

В. Н. ДУБЛЯНСКИЙ, Е. И. БОЯРКО, Л. А. КОВАЛЕНКО  
**ГЕНЕЗИС КРУПНЕЙШИХ КАРСТОВЫХ ШАХТ  
АЛЬПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ ЕВРАЗИИ**

*(Представлено академиком Н. В. Беловым 20 VI 1974)*

Проблема спелеогенеза — образования, развития и заполнения карстовых полостей, одна из узловых проблем гидрогеологии карста. Анализ свыше 150 монографических отечественных и зарубежных исследований, выполненных в 1892—1972 гг., показал, что ее нельзя еще считать окончательно решенной: 52% исследователей признают ведущими процессами спелеогенеза коррозию и эрозию, не отдавая предпочтения тому или иному фактору; 19% полагают ведущим фактором коррозию (нивальную, конденсационную, биогенную, смещения); 9% склоняются к мысли о преобладающей роли эрозии (напорной или безнапорной); наконец, 20% полагают, что карстовые полости возникают вследствие обрушения сводов, действия сил бортового отпора и воздушных потоков, микросейсмических сил <sup>(1-3)</sup>.

Изучение более 800 карстовых пещер, колодцев и шахт Альпийской складчатой зоны юга Европейской части СССР показало, что по генезису и морфологии их можно подразделить на коррозионно-эрозионный, нивально-коррозионный и коррозионно-гравитационный классы <sup>(5)</sup>. Наибольшую гидрогеологическую информацию несут полости коррозионно-эрозионного класса. Их характерными отличительными чертами являются: 1) наличие транзитных или местных, постоянных или временных водотоков, имеющих снежно-ледниковое питание или поверхностные водосборы, заложенные в некарстующихся породах; 2) значительные размеры (длина 0,5—13,0 км, глубина 0,2—0,7 км, объем 50 000—1 000 000 м<sup>3</sup>); 3) характерные очертания в плане (древовидность) и в продольном разрезе (каскадность), своеобразная форма поперечных сечений и микроформ, образованных безнапорными и напорными скоростными (до 0,1—1,0 м/сек) турбулентными потоками; 4) наличие в составе водно-механических отложений хорошо окатанного аллохтонного песчаного, гравийного и галечникового материала.

До последнего времени не было накоплено достаточного количества достоверных топографических данных, чтобы подвергнуть математическому анализу продольные профили крупных карстовых шахт и пещер. Имелись лишь указания на то, что профиль карстовой водоносной системы может быть представлен кривой, отделяющей вадозную гидродинамическую зону от фреатической <sup>(6)</sup>. В 1972 г. в <sup>(7)</sup> показано, что продольный профиль отдельных галерей крупных шахт может быть описан уравнением циклоиды (брахистохроной).

К 1973 г., в связи с подготовкой VI Международного спелеологического конгресса, были опубликованы данные о крупнейших коррозионно-эрозионных полостях Евразии <sup>(8, 9)</sup>, позволяющие рассмотреть проблему формирования профиля равновесия карстовых водоносных систем в общем виде. Для анализа использованы данные о 28 крупнейших шахтах-попорах Евразии, расположенных в различных физико-географических условиях в разных частях Альпийской складчатой зоны (в скобках — глубина полости, м): Пиреней: Камбу де Лнар (908); Альпы: Абиссо Чензапелла (513), Медвежья (556), Гамсово бревно (615), Чезаре (627), Франциска (668), Гуффр Каладер (668), Женевцев (675), Бифурто (683), Георга (726),

Сплуга делла Прета (886), Берже (1122); Карпаты: Снежная (752); Горный Крым: Эминебаир (135), Аверкиева (145), Солдатская (500); Кавказ: Медвежья (210), Гигантов (225), Величественная (260), Ткибула (280), Географическая (320), Школьная (320), Ручейная (340), Октябрьская (430), Заблудших (470), Назаровская (500), Снежная (770); Загрос: Гар-Паро (742).

