

Вахрушев Б.О.

Спелеогенез в умовах утрудненого карстоутворення Керченського півострова

Одним з основних теоретичних питань карстової геоморфології є з'ясування специфіки розвитку карсту в районах неповного прояву основних умов карстоутворення. Відповідно до вчення про основні умови розвитку карсту Д.С. Соколова [11], до них відносяться: наявність агресивних вод, що рухаються, наявність карстуючих порід і їхньої проникливості для природних чи антропогенно обумовлених вод. Кожна з цих умов має властивість необхідності. Але тільки в сукупності свого існування у визначений час і на визначеному просторі вони виявляють категорію достатності для початку зародження карстового процесу.

За наявності могутніх товщ добре розчинних і тріщинуватих вапняків, великої кількості атмосферних опадів карст набуває своїх класичних рис: ванновий характер поверхневого рельєфу, наявність карстових улоговин, долин і підземних карстових форм – печер. За цими рисами карст і одержав назву – «рельєф вапнякових земель» [12]. Однак, якщо розглядати територію України і Молдавії, то добре карстуючі породи займають всього 256 тис. км², чи 29 % загальної площі. Інші – це геологічні умови, де карстуючі породи перешаровуються з некарстуючими, чи утворюють пропластки в товщах некарстуючих відкладень [4, 8]. Геологічні умови на більшій частині цього регіону не повною мірою сприятливі для розвитку карсту. На півдні України до стримуючого фактору також відноситься і посушливість клімату. У цих умовах наявність карстових форм, особливо печер, залежить від ряду специфічних рис природи даних регіонів. Розглянемо під цим кутом зору карст Керченського півострова.

Керченський півострів відноситься до регіонів, де розвитку карсту не сприяють посушливість клімату й особливості геолого-гідрологічної будови території. У зв'язку з цим, про карст Керченського півострова наявні дуже бідні відомості [4, 8]. У геологічних звітах є вказівки на наявність у 27 свердловинах з 1500 невеликих карстових порожин. Вони виявлені на глибинах до 1000 м і мають розміри від 0,3 до 2,0 м. Часто заповнені глинистим чи карбонатним матеріалом. Основні карстовиявлення присвячені північно-західній ерозійно-денудаційній рівнині Керченського півострова. Карстуючі породи (черепашкові, мшанкові, водоростеві, органогенно-уламкові і хемогенні вапняки) відомі у відкладеннях чакраксько-караганського горизонту (займають до 40 % площі їхнього поширення), сарматського (до 25 %), меотичного (15%) і понтичного (10 %) ярусів [8].

Карстуючі карбонатні породи Керченського півострова сформувалися в середньо-пізноміоценовий і ранньопліоценовий час у специфічному морському оточенні. Це побережні морські відкладення, що складаються з власне рифів (берегових, бар'єрних, атолів), відкладень зон прибою, морського схилу рифів і їхніх внутрішніх лагун. Найкраще карстуються чисті рифові вапняки (рифобудівники - моховинки, водорості, черв'яки, устриці, зміст нерозчинного залишку 1- 5 %). Відкладення передрифової і зарифової фацій розведені піщаним чи глинистим матеріалом. Зміст нерозчинного залишку в них підвищується до 10 – 15 і більш відсотків.

При корозійному впливі, у першу чергу, розчиняється карбонатний цемент. При цьому водоростеві ооліти, жовна й елементи моховинок, розпадаючись, утворюють карбонатний дрібноземний матеріал, який колюматує тріщини. Підвищений вміст нерозчинного залишку стримує корозійні процеси. У зв'язку з цим, на перше місце у формуванні первинних порожнин у вапняках виходять зсувні і сейсмічні процеси.

Для північно-східної гористої рівнини характерні інверсійні форми рельєфу – антиклинальні долини й улоговини, які виникли в глинистих відкладеннях сарматського і майкопського часів. Вони обмежені скелястими вапняними гребенями. Вапняки складають багато синклинальних височин і моноклинальних гребенів. На морському узбережжі вони утворюють скелясті миси з численними гротами і невеликими печерами абразивно-корозійного генезису. Вапняки утворюють позитивні форми рельєфу, що мають у зв'язку з цим підвищену енергетику гравітаційних процесів. До цих же елементів рельєфу належить і максимальний вияв сейсмогравітаційного ефекту, що виникає при сейсмічних подіях. Особливо яскраво виражена роль гравітаційних і сейсмогравітаційних процесів у спелеогенезі в районі вапнякового масиву г. Опук.

Карстовий масив г. Опук (184 м. над р.м.) розташований на чорноморському узбережжі Керченського півострова, за 12 км на південний захід від знаменитого Кизил-Аульського маяка. Це ізольований масив, платоподібна вершина якого складена білими і ясно-сірими черепашниково-детритусовими, оолітовими і мшанковими вапняками меотичного віку. Потужність вапняків досягає 50 м. У підставі вапнякового розрізу залягають сарматські глини [10]. Стратиграфічний контакт між ними знаходиться на висоті 140-150 м над рівнем моря з південної частини гори й у 70-100 м над днищами найближчих балок і вододілів з північної сторони масиву. Це визначало широкий розвиток величезних блокових зсувів і зміщених вапняних масивів, які займають приморський схил і схил, звернений до Каяшського озера на південно-західному краї г. Опук. Сейсмічні явища й інтенсивні зсувні переміщення зумовили наявність у вапняках великої кількості сейсмогравітаційних і гравітаційних ровів. Вони пов'язані з береговими обривами, що сягають висоти 100 м, і зміщеним вапняним блоком верхнє плато південного приморського схилу. Особливо виділяється розмірами сейсмогравітаційний рів [10], що відокремлює верхове плато від приморського схилу. Його довжина понад кілометр при ширині до 30 м і глибині 25-30 м.

Карстологічні дослідження, проведені лабораторією карсту і спелеології Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського (м. Сімферополь) дозволили виявити велику кількість карстових

порожнин корозійно-гравітаційного і корозійно-абразійного класу.

Більшість з них представлені вузькими щілиновидними ходами, що йдуть зі дна гравітаційних і сейсмогравітаційних ровів. Детальне обстеження ровів, розташованих у верхній частині приморського схилу г. Опук, показало наявність тут декількох достатньо великих порожнин. На малюнку 1 добре видно систему тріщин і сейсмогенних ровів, що розбивають зміщені блоки на ряд вапнякових пластин. Висота зовнішніх обривів, які можна побачити на аерофотознімку, досягає 35 м, азимуту простору ровів варіюють від 270⁰ до 230⁰. Велика частина цих ровів завалена брилами розмірами до 4 м у діаметрі.

Місцями рови мають рівне дрібноземне дно. У бортах ровів відкриваються входи у вузькі тріщини порожнини. Їхня морфологія показана на малюнку 2. У середній частині рову (дивись центр малюнка 1) вапнякового блоку задокументована карстова порожнина, що досягла рекордної для Керченського півострова й у цілому Рівнинного Криму глибини – 33 м. На честь 10-літнього ювілею Української спелеологічної асоціації вона одержала назву Опукська-Ювілейна (мал. 2).

Верхня частина порожнини представлена ділянкою сейсмокарстового рову із заваленими вапняковими брилами. У південній стіні починається крутий (до 60⁰) 15-метровий хід, що йде в глибину. Нижня стіна його складена обвальним матеріалом, а верхня – корінними мшанковими вапняками. Вони розсічені вертикальною тріщиною, по якій і закладена порожнина.

Після невеликої вузькості знаходиться зал тріщинної морфології висотою до 7 м. Дно завалене уламками вапняку. У нижній частині залу є неширокий хід, що йде в середину масиву. З глибини 33 м хід практично до стелі заповнений вапняковим дрібноземом. Його подальше проходження складне й аварійне.

До глибини 10 м стіни порожнини сухі і покриті карбонатною пудрою. Нижче, за звуженням, починається зона конденсації. У результаті вибіркової корозії конденсаційними водами, добре видно органогенну структуру вапняку, закремнені ділянки й залізненні кори на стінах.

Крім описаної печери, досліджено ще ряд порожнин у сусідніх ровах і в головному сейсмогенному рові верхнього плато г. Опук. Деякі з них також представлені на малюнку 2. Стосовно походження печер цієї частини масиву Опук, то судячи з їхньої морфології, закладеної в рельєфі, пристосованості до сейсмогенним ровів і тріщин розвантаження крутих і високих схилів і обривів, варто говорити про їхній корозійно-гравітаційний і сейсмо-гравітаційний генезис.

Разом з тим, прояв корозійної складової у формуванні порожнин г. Опук і Керченського півострова дуже специфічний. Карст району формується в умовах недостачі вологи [1, 2]. Карстуючі породи обводнені слабо. При величині атмосферних опадів 360-400 мм і нормі випару 320-360 мм надходження вологи в карстуючу товщу можливе тільки при поглинанні поверхневого періодичного неруслового стоку (у зв'язку з розвитком зверненого рельєфу, виходи вапняків знаходяться гіпсометрично вище від русел тимчасових водотоків сучасних балок і ярів) після сильних злив чи сніготанення. У зв'язку з цим, на перше місце в карстоує утворення порожнин в умовах жаркого, аридного клімату, і особливо, у теплий період року, виходять конденсаційні процеси [2, 3]. Проведені мікрокліматичні спостереження в шахті Опукській-Ювілейній показали, що за своїми параметрами печерної атмосфери вона є типовою карстовою геосистемою. Разом з тим, уражає один факт, що остаточно не знайшов свого наукового пояснення. 5 липня 1996 року опівдні температура повітря на глибині 30 м склала +5,4° С (середня з п'яти вимірів). У цей час на поверхні стовпчик ртутного термометра зупинився на позначці +34,4° С. Амплітуда коливання температури поверхневого і підземного повітря досягла рекордної для Криму величини +29° С. Проведений у печері цикл мікрокліматичних спостережень дозволив уперше зробити розрахунок конденсації для Керченського півострова, заснованої на натурних вимірах [3]. Розрахунки вироблялися за стандартною методикою [6, 7] і дали такі результати: обсяг річного конденсаційного стоку з масиву Опук дорівнює 202,2 тис. м³. Така кількість води може забезпечити джерело з витратою 6,41 л/с, а якщо врахувати, що конденсація відбувається тільки в теплу пору року (165 доби для Керченського півострова), то цей показник збільшиться до 14,2 л/с.; шар конденсаційного стоку - 75 мм, модуль конденсаційного стоку за рік - 2,38 л/с км², за сезон конденсації - 5,27 л/с км². На площу карстового масиву Опук випадає 874,3 тис. м³ опадів на рік. Таким чином, конденсація складає 23 % від норми опадів за рік.

Вищезазначені цифри дозволяють говорити про велику роль карстової конденсації в поповненні запасів карстових високоякісних вод і в моделюванні карстових порожнин, а також трохи переглянути наявну думку в карстологічній літературі про незначну гідрогеологічну роль карстових порожнин корозійно-гравітаційного генезису [5].

Для характеристики конденсаційної складової традиційно застосовують перенесені в карстову гідрогеологію із загальної гідрології площинні показники – шар стоку, коефіцієнт стоку, модуль стоку й т. ін. У зв'язку з розбіжністю поверхневих і підземних водозборів, через різну площу карстових масивів і басейнів, та неоднакову потужність зони конденсації, порівняння різних територій при такому підході не завжди є коректним. Так, модуль конденсаційного стоку з масиву Опук (площа масиву 2,7 км², потужність зони конденсації 50 м.) у даному вираженні практично дорівнює цьому показнику масиву Ай-Петрі (площа 97,7 км², потужність зони конденсації 450 м): 2,38 л/с км² і 2,46 л/с км² відповідно.

