

TYPIFICATION OF NEOGENIC MINERALS FORMED IN THE DRAINAGE ADIT SYSTEMS ENVIRONMENT IN KYIV

Y.M. Selivachova

ТИПІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНИХ НОВОУТВОРЕНЬ ДРЕНАЖНИХ ШТОЛЬНЕВИХ СИСТЕМ М. КИЄВА

У.М. Селівачова

The descriptions of new formed minerals in drainage adit systems within the limits of Dnieper Right Slope in Kyiv have been given. Subaerial and subaqueous forms have been presented. The mineralisation's morphology and conditions of formation are presented. Stalactites, stalagmites, coatings, rimstone dams, rafts, cave pearls as well as conulites have been distinguished in drainage adit systems environment.

Key words: carbonate new formations, precipitation, drainage adit systems.

На основі досліджень дренажних штольневих систем глибокого залягання, розташованих на правому схилі Дніпра в межах м. Києва висвітлено особливості морфології, та умов формування новоутворень. Встановлено форми, що утворилися в субаеральних та субаеральних умовах: сталактити, сталагміти, покриви, гури, конкреції, плівки, забереги, облямівки, конуліти. Запропоновано схему типізації новоутворень дренажних штольневих систем з урахуванням особливостей умов утворення, локалізації, морфологічних різновидів.

Ключові слова: мінеральні новоутворення, осади накопичення, дренажні штольневі системи.

ВСТУП

Для локалізації ерозійно-гравітаційних процесів, на схилах правого берега Дніпра починаючи з кінця XVIII ст. споруджувалися інженерні гідротехнічні споруди – виробки дренажно-штольневих систем глибокого закладання (ДШС). Таким чином, невід'ємним елементом геологічного середовища – частини літосфери, яка знаходиться під впливом діяльності людини, стали штучні порожнини, що взаємопов'язані з поверхневим ландшафтом циркуляцією ґрунтових вод та повітряних мас, регуляцією дренажу, біогенними чинниками.

Виробки ДШС можна розглядати як своєрідні геологічно-техногенні системи, що опосередковано відбивають розвиток техногенно стимульованих природних процесів, де здійснюється сучасне мінералоутворення. Мінералоутворення в ДШС за своїми умовами подібне до низькотемпературних процесів, що відбуваються у природних порожнинах, проте відрізняються діапазоном коливань температури, вологості, складу розчинів, вмістом CO₂ та іншими параметрами. Формування більшості хемогенних вторинних утворень в печерах пов'язують з осадженням розчиненої речовини у вадозних (текучі або плівкові води, озера, крапельники), рідше у фреатичних умовах. Осадження речовини відбувається при випаровуванні або на фізико-хімічних (геохімічних) бар'єрах [6]. У 70-80 рр. XX ст. у зв'язку з розвитком інструментальної бази в мінералогічних дослідженнях феномен утворення багатьох вторинних мінералів печер стали пов'язувати з діяльністю мікроорганізмів [13, 20, 23]. Виробки дренажних штолень через обмежену кількість параметрів середовища та відсутність їх різких коливань можна розглядати як полігон для дослідження особливостей протікання сучасних процесів низькотемпературного мінералоутворення. Доступність виробок та можливість спостереження процесів на різних стадіях викликає зростання інтересу до техногенного мінералоутворення. Відомі роботи, виконані у 70-х роках, присвячені відкладам у підземному просторі шахт і рудників [11, 19]. Проте комплексних досліджень мінеральних новоутворень ДШС до останнього часу не проводилося. Вивчення 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.

РАЙОН РОБІТ, МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

У Києві діє понад 118 прохідних ДШС різних конструкцій, сумарна довжина яких досягає 60 тис. м. Із них для дренажування четвертинного водоносного горизонту (першого) влаштовано близько 22 тис. м виробки, олігоценого (другого) – 20 тис. м. Для визначення умов низькотемпературного мінералоутворення в ДШС, особливостей залягання та поширення новоутворень здійснювалися детальні обстеження (картування, фотографування, складання схем поширення мінеральних новоутворень у виробках; визначення особливостей морфології, мінерального та геохімічного складу новоутворених мінералів, з'ясувалися механізми утворення їх різних форм та розроблялися моделі накопичення мінеральної речовини, визначалися особливості морфології, мінерального та геохімічного складу новоутворених мінералів, оцінювалася швидкість росту, встановлювалися мікрокліматичні параметри. Були обстежені 26 ДШС, побудованих на території Видубичів, схилах Наводницької балки, Лаврського яру, Панкратіївського (Спаського) яру (територія парку Слави), Кріпосного яру, Фортечного яру, на схилах Володимирської гірки, Дігтярного та Гончарного ярів.