Перечисленные карстовые полости имеют весьма сложную морфологию и состоят из каскада внутренних колодцев, соединяющихся длинными наклонными галереями, образующими в плане спираль (рис. 1А, а). Для каждой полости на основании анализа плана и разрезов была построена

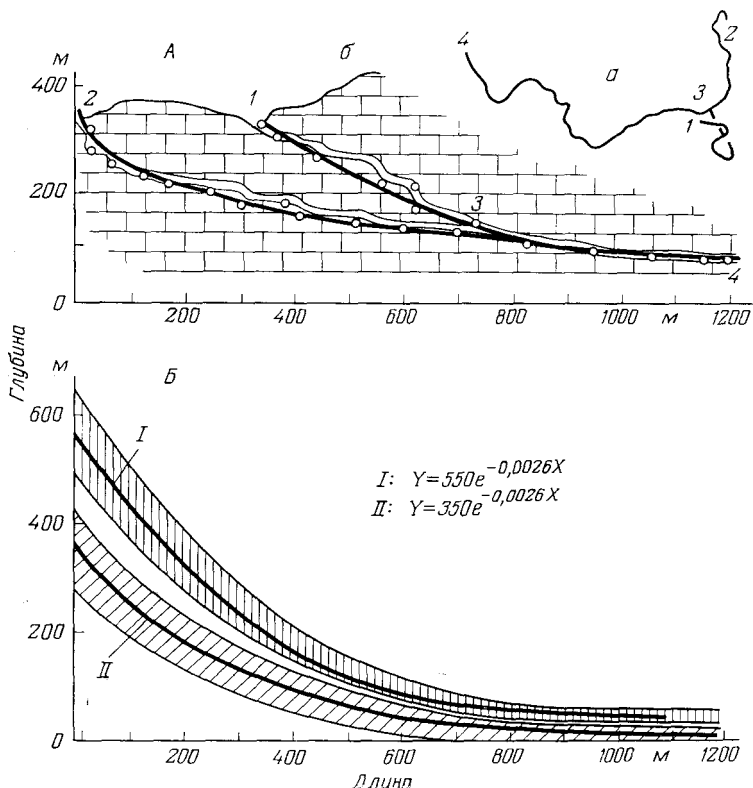


Рис. 1

развертка (рис. 1А, б) и определены координаты наиболее характерных точек (вход, верх и низ внутренних колодцев, середина горизонтальных галерей, конечный сифон). Для удобства дальнейших расчетов ординаты точек определялись не от входа, а от самой глубокой достигнутой точки, а именно — 300 м (последнее необходимо для прогноза характера непройденных участков полости).

Установлено, что «профиль равновесия» всех 28 изученных полостей описывается эмпирической формулой вида

$$Y = ae^{bx}.$$

Ее параметры определены методом средних <sup>(10)</sup>. Эмпирические точки достаточно хорошо ложатся на теоретическую кривую (см. рис. 1А, б). Отклонения не превышают 10—15% и удовлетворительно объясняются местными особенностями данной полости (литолого-текстурные и структурные свойства вмещающих известняков, наличие боковых притоков и пр.).

Эмпирические кривые образовали два поля, для которых получены средние кривые «профиля равновесия», описываемые уравнениями

$Y=550e^{-0,0029X}$  (рис. 1Б, I) и  $Y=350e^{-0,0026X}$  (1Б, II), соответствующие карстовым водоносным системам, имеющим различные условия заложения и питания.

Полости первой группы имеют более крутой «профиль равновесия». Они располагаются в приразломной трещиноватой зоне в пределах одного тектонического блока, состоят из каскада колодцев глубиной 15—90 м или образуют крутую спираль с короткими (5—50 м) горизонтальными участками, ориентированными параллельно или под острым углом к тектоническому нарушению, и с вертикальными участками, перпендикулярными к нему. Обычно имеют один «фокус» инфлюационного питания, лишены боковых притоков (шахты-поноры Заблудших, СССР; Снежная, Польша; Сплуга дельта Прета, Италия).

Полости второй группы имеют более пологий «профиль равновесия». Они располагаются в пределах нескольких тектонических блоков. Состоят из вертикальных участков, заложенных в приразломных зонах тектонической трещиноватости и соединяющих их протяженных (100—500 м) горизонтальных участков внутри блоков. Здесь часты периодические или постоянные сифоны<sup>(8)</sup>. Имеют несколько питающих водосборов, иногда располагающихся в бассейнах разных речных систем, принимают много притоков (шахты-поноры Географическая, Назаровская, СССР; Берже, Франция). В случае заложения под тальвегами поверхностных эрозионных систем (Медвежья, Гигантов, СССР) имеют более простую морфологию<sup>(5, 7, 8)</sup>.

Таким образом, крупные карстовые шахты Евразии, несмотря на существенные отличия в морфологических деталях, имеют продольный профиль, близкий к теоретическому «профилю равновесия», для поверхностных эрозионных систем, как известно, также описываