

зарядные тетраэдры [PO<sub>3</sub>OH]. Экологическая опасность террикона во многом зависит от того, на какой стадии преобразования отвальной породы он находится. Поэтому, необходим мониторинг процессов минералогенезиса в горящих терриконах с привлечением современных методов геохимии, минералогии и термобарогеохимии.

Возможности практического использования горелых пород полностью не исследованы. Диапазон их применения может быть значительно расширен, если применять новейшие методы сепарации полезных минералов. Отметим, что породы претерпевшие термальный метаморфизм, содержат неоминералы, которые традиционно относятся к огнеупорам (муллит, кордиерит, шпинель, анортит, форстерит).

### Библиографический список

1. **Панов Б.С.** Некоторые вопросы экологической минералогии Донецкого бассейна // Мин. Журнал, 1993. — 15. — №6. — С. 43–50.
2. **Панов Б.С., Проскурня Ю.А., Мельников В.С., Гречановская Е.Е.** Неоминерализация горящих угольных отвалов Донбасса // Мин. Журнал, 2000. — 22. — №4. — С. 37–46.
3. **Сустанов С.Г.** Аммонийсодержащие минералы из отвалов Копейского месторождения бурых углей. — В кн: Минералы месторождений Южного и среднего Урала. — Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. — С. 59–65.
4. **Чесноков Б.В., Михаль Т.А., Дерябина Т.М.** Типы техногенной минерализации отвалов Челябинского угольного бассейна. - В кн.: Минералы месторождений Южного и Среднего Урала. — Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. — С. 47–59.
5. **Чесноков Б.В., Щербакова Е.П.** Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна. Опыт минералогии техногенеза. — М.: Наука, 1991. — С. 151.
6. **Чесноков Б.В., Баженова Л.Ф., Бушмакин А.Ф. и др.** Новые минералы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (сообщение второе) // Новые данные по минералогии эндогенных месторождений и зон техногенеза Урала, АН СССР, Уральское отделение, 1991. — С. 5–14.

© Мельников В.С., Гречановская Е.Е., 2004

УДК 551.3.051:504/551.435.842/843:549.79))(477-25)

Канд. геол.-мін. наук ШЕХУНОВА С.Б., інж. СЕЛІВАЧОВА У.М. (ІГН НАН України, м. Київ)

## КАРБОНАТНІ НОВОУТВОРЕННЯ ДРЕНАЖНИХ ШТОЛЬНЕВИХ СИСТЕМ ПАРКУ ВІЧНОЇ СЛАВИ В М.КИЄВІ

Природні та штучні порожнини поширені в геологічному середовищі урбанізованих територій; зокрема, дренажні штольневі системи (ДШС) глибокого закладання, створені в дніпровських схилах на території Києва, стали невід'ємним елементом геологічного середовища міста — його центральної історичної частини. В межах схилів, що прилягають до парку Вічної Слави, пройдено підземні гірничі виробки, серед яких найдоступнішими для систематичних спостережень є — дренажні штольневі системи №№ 16, 27, 27-bis та випуск Голованя. Зазначені виробки у їх сучасному вигляді були споруджені (або реконструйовані) у ХХ ст. з метою стабілізації екзогенних (ерозійно-гравітаційних) процесів, які обумовлювали розвиток значного морфологічного елементу — Панкратіївського (Спаського) яру, на схилах якого з 1895 р. існував Аносівський (Комендантський) сквер, а з 1957 р. — Парк Вічної Слави [2]. Штучно створені порожнини стали своєрідними техногенно-геологічними системами, які є середовищем, де відбуваються геологічні процеси та явища.