Виробки відрізняються за призначенням, часом спорудження, конструктивними особливостями та локалізацією на схилі. Виробки на плато для дренажування ґрунтових вод четвертинних відкладів пройдені на глибині до 30 м переважно у товщі водотривких бурих або строкатих глин, місцями у прісноводному суглинку, моренних суглинках, техногенних і делювіальних відкладах. На плато побудовані виключно трапецієподібні виробки, укріплені залізобетонними балками із дренажними колодезями, що прорізають всю товщу вищезалігаючих ґрунтів. Виробки для дренажування делювіально-зсувних ґрунтів пройдені на глибині до 12 м. Виробки в нижній частині схилу пройдені в алевритах чи мергельних глинах для дренажування олігocenових відкладів (межигірсько-берецький водоносний горизонт). Найдавніші виробки будувалися у вигляді цегляних галерей, у 30-х рр. трапецієподібні, з 70-х рр. минулого століття застосовували щитову проходку.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Ґрунтові води надходять у дренажні виробки колодезями, водозахоплюючими пристроями – фільтрами, та щілинами між балками або тубінгами. 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. 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.

Дренажні води четвертинного водоносного горизонту мають інфільтраційне живлення, містять розчинений CO_2 і збагачуються органічними кислотами, проникаючи товщею ґрунту. При інфільтрації крізь шари з вмістом карбонатів відбувається перехід частини кальциту в розчин. Потрапляючи у виробку, частина вуглекислоти вивільняється в нових термодинамічних умовах. В результаті у виробках на ділянках підвищеної проникності накопичуються мінеральні новоутворення. Зародження їх відбувається на поверхні рідини, границі фаз, уламках зерен, що відіграють роль затравки, та за участю мікроорганізмів.

Мінералізуючими розчинами в ДШС, що дреноють перший водоносний горизонт та відклади у зміщених ґрунтах, є дренажні води гідрокарбонатно-кальцієві, слаболужні (рН 7,2–7,8), характеризуються значним вмістом катіонів Ca^{2+} (115–215 мг/дм³), Mg^{2+} (35–60 мг/дм³), аніонів гідрокарбонату HCO_3^- (275–598 мг/дм³), з мінералізацією 900–1400, на окремих ділянках 2300–2800 мг/дм³, загальною жорсткістю від 8,8–10 до 33 мг-екв.

Дренажні води виробок, що дреноють олігоценний водоносний горизонт, мають мінералізацію 1200–1500 мг/дм³, рН 7,1–7,8, для них характерний вміст катіонів Ca^{2+} (135–230 мг/дм³) Mg^{2+} (35–70 мг/дм³) та аніонів HCO_3^- (290–550 мг/дм³). Вміст Fe^{3+} (5 мг/дм³) на два порядки перевищує цей показник дренажних вод четвертинного водоносного горизонту.

Новоутворення локалізуються на стеліні, стінах та дні виробки і формуються в субаеральних умовах та на дні виробки в субаквальних умовах. Це сталактити різних морфологічних типів (трубчасті, ко-

