 г/см³.

3. У формуванні хімічного складу води в озері, що утворюється на місці кар'єру, виділяються наступні стадії: 1) утворення розсолів в період затоплення соленосної товщі, 2) накопичення прісної води в період затоплення четвертинних відкладень, 3) стабілізація хімічного складу внаслідок перемішування води в межах прісноводної товщі в результаті осінньої інверсії та діяльності гідробіонтів.

4. У кар'єрній виїмці створиться озеро з солоною водою на дні і верхнім шаром прісної води товщиною до 17 м.

Таким чином, доведена можливість створення на місці калійного кар'єру озера, придатного для рекреаційного використання. Результати досліджень доцільно використати як основу комплексного проекту ревіталізації території в зоні впливу Домбровського кар'єру.

Література

1. Семчук Я.М. Екологічні проблеми Калуського гірничопромислового регіону та шляхи їх вирішення / Я.М. Семчук, Л.Я. Савчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2010. – № 1. – с. 64-69.
2. Гайдин А.М. Формирование химического состава воды при затоплении серных карьеров / А.М. Гайдин. – Геозкология. – 2008. – № 2. – С. 1-6.
3. Пермяков Р.С. Технология добычи солей / Р.С. Пермяков, В.С. Романов, М.П. Бельды. – М.: Недра, 1981. – 48 с.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика / В.Д. Ломтадзе. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.
5. Гайдін А.М. Нові озера Львівщини / А.М. Гайдін, І.І. Зозуля. – Львів: Афіша, 2009. – 60 с.
6. Риттер А. Чудесный аквариум / А. Риттер. Советское краеведение. – 1936. – № 5.

Поступила в редакцію 23 вересня 2010 р.

Стаття друкується як дискусійна за рекомендацією д.г.-м.н. О.М. Адаменка

СТАРУНСЬКИЙ ГЕДИНАМІЧНИЙ ПОЛІГОН

Радловська К.О.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАРУНИ УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКИМИ ЕКСПЕДИЦІЯМИ У 2004-2009РР.

Палінологічні дослідження керну бурових свердловин на місцезнаходженні викопної фауни волохатих носорогів і мамонта дозволили виявити три тераси, алювій яких розчленовано на еємське міжльодовиків'я, пізній плейстоцен і голоцен.

Ключові слова: плейстоценова фауна, озокерит, кроманьйонці, грязьовий вулкан, голоцен.