Вплив ДШС та інших підземних споруд на перебіг природних процесів на схилах Дніпра на території Києва розглядався в роботах М.Г.Демчишина,

І.М.Киричка, А.М.Драннікова, проте мінеральні новоутворення ДШС, що опосередковано відбивають розвиток техногенно стимульованих природних процесів, до останнього часу не досліджувалися. Тільки у 2002 на замовлення інституту “Київгео” ВАТ “Київпроект” відділом інженерної геології Інституту геологічних наук НАН України під керівництвом доктора технічних наук М.Г.Демчишина було виконано комплексні роботи з оцінки стійкості схилів Парку Вічної Слави. До програми робіт входили дослідження суфозійного виносу ґрунтів в діючі дренажні виробки. Під час виконання зазначених робіт було зібрано матеріали щодо мінеральних новоутворень ДШС, які лягли в основу цієї публікації.

Дослідження мінеральних новоутворень має як теоретичне, так і практичне значення. З теоретичної точки зору воно дозволить уточнити фізико-хімічні процеси, що призводять до утворення, зміни та руйнування мінералів; оцінити швидкість та умови накопичення мінеральної речовини; з'ясувати геохімічні особливості новоутворених мінералів та оцінити антропогенний вплив міської агломерації на елементи геологічного середовища. Практичний аспект зазначених досліджень полягає у визначенні джерел, об'ємів мобілізації та шляхів міграції мінеральної речовини, яка накопичується в ДШС у вигляді мінеральних новоутворень, що сприятиме уточненню інженерно-геологічних умов центральної історичної частини столиці.

Об'єктом вивчення були ДШС №№ 16, 27, 27-bis, які споруджувалися для перехоплення підземних вод першого водоносного горизонту, що розвантажувалися на схилах Панкратіївського яру у вигляді окремих джерел. Виробки дренажних систем розташовані на глибині 8–15 30 м від поверхні. ДШС №27, 27-bis проходять у плато у верхів'ях яру в бурих глинах; ДШС №16 у його схилі під корінним урвищем у прісноводних суглинках, бурих глинах, строкатих глинах, насипних ґрунтах. Зараз штольні, випуски і колодязі систем мають залізобетонне кріплення. Проникність порід навколо ДШС визначається складом і умовами залягання ґрунтів, що вміщують виробку, технологією проходки, умовами її експлуатації та суфозійним виносом. Останній проявляється у вилуговуванні хлоридних, хлоридно-сульфатних та карбонатних солей з ґрунтів, порушенні їх мікроагрегатного стану та переміщенні найдрібніших частинок ґрунтів підземними водами. Речовина, мобілізована в процесі суфозії водами, що дреноються ДШС, частково накопичується у виробках системи, а частково виноситься дренажними водами у витоки. В результаті у виробках системи накопичуються мінеральні новоутворення — різні форми відкладів важкорозчинних солей та глиниста речовина. Як показують спостереження, місця їх скупчень у виробках корелюються з місцями надходження вод, що дреноються. Накопичення важкорозчинних солей відповідає ділянкам нормальної фільтрації, а винос глинистої та інших складових ґрунтів фіксує місця підвищеної ґрунтопроникності та/або градієнтів потоку, ділянки неоднорідності ґрунтів. З'ясувавши, як розподіляються у просторі глиниста і соляна складові суфозійного виносу і зафіксувавши ці ділянки, ми далі зосередимося на результатах вивчення мінеральних новоутворень, що робилося вперше, з'ясуванні закономірностей їх формування. Для досягнення зазначеної мети вирішувалась низка наступних завдань:

— обстежувалися ДШС з метою документування (kartування, фотографування, опису та ін.) процесів і явищ, що в них відбуваються, та складалися схеми поширення мінеральних новоутворень в підземних штучних порожнинах;

— визначалися особливості морфології, мінерального та геохімічного складу новоутворених мінералів;

— з'ясовувалися механізми утворення їх різних форм та обґрунтовувалися моделі накопичення мінеральної речовини.

Умови мінералоутворення у виробках ДШС та печерного низькотемпературного мінералоутворення досить схожі, бо характеризуються стабільністю температури, підвищеною вологістю, рН, Eh. Мінералізуючими розчинами є дренажні води: гідрокарбонатно-кальцієві, нейтральні або слаболужні, з мінералізацією 0,6–1,8 г/л, загальною жорсткістю від 2,1 до 5,6 мг-екв/л з незначним вмістом нітратів. У виробках з цих розчинів, що височуються або течуть по відкритих поверхнях, і виникають мінеральні новоутворення. Як і вторинні відклади печер [3, 4 та інші], мінеральні новоутворення ДШС відрізняються різноманіттям форм, які визначаються характером руху води (краплі, цівки, потоки, плівки, калюжі та ін.). Натічні утворення виникають на балках кріплення стелі та стояках стін, між ними, на кільцях кріплення колодязів та інших предметах, що потрапляють у виробки. За морфологією та місцем утворення натічні форми, які ми спостерігали у дренажних штольневих системах у схилах парку Вічної Слави, поділяються на утворення на балках стелі, що формуються краплями:

— тверді консолідовані бурульки — білі, сіруваті, буруваті 2–3 см довжиною, до 1 см завтовшки, не мають центрального каналу;

— зародки сталактитів — білі свіжі крихкі утворення (мають канал всередині), вологі, до 12 см довжиною, до 0,8 см завтовшки;

— зародки гребінців та гребінці — сіруваті, буруваті нарости до 1 см завтовшки, що звисають на 1–10 см (рис. 1 а);

— струминні утворення — патьоки на балках стелі та стояках стін виробок — сірі, руді, чорні;

— кірки та гронаподібні утворення з гладкою поверхнею та кірки з поверхнею, що нагадує плетений кошик на стояках стін (рис. 1 б, г). Формуються в результаті плівкового розтікання насичених дренажних розчинів по балках кріплення.

На дні виробок встановлено новоутворення, що сформувалися в результаті осадження карбонатної речовини в субаквальних умовах. Серед них виділено:

— пізоліти та ооліти — чорні, бурі та білі печерні перли (рис. 1 в);

— невеличкі дамби та їх скупчення (рис. 1 г);

— тверді суцільні шари, що покривають дно виробки, верстуватої будови з домішками теригенної складової;

— скупчення пухких неконсолідованих утворень.

Встановлено два різновиди пізолітів і оолітів: щільні порцеляноподібні, що утворюються в субаквальних умовах у відгалуженнях в стоячій воді, та пористі, які формуються в потоках.

Мінеральний склад новоутворень визначався петрографічними та рентгеноструктурними методами, які показали, що всі вони складені магнезіально-марганцевисто-залізистим кальцитом. Рентгеноструктурний аналіз виконувався в лабораторії рентгеноструктурних досліджень Казенного підприємства Кіровська експедиція із застосуванням спеціальної методики виявлення ізоморфних домішок в кальцитах за Г.К.Кривоконевою. Аналізи виконувалися методом дифрактометрії (кількісний фазовий аналіз), зразки знімалися на дифрактометрі ДРОН-3 з Cu анодом. За результатами аналізу з'ясовано, що тонкі білі консолідовані бурульки з ДШС №16 містять до 9,48% ізоморфних домішок марганцю, заліза та магнію; крихкі вологі білі бурульки з ДШС №16 (ділянка з горизонтальним кріпленням біля колодязя №11) містять до 7,98% зазначених домішок. Печерні перли з дна ДШС №-27 bis (чорні та коричневі) на 99% складені кальцитом з 9,42–9,45% ізоморфних домішок

марганцю, заліза, магнію та кварцом — 1%. Білі перли (ДШС №-27 bis) не містять кварцу, а ізоморфні домішки марганцю, заліза, магнію складають в них біля 8,75%.

