

УДК 551.311.24(477.83)

**М.Д.Бондаренко**

*Львів. Національний університет імені Івана Франка*

### КАРСТОВА ДЕНУДАЦІЯ В УМОВАХ ТЕХНОГЕНЕЗУ

Розробка родовищ сірки та будівельних матеріалів у смузі розповсюдження сульфатів Передкарпаття призвела до гідрохімічних і гідродинамічних змін у геологічному середовищі (ГС), що сприяло активізації природно-історичного карсту: місця розвантаження насичених карбонатами й сульфатами вод водоносних горизонтів перетворились у ділянки живлення прісними атмосферними й річковими водами. Посилились темпи водообміну – змінилися напрям і швидкість руху (збільшилася в три–п'ять разів) підземних вод; зниження напору води зумовило збільшення геостатичного тиску і масовий обвал кривлі печер з утворенням поверхневих форм карсту. Частина карстових порожнин вийшла в зону аерації, що сприяло розмиванню заповнювача. За даними карстологічних досліджень, за період осушення Язівського родовища кількість щорічно утворених воронок зросла більше, ніж у десять разів, порівняно з природними умовами; активізувалось багато давніх воронок [1–3].

Кількісне значення карстової денудації обчислювали за формулою М.Пуліні (1971):

$$D = 15,5 \times \frac{\Delta T \times Q}{P},$$

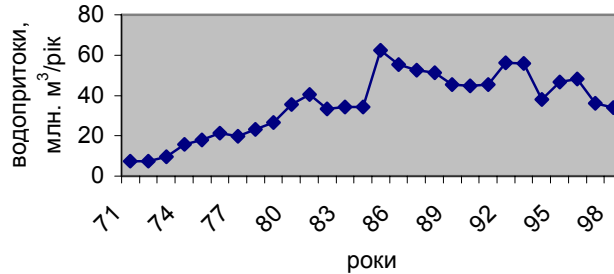
де  $D$  – хімічна денудація,  $\text{м}^3/\text{рік} \times \text{км}^2$ ;  $\Delta T$  – приріст мінералізації карстових вод,  $\text{мг/л}$ :  $\Delta T = T_2 - T_1$ ,  $T_2$  – мінералізація вод у кар'єрі,  $T_1$  – мінералізація води в зоні живлення;  $Q$  – об'єм підземного стоку в кар'єрі,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;  $P$  – площа розвитку депресійної воронки,  $\text{км}^2$ . На Язівському родовищі воно становить (розрахунки М.А.Блоцького (1973) й автора),  $\text{м}^3/\text{рік} \times \text{км}^2$ :  $D_{1973} = 1805$ ,  $D_{1985} = 21100$ ,  $D_{1990} = 19340$ ,  $D_{1998} = 17340$  (хімічна денудація природно-історичного гіпсового карсту Пермської області  $D = 75,2\text{--}148,9 \text{ м}^3/\text{рік} \times \text{км}^2$ ).

Незначне зменшення хімічної денудації (1987–1999) в зоні впливу Язівського кар'єру, згідно виконаних розрахунків, можна пояснити зменшенням середньорічних об'ємів водопритоків у відкриту гірничу виробку (рисунок). Це, можливо, пов'язане з інтенсивною експлуатацією водозаборів. Крім того, на початкових етапах формування депресійної лійки кількість водопритоків збільшувалася внаслідок максимального переведення поверхневого стоку у підземний (осушення водосховищ, ставків, річок тощо).

Активність карстового процесу розраховано за формулою М.В.Родіонова:

$$A = \frac{v}{V} \times 100\%,$$

де  $A$  – активність карстового процесу у відсотках за тисячоліття;  $v$  – об'єм розчинених порід,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;  $V$  – об'єм порід, що карстуються,  $\text{м}^3$ . Вона становить, %:  $A_{1975} = 7,2$ ;  $A_{1985} = 84,8$ ;  $A_{1990} = 64,5$ ;  $A_{1998} = 48,17$ .



Графік водопритоків у Язівський кар'єр  
(за даними технічного відділу Яворівського ДГХП "Сірка")

Значення активності природно-історичного гіпсового карсту в Пермській області – 0,9% за тисячоліття [4, 5, 7]. Активність процесу карстоутворення на Язівській ділянці за період з 1975 по 1985 рр. збільшилася у 12 разів; з 1985 по 1990 рр. зменшилася в 0,76 рази, а з 1990 по 1998 рр. – у 0,75 рази. Спад активності відбувся внаслідок зменшення карстової денудації.

Інтенсивність розчинення гіпсів на Язівському родовищі визначена методом стандартних таблеток. У 1998 р. вона становила в середньому –1,35 (водами гіпсової товщі) і –13,2 (агресивними водами літотамнієвої товщі). Причому значна інтенсивність розчинення, незважаючи на перенасичення дренажних вод сульфатом кальцію, зберігається аж до їхнього виходу із системи (–0,04мг/добу/см<sup>2</sup>) [6, 8].

Отже, швидкість розчинення сульфатів у воді дуже висока. Досвід осушення сірчаних кар'єрів засвідчив, що за період фільтрації від ділянки живлення до кар'єру вода встигає насичуватися сульфатами. З Язівського кар'єру в середньому відкачують 76 тис.м<sup>3</sup>/добу води, яка вміщує 1600 млрд. сульфат-іона і 500 мг/л кальцію, тобто кожний літр води виносить 1,2 г гіпсу. За добу виноситься  $76 \times 2,1 = 159,6$  т сульфату кальцію, а в перерахунку на дигідрат – 217 т. Щільність гіпсу – 1,32 т/м<sup>3</sup>, об'єм розчинених порід – 164 м<sup>3</sup>/добу. За рік виноситься 60000 м<sup>3</sup>, за 30 років з початку осушення – 1,8 млн.м<sup>3</sup> гіпсу. Площа розповсюдження гіпсу в зоні депресійної лійки становить 75 км<sup>2</sup> [3].

1. *Блоцкий Н.А.* Карст Язовского месторождения и его техногенная активизация // Физическая география и геоморфология. 1985. Вып. 32. С. 78–84.
2. *Блоцкий Н.А., Ковшиков Н.Н.* Методические рекомендации по прогнозу карстопрогнальной опасности с учетом временного фактора. Черкассы, 1989.
3. *Гайдін А.М., Рудько Г.І.* Сульфатний карст та його техногенна активізація (на прикладі Карпатського регіону України). К., 1998.
4. *Горбунова К.А.* Карст гипса СССР: Учебн. пособие по спецкурсу. Пермь, 1977.
5. *Горбунова К.А.* Морфология и гидрогеология гипсового карста: Учебн. пособие по спецкурсу. Пермь, 1979.
6. *Зверев В.П.* Гидрогеологические исследования системы гипсы–подземные воды. М., 1967.

7. *Колодяжная А.А.* Агрессивность природных вод в карстовых районах Европейской части СССР. М., 1970.
8. *Режимное* изучение активности гипсового карста западных областей Украины. К., 1988. (Препр. / АН Украины. Ин-т геологических наук; 88-44).

**M.D.Bondarenko**

*Lviv. Ivan Franko National University*

#### **KARST SOLUBILITY IN THE CONDITION OF TECHNOGENEZE**

Exploitation mines of the sulphary, building materials in the zone of distribution the gypsum of Carpathian region had led to hydrochemical and hydrodynamic change in the geological environment. That promoted activization of natural-historical karst. Chemical solubility and activity the karsting processes in the condition of technogeneze has grown in 10–12 average.

*Стаття надійшла до редколегії 15.02.2000*