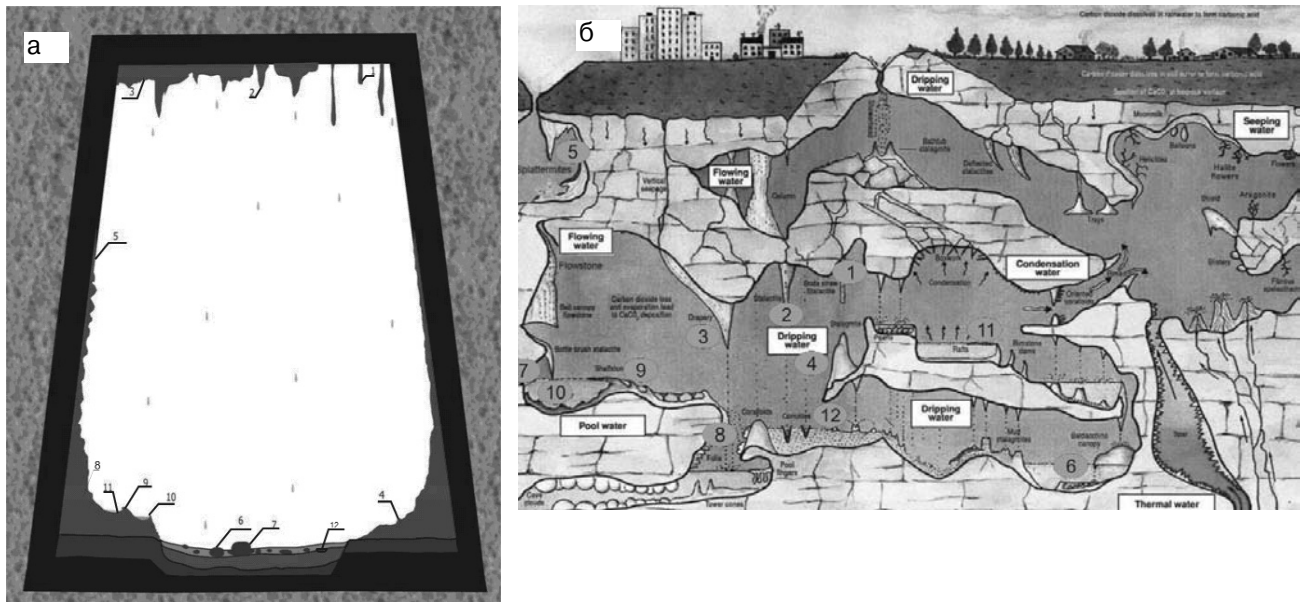


Рис. 1. Схема локалізації новоутворень у виробках ДШС м. Києва (а) та схема локалізації типів та підтипів спелеотемів (вторинних мінеральних відкладів) у печерах [22] (б) Сталактити: 1 — крихкі трубчасті, 2 — щільні конусоподібні, 3 — гребінці; сталагміти (4), суцільні покриви на стінах та дні (5), конкреції («печерні перли») (6), забереги, облямівки (7), глобулярити (8), мікрогури; гури (9), кристалики на дні водойм (10); плівки, кірки (11); конуліти (12)

нуподібні та гребінці); покриви на стінах та дні (гладкі та глобулярити, ускладнені мікрогурами), сталагміти; плівки на поверхні калюж та кори на дні, облямівки та забереги, гури, конкреції («печерні перли»). Мінеральні новоутворення, що формуються у середовищі ДШС, за морфологією близькі до вторинних відкладів природних порожнин (див. рис. 1, б).

За локалізацією у виробках, морфологією та щільністю (консолідацією) виділено основні різновиди новоутворень: (див. рис. 1, а)

СУБАЕРАЛЬНІ УТВОРЕННЯ

Сталактити – конічні чи циліндричні утворення на стеліні, сформовані при дегазації чи випаровуванні води, що надходить у вигляді крапель. Форма приурочена до зон нормальної фільтрації, де ґрунтові води дренуються тілом штольні. Назва походить від грецької *stalactós* – натікає по краплі [15]. Терміни «сталактит» та «сталагміт» стосовно натічних утворень запропоновані датським натуралістом О. Вормом в роботі, датованій 1655 р. [9]. Найперша відома згадка належить Плінію (77 р. н.е.), який описав сталактити та сталагміти в печерах Італії, Греції, Балканських країн [21]. Виявлено три морфологічних різновиди субаеральних утворень, що локалізуються на стеліні — трубчасті сталактити, конічні сталактити та гребінці. *Трубчасті сталактити* (1) – білі крихкі утворення, що мають центральний канал. Їх довжина становить від 2-3 до 10-12 см, рідко досягає 35-38 см (ДШС № 55), діаметр — 0,6-0,8 см. Печерні аналоги називають «сталактит-макарона», «брчки» [15]. Такі утворення нами були описані як «зародки сталактитів» [17], хоча з'ясувалося, що трубчасті різновиди утворюються і на кінці конусоподібного сталактита.

Конусоподібні сталактити (2) — сталактити округлі та еліпсоїдальні в перетині, часто конічної форми (див. рисунок 2, а) Колір білий з відтінками жовтого, траплялися ділянки з буруватим забарвленням сталактитів. За ступенем консолидації поділяються на два типи: тверді, щільні – характерні утворення для ДШС, що дренують перший водоносний горизонт; та крихкі, більш характерні для ДШС нижньої частини схилу, де утворюються конічні сталактити бурого кольору. Маючи форму щільних сталактитів, всередині такі утворення слабо- або неконсолідовані, іноді пустотілі. В місцях ухилу площини стеліні, де дренажні води надходять рівномірно вздовж балки, і щільні, і неконсолідовані сталактити утворюють *гребінці* (3). Щільні гребінці мають здебільшого білий колір, рідше сірий, іноді забарвлені оксидами заліза у різні відтінки бурого, рудого кольору. Неконсолідовані гребінці мають руде, буре забарвлення.

Сталагміти (4) – відклади на дні, утворені водою, що капає з нависаючого сталактиту, з кріплення стеліні або безпосередньо з–за балочного простору на щільну поверхню виробки (вкриту натічним покривом

або безпосередньо на кріплення), вільну від водотоку. Назва походить від грецької *stalagma* – крапля [15]. За поширеністю у виробках ДШС значно поступаються сталактитам. Зустрічаються як поодинокі сталагміти, так і у скупченнях або лінійно розташовані. Сталагміти трапляються у вигляді білих напівпрозорих бляшок та горбів жовтуватого, та коричневого забарвлення, виникають на бетонному кріпленні виробки або на натічній корі і живляться нависаючим сталактитом. Розмір бляшок від 1 до 10 см у діаметрі, товщина — 2-5 мм. Можуть утворювати суцільні ділянки, зливаючись з натічним покривом, що формується переважно просочуванням. Набувають різноманітних форм і іноді їх важко відрізнити від інших утворень, що виникають на дні виробки, з якими вони утворюють парагенетичні ансамблі. Менш поширеними є масивні сталагміти темно-бурого кольору конусоподібної, стовпчастої форми, ускладнені уступами. Висота таких утворень — від перших сантиметрів до 0,2 м (ДШС № 27). Наймасивніші сталагміти утворилися на добре вентиляваних ділянках, що можна пояснити зниженням тиску CO_2 і звідси вищою швидкістю росту утворень [20].

Іншим різновидом є схожі за формою та кольором пустотілі утворення, які відрізняються неоднорідністю, з неконсолідованою внутрішньою частиною. Вони типові для ДШС, що дреноують олігоценний водоносний горизонт (ДШС № 2, 7, 18, 18-біс, 20, 43, 47, 59, 69,) і мають локальне поширення у виробках, що дреноують зміщені ґрунти. Неконсолідовані сталагміти нагадують дитячу іграшку «пірамідку», де кожен верхній шар у вигляді «млинця» має менший діаметр, ніж попередній. Всередині утворення найчастіше пустотіле, а на плоскій вершині часто буває заглиблення, броньоване кальцитом, що нагадує кратер вулкану, заповнений водою. Такі порожнинні сталагміти неоднорідні, під тонкою оболонкою вони мають сметаноподібну консистенцію. Зазвичай розташовані вздовж кріплень, майже впритул до стояків у виробках, які дреноують щілинами, або приурочені до стиків бетонних кілець-кріплень у виробках, пройдених щитовим способом. Ще однією особливістю є подвійне живлення таких утворень – шляхом крапезу та підтоком розчину через пустотілу серцевину. Схожі неконсолідовані утворення описано в печерах [1, 3]. Щодо гіпотез утворення пустотілих сталагмітів, то, крім традиційної (завдяки падаючим краплям) існує припущення про осадження матеріалу з аерозолів [6].

Покриви (5) — щільні патьоки (англ. – coating) на стояках та дні виробки, окремі або суцільні, контрольовані тими ж факторами, що й сталактити. В цьому значенні використовується «натічна кора», або «кора сталактит-сталагмітова» — всі продукти кристалізації з гравітаційних розчинів [14]. Відкладаються з розчинів шляхом ламінарного розтікання та височування. Поверхня покровів гладка у випадку рівномірного розтікання або височування розчину, або нерівна; якщо ділянка потрапляє в зону розбризкування, викликаного крапезом з колодязя, фільтра, сталактита. Для вузлуватих, брунько- і гроноподібних різновидів вживаються назви коралоїди або глобулярити (8) [21]. Утворення у вигляді покровів можуть бути щільні й неконсолідовані, за кольором від білих, жовтуватих до рудих, брунатних, чорного кольору утворень. У виробках, що дреноують перший водоносний горизонт, поширення таких утворень обмежене, вони більш характерні для ДШС, що дреноують другий водоносний горизонт. Водонасичені пастоподібні вапнисті маси, що вкривають стіни та відклади печер [10], давно відомі як кам'яне молоко, вапняне тісто, місячне молоко [16,18]. Серед гіпотез щодо його утворення — отримання з інфільтраційних та конденсаційних вод та діяльність мікроорганізмів [13]. Отримані за допомогою скануючого електронного мікроскопа (СЕМ) мікрофотографії препарату неконсолідованого утворення з ДШС №7 дають можливість припустити хемобіогенне їх походження (див. рис. 2, ж).

СУБАКВАЛЬНІ УТВОРЕННЯ

Конкреції (6) або печерні перли [15] – це відклади, утворені крапезом у водойми (мілкі дренажні ручаї та періодично ізольовані калюжі) з нависаючого сталактита. Перлини часто скупчуються у «гніздах», або «кишенях» – заглибленнях у руслі водотоку. За формою сферичні, неправильної форми або дископодібні. Поверхня гладка, порцеляноподібна, або шорстка, матова зі слідами розчинення. За розміром відносяться до оолітів та пізолітів — від перших до 35 мм, мають концентрично-шарову будову, один або декілька центрів кристалізації (див. рис. 2, в). Зародком може бути фрагмент карбонатної кірки (див. рис. 2, е), сторонній уламок (див. рис. 2, г), навколо яких відбувався ріст конкреції. За кольором залежно від домішок це білі, сіруваті або кремового кольору утворення. Вони поширені і характерні для виробок, що дреноують четвертинний водоносний горизонт. Конкреції, які напівзанурені у воду, часто мають *облямівки* (7) з кальциту, що відображають рівень водойми.

Облямівки, забереги (7). В умовах тривалого підвищення рівня водойми у виробці, викликаного збільшеним надходженням дренажних вод, заблокованим виотоком або комбінацією цих факторів, формуються забереги – утворення на стінах, складені світло-сірими зцементованими шарами карбонатних кірочок, місцями з домішками бурого та коричневого глинистого матеріалу, що мають потужність 0,5-3 см. Забереги фіксують рівень водойми на відстані до 0,2 м від дна виробки.

Гури (9) – відклади у руслі водотоку у вигляді загати на ділянках виробки з ухилом поверхні та з розвинутим крапанням зі стелини. Утворюються вздовж потоку на ділянках з покривними натічними утвореннями, де на нерівностях та виступах дна внаслідок інтенсифікації дегазації відкладається кальцит, утворюючи бар'єри на шляху руху потоку. Ці виступи сірого, буруватого кольору, висотою 1-3 см, вигнуті за течією, а на терасах, утворених греблями, часто спостерігаються скупчення дрібних (0,2-5 мм) конкрецій.

Такі утворення поширені і в природних порожнинах. Термін «гур» був запроваджений Е. Мартелем у 1894 р. для серії каскадів Падирак у Франції і відповідає англійському «rimstone dams» [21]. Серед синонімів використовують ванна натічна, басейн натічний, дамба травертинова, гребля кальцитова, гребля травертинова [15]. В генетичному ряді карбонатного спелеолітогенезу, виділеного М.Г. Максимовичем для карстових печер [9], гури займають проміжне місце між покривними корама та сталактитами. Поширення гурів у виробках дренажних систем, що зафіксовані в ДШС № 53 на Видубичах, № 28, 16 та 27 на території Лаври та Панкратового яру, №26 та 12 та № 3 на території Володимирської гірки, №21 у верхів'ях Гончарного яру локально, обмежені ділянками, на яких водотоки мають виражені ухили дна і надходження мінералізуючого розчину крапанням. Асоціюють з натічними покривами та печерними перлами.

Мікрогури (8) – різновид натічного покриву на стояках та дні виробки; формуються з вод, що просочуються крізь кріплення стояків виробки. Вони мають виражені стінки гребель висотою 0,5-2 см, при цьому зовнішній бік греблі гладкий, а внутрішній більш шорсткий. Всередині цих дамб міститься вода з дрібними кристалами білого кольору або ооліти. Це проміжна форма між покривом і гурами, що контролюється потужністю плівки з мінералізуючим розчином.

Плівки, кірки (10) — субаквальні утворення, які пов'язані між собою поступовими переходами. Плівки мають вигляд тонких пластин, складених кристалічним кальцитом, що плавають на поверхні водойми, іноді повністю вкриваючи її. Такі утворення в печерах відомі з середини минулого століття [7, 8]. Неозброєним оком видно, що плівки складаються з тонких пластин, що лежать на поверхні води. Зародки кальциту виникають в підвішеному стані і утримуються силами поверхневого натягнення на поверхні розчину [5], утворюючи іноді суцільну плівку. Відповідно, верхня поверхня плівки не торкається води, на відміну від нижньої, що є зоною активного росту. При цьому нижня її поверхня, занурена у воду, обростає дрібними кристали-

Типізація новоутворень ДШС м. Києва

Умови	Виробки, що дренують I водоносний горизонт	Виробки, що дренують II водоносний горизонт
Субаеральні	<p>Сталактити щільні (трубчасті, конічні, гребінці) Сталагміти щільні Покрови щільні (гладкі, глобулярити)</p>	<p>Сталактити неконсолідовані (трубчасті, конічні, гребінці) Сталагміти неконсолідовані (пустотілі) Покрови неконсолідовані</p>
Перехідні	<p>Мікрогури щільні</p>	<p>Мікрогури неконсолідовані</p>
Субаквальні	<p>Плівки, кірки, кори, конуліти Гури щільні Забереги Конкреції Кристалики водойм Кори консолідовані</p>	<p>Конуліти Гури неконсолідовані Конкреції Кори консолідовані</p>

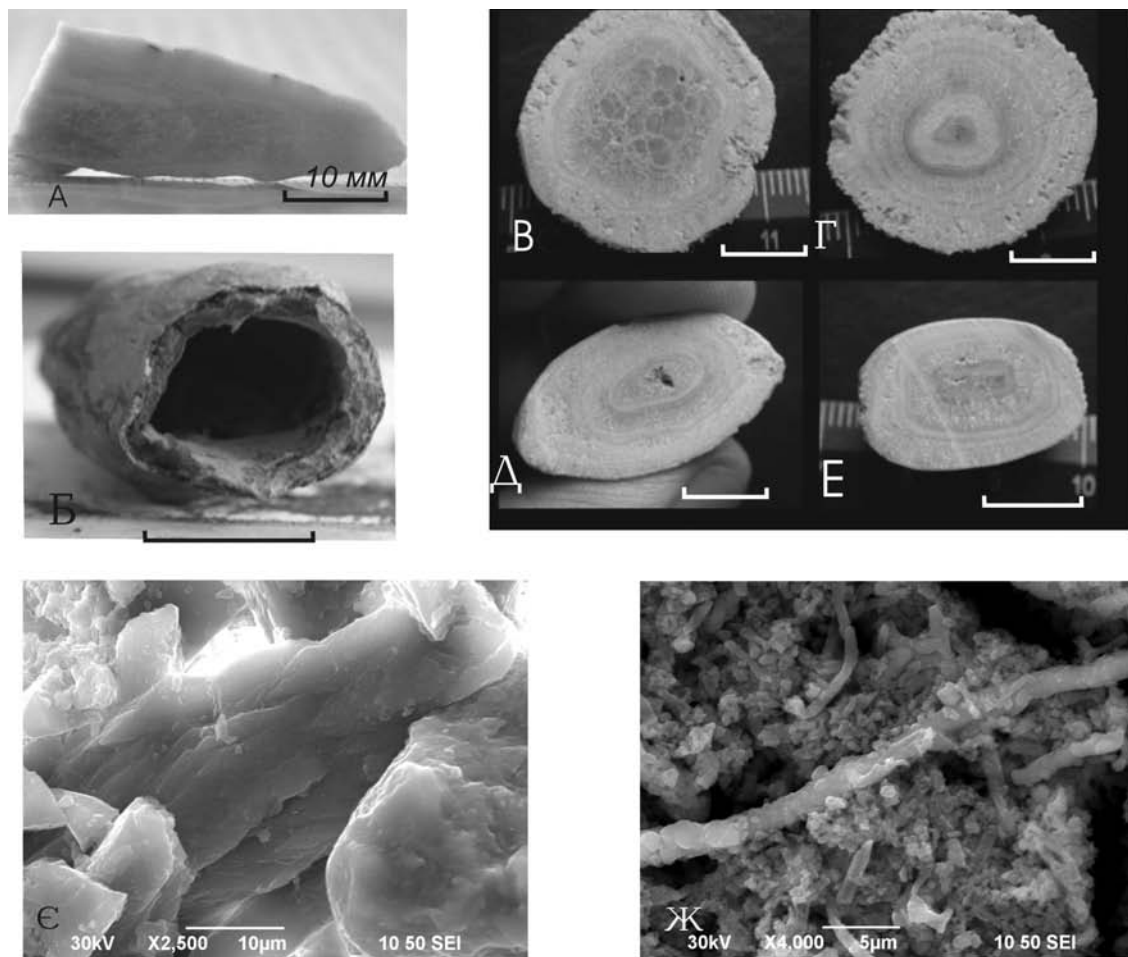


Рис. 2. Морфологічні та мікоморфологічні особливості будови новоутворень ДШС.

Сталактит конусоподібний, повздовжний перетин (а), сталактит пустотілий, ДШС №59, поперечний злам (б), конкреції з різною структурою ядра (в-е), мікроструктура кальцитової конкреції, ДШС № 3 (є) та неконсолідованого новоутворення гідроксидів заліза, ДШС № 7 (ж) (скануючий електронний мікроскоп, оператор В.В. Пермяков)

ками, в той час як верхня майже гладка. Коли потужність плівки збільшується на стільки, що сила поверхневого натягу не може втримувати її на поверхні, вона занурюється — під власною вагою опускаються нижче рівня поверхні водойми. Застійні умови водойми, імовірно, сприяють акреції потужності плівок, внаслідок чого утворюються кірочки з кількох шарів плівок. Якщо концентрація дренажних вод залишається високою, то нові шари таких кірочок заповнюють дно водойми. При цьому вони можуть консолідуватися (цементуватися) з тими, що затонули раніше, утворюючи «пакети» з 2-5 шарів, кожен 1-2 мм завтовшки. Кальцитові плівки утворюються у відносно вузьких рамках умов середовища, що дозволяє їх використовувати як індикатор змін умов середовища.

Конуліти (12) – субаквальні утворення, що утворилися крапанням на дно слабких водотоків, заповнених пухким виносом. Назва запропонована С. Таєром [21] у 1967 р. Спочатку мають вигляд заглиблень від крапель діаметром 3-3,5 см, поступово вкриваються з поверхні тонкою мінеральною кіркою. При зміні режиму дренажування і частковому осушенні водойми нарощують потужність до 2-4 мм за рахунок підтоку речовини з вміщуючого субстрату.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ВИСНОВКИ

Новоутворення техногенно-геологічних систем, якими є ДШС, як і вторинні відклади печер, формуються в субаеральних та субаквальних умовах. Виявлено новоутворення різних морфологічних типів. В субаеральних умовах ДШС формуються трубчасті та конусоподібні сталактити, гребінці, які локалізуються на стеліні; натічні покриви та патьоки на стінах, натічні кори та сталагміти, які утворюються на дні виробки.

В субаквальних умовах формуються поверхневі плівки, кірочки, що приурочені до застійних та слабкоточних водойм, конкреції — ооліти та пізоліти — так звані «печерні перли», гури, а також забереги на стінах виробки. Встановлені утворення, які є перехідними між аквальними та субаквальними — це різновиди натічних покривів: мікрогури на стояках та дні, а також глобулярити, що фіксуються як в субаеральних так і в субаквальних умовах і локалізуються на стінах, в колодязях та дні виробок. Автором розроблено типізацію новоутворень ДШС Правобережного схилу у м. Київ, яка відображає їх морфологічні особливості та враховує умови утворення (формування у субаквальних чи субаеральних умовах) (див. таблицю).

Встановлено залежність складу новоутворень від хімізму дренажних вод, морфологія новоутворень контролюється більшою мірою фізичними й гідродинамічними факторами: геометрією та характером субстрату поверхні, витратою потоку. Для виробок, що дрениують перший водоносний горизонт, за результатами рентгеноструктурного аналізу встановлено склад новоутворень з ДШС-28, ДШС-27, ДШС-16, ДШС-28 біс: марганцево-залізистий кальцит (CaCO_3 — до 99%), що містить різну кількість ізоморфних домішок. При цьому конусоподібні щільні сталактити з ДШС-16 містять до 9,5% ізоморфних домішок марганцю та заліза. Конкреції з дна ДШС-27 біс — 9,4% ізоморфних домішок марганцю, заліза, магнію та 1% кварцу. Конкреції з ДШС-28 не містять кварцу, а ізоморфні домішки марганцю, заліза, магнію становлять в них близько 8,75%. Деякі новоутворення складені кальцитом до 90% та кварцом до 10%. Для виробок нижньої частини схилу характерною є наявність новоутворень, представлених гідрооксидами заліза, які фіксуються в аморфній фазі ($\text{FeO}(\text{OH})$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Утворення цих сполук у дренажних виробках пов'язане із виносом ґрунтовими водами катіонів заліза із залізомістких мінералів (глауконіт межигірських пісків) та залізистого цементу пісковиків. Двовалентне залізо мігрує у вигляді сполук $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. При цьому катіони Fe^{2+} , що виносяться ґрунтовими водами у дренажну виробку, де окисно-відновний потенціал значно вище, ніж у водоносному горизонті, окислюються атмосферним киснем до Fe^{3+} . На участь мікроорганізмів у формуванні неконсолідованих новоутворень крім теоретичних передумов [4] вказує велика їх кількість, виявлена на мікрознімках. Визначення їх геохімічної ролі ще належить визначити.

Субаеральні та субаквальні утворення, які відрізняються локальністю поширення, швидкістю виникнення і чутливістю до змін середовища, можна використовувати для вирішення теоретичних завдань — уточнення умов низькотемпературного мінералоутворення, швидкості їх росту та практичних — виявлення коливань рівня водойми, динаміки дренажних вод.

1. *Андрейчук В.Н.* Пещера Золушка /Отдел наук о Земле Силезского университета. — Украинский институт спелеологии и карстологии НАН Украины и МОН Украины, — Сосновец; Симферополь, 2007. — 40бс.
2. *Бельтюков Г.В.* Вторичные минеральные образования в соляных рудниках // Пещеры. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1972. — Вып. 12–13. — С. 21–26.
3. *Валуйский С.В., Лобанов Ю.Е.* Глиняные образования и лунное молоко пещеры Геологов-II // Там же. — 1981. — Вып. 18. — С. 77–80.
4. *Геворкьян В.Х., Чугунный Ю.Г.* Роль биоса в литогенезе // Геол. журн. — 2008. — № 1. — С. 25–37.
5. *Григорьев Д.П., Жабин А.Г.* Онтогенія мінералів (індивіди). — Москва: Наука, 1975. — 339 с.
6. *Климчук А.Б., Наседкин В.М., Каннингем К.И.* Пещерные минеральные образования аэрозольного генезиса // Вопросы физической спелеологии — М., 1994. — С. 25–50.
7. *Кузнецова Л.С., Чирвинский П.Н.* Кальцитовые озерно-карстовые пленки и их вероятный генезис // Минерал. сб. Львов. геол. о-ва. — 1955. — № 5. — С. 319–324.
8. *Максимович Г.А.* Кальцитовые пленки озерных ванночек пещер // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. — 1955. — Ч 84, вып. 1.
9. *Максимович Г.А.* Генетический ряд натечных обр-ний пещер (карбонатный спелеолитогенез) // Пещеры. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1965. — Вып. 5(6).
10. *Максимович Г.А.* Основы карстования. — Пермь, 1963. — 445 с.
11. *Максимович Г.А., Бельтюков Г.В.* Соляные натечные образования горных выработок // Пещеры. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1966. — Вып. 6–7, с. 3–19.
12. *Семенов Н.И., Бельтюков Г.В.* Вторичные образования подземных соляных озер // Там же, 1971. — Вып. 10–11, с. 80–81.
13. *Семиколенных А.А.* Микробиология пещер: история вопроса; задачи; типология пещерных местообитаний и микробных сообществ, ключевые проблемы // Проблемы экологии и охраны пещер. — Красноярск, 2002. — С. 30–40.
14. *Степанов В.И.* Периодичность процессов минерализации в карстовых пещерах // Тр. Минерал. музея. — 1971. Вып. 20. — С. 161–171.

15. Терминология карста / Тимофеев Д.А., Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. — М.: Наука, 1991. — 260 с.
16. Тинтилозов З.К., Ахвледиани Р.А., Батиашвили Т.В. Лунное молоко из пещеры Цахи // Пещеры – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1974. – Вып. 14–15.
17. Шехунова С.Б., Селівачова У.М. Карбонатні новоутворення дренажних штольневих систем парку Слави. // Наук. пр. Дон. нац. техн. ун-ту. Сер. Гірн.-геол. – Донецьк, 2004. – Вип.81. – С.36–40.
18. Шуменко С.И. Электронно-микроскопическое изучение горного молока- // Пещеры – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1978. – Вып. 17. – С. 6–11.
19. Юшкин Н.П. Отложения в горных выработках Шорсуйского рудника // Там же. –1972. –Вып. 12–13.
20. Fairchild I.J., Frisia S., Boratso, A. and Tooth A.F.. Speleothems //: Geochemical Sediments and Landscapes – 2006.
21. Hill C., Forti P. Cave minerals of the World – Huntsville, Alabama // Natl. Speleolog. Soc. –1986. – 238 p.
22. Hill C., Forti P. Cave minerals of the World – Huntsville, Alabama // Natl. Speleolog. Soc. – 1997., 2-nd ed.
23. Northup D., Lavoie K. Geomicrobiology of Caves: A Review // Geomicrobiology J. – 2001. – Vol.18.– P. 199–222.
24. Taylor M.P., Drysdale R.N., Carthey K.D. The formation and enviromental significance of calcite rafts in tropical tufa depositing rivers in northern Australia //— Sedimentology. – 2004. – №51. P. 1089–1101.

Institute of geological sciences of the NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine
Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев, Украина