Обсяги конденсаційних вод залежать від розмірів природного конденсатора, але темпи, інтенсивність конденсації більше підкоряються кліматичним і мікрокліматичним особливостям території. Отже, пропонується застосовувати об'ємний модуль конденсаційного стоку, що дозволяє порівнювати не площу карстового масиву (км², м²), а об'ємну одиницю надр масиву (км³, м³), де і відбувається конденсація. Для г.

Опук він дорівнює 47,9 л/с км³, для Ай-Петрі - 5,4 л/с км³. З цього стає зрозумілим, що «продуктивність» надр масиву Опук як природного конденсатора і значення конденсації в карстогенезі аридних територій дуже значна. Як видно з поданих матеріалів, карсту Керченського півострова притаманні багаті специфічні властивості, головними з яких є: а) карстові порожнини, що розвиваються в тісному парагенетичному зв'язку із сейсмогравітаційними і зсувними процесами; б) у моделюванні первинних карстових порожнин домінують конденсаційні процеси.

Подальші карстологічні дослідження і спелеологічні пошуки, безсумнівно, принесуть нові дані про розвиток карсту формуючого в утруднених для карстогенеза кліматичних і геолого-гідрогеологічних умовах Керченського півострова та інших територій.

Література

1. Вахрушев Б.А. Использование подземных вод Крыма в античное и средневековое время и современность // Сб. научных статей к 130-летию со дня рождения В.И. Вернадского. - Симферополь, 1993.
2. Вахрушев Б.А., Вахрушев И.Б. Роль карстовых конденсационных вод в водном хозяйстве античных и средневековых поселений Керченского полуострова // Культура народов Причерноморья. - 1999. - № 10.
3. Вахрушев Б.О. Конденсаційна складова підземного харчування рік і джерел Кримсько-Кавказського карстового регіону // Гідрологія, Гідрохімія і гідро екологія. - 2001. - Т. 2.
4. Гидрогеология СССР, Т. 8, Крым. - М.: Недра, 1970.
5. Дублянский В.Н. Коррозионно-гравитационные пещеры и шахты Горного Крыма // Гидрогеология и карст, № 4. - Пермь, 1970.
6. Дублянский В.Н. Конденсация влаги в трещинно-карстовых коллекторах Горного Крыма // Гидрогеология и инженерная геология аридных зон СССР. - М.: Недра, 1972.
7. Дублянский В.Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. - Л.: Наука, 1977.
8. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. - Новосибирск, 1992.
9. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карстовая республика. - Симферополь, 1996.
10. Клюкин А.А. Сейсмодислокации Керченского полуострова // Сейсмический бюллетень Украины за 1992 год. - Симферополь, 1995.
11. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. - М.: Госгеолтехиздат, 1962.
12. Cvijic J. La geographie des terrains calcaires. - Beograd, 1960

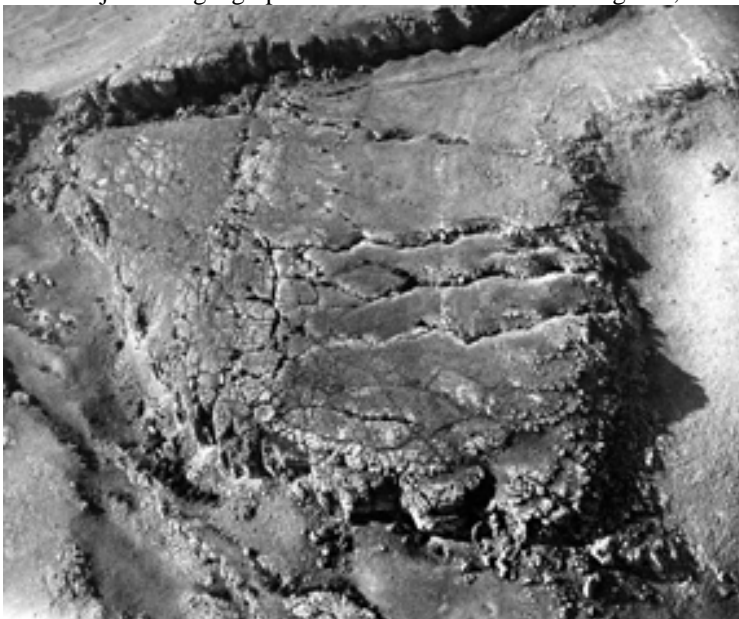


Рис. 1 Аерофотознімок поверхневої частини г. Опук із сейсмогенними ровами в зміщених вапнякових блоках.

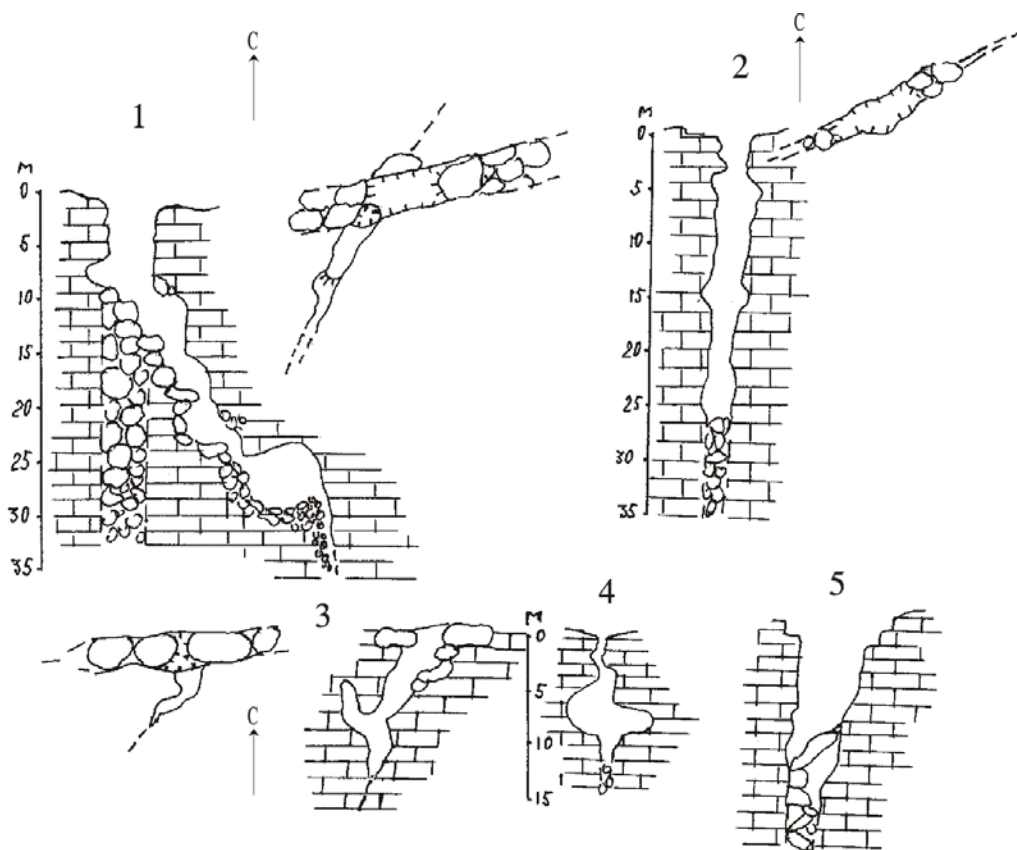


Рис. 2 Карстові порожнини г. Опук.

1 – Шахта Опукська-Ювілейна; 2 – Шахта Загублений світ; 3, 4, 5 – Карстові колодязі в сейсмогенних
ровах поверхнього плато