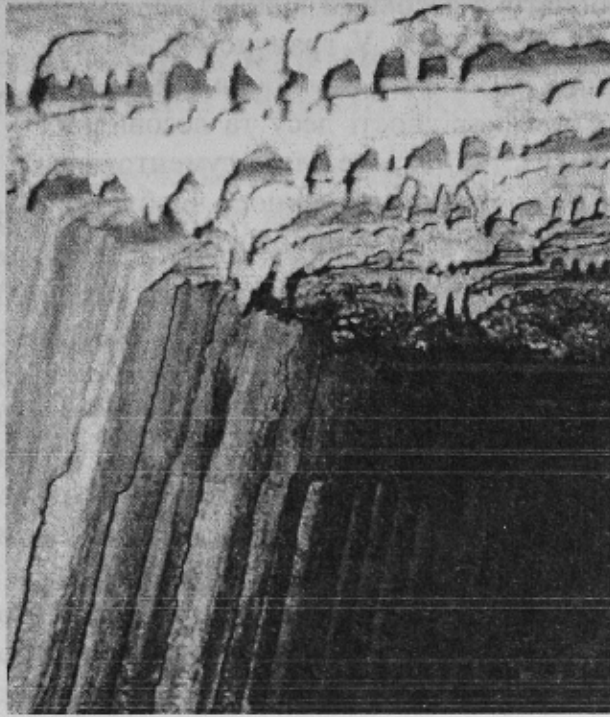


Рис. 1. гребінці карбонатів на балках стелини (ДШС №27 bis, випуск Голованя, 15 м від К-8)



Рис. 2. потужна карбонатна кірка на кріпленні колодязя №8 ДШС №27

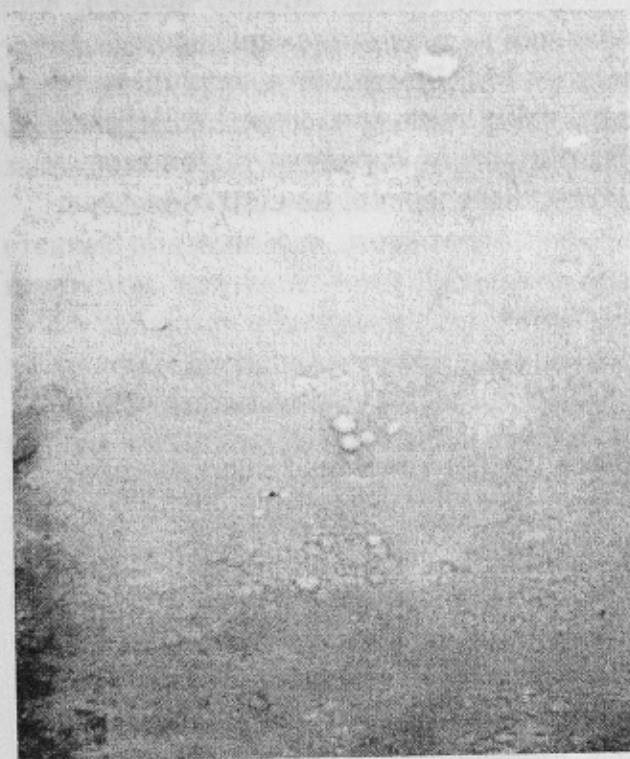


Рис. 3. карбонатні пізоліти, що утворилися в субаквальних умовах на дні виробки ДШС №27

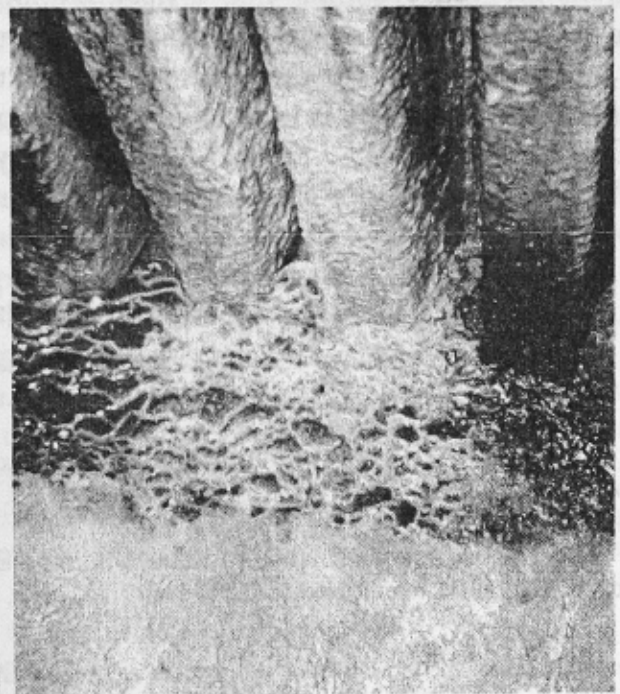


Рис. 4. потужна кірка на балках стін (нагадує плетений кошик) дамби та їх скупчення на дні гірничої виробки (ДШС 27 bis)

Мінеральні новоутворення важкорозчинних солей на балках стелини та верхній частині стояків.

Висновок щодо джерела важкорозчинних солей вимагає подальших детальних робіт. Найвірогіднішим є зв'язок джерела карбонатів з лесовими відкладами. Вміст  $\text{CaCO}_3$  в лесах цього району змінюється від 6 до 10% [1]. У гранулометричному складі лесів переважають крупнопилуваті фракції 0,05–0,01 мм — понад 58%, глинистих частинок — біля 15% [1]. Коефіцієнти неоднорідності лесу та лесовидних суглинків для певних різновидів цих ґрунтів сягають 14,5. Проте для аргументованого висновку щодо масштабів суфозії та джерел соляної складової виносу необхідний детальний аналіз розрізів над місцями утворення натічних форм, з'ясування геохімічних та мінералогічних особливостей їх складу, проведення ізотопних досліджень.

Дослідження ДШС Парку Вічної Слави м. Києва показали, що:

— виробки ДШС утворюють техногенно-геологічну систему з властивими їй геологічними процесами та явищами;

— мінералоутворення в ДШС за своїми умовами подібне до низькотемпературних процесів що відбуваються у природних порожнинах, проте відрізняється діапазоном коливань температури, вологості, складу мінералоутворюючих розчинів, вмістом  $\text{CO}_2$  та деякими іншими параметрами;

— в ДШС встановлено як субаеральні натічні форми мінеральних новоутворень, так і субаквальні та їх різновиди;

— всі новоутворення складені магнезійно-марганцевисто-залізистим кальцитом;

— детальні літологічні та геохімічні дослідження новоутворень є шляхом до розкриття як теоретичних так і практичних питань не тільки літологічних, а й пов'язаних з оцінкою впливу урбанізованих територій на геологічне середовище.

Автори щиро вдячні доктору технічних наук М.Г.Демчишину, кандидату геол.-мін. наук В.Ф.Рибіну за допомогу і поради, канд. геол.-мін. наук І.А.Черевко, Л.В.Самойленко, В.О.Куцибі, І.І.Колтунову за підтримку, сприяння та допомогу у роботі, а також працівникам СУПЗР та інституту "Київпроект" за сприяння дослідженням.

### **Бібліографічний список**

1. Демчишин М.Г. Геологическая среда Киева // Геол. журн., 1991. — №2. — С. 14–24.
2. Киев. Энциклопедический справочник / ред. А.В.Кудрицкий. — Главная редакция УСЭ, Киев, 1982. — 694 с.
3. Рогожников В.Я. Воднохемогенные отложения в карстовых пещерах-лабиринтах подольского Приднестровья. — В кн.: Пещеры. Межвуз. Сб. Научн. Трудов. — Пермь: Перм. Ун-т, 1984. — С. 46–55.
4. Speleogenesis evolution of Karst Aquifers / Eds. A. Klimchouk, D. Ford, A. Palmer, W. Dreybrodt. — National Speleological Society, Inc., Huntsville, Alabama, 2000. — 527 p.

© Шехунова С.Б., Селівачова У.М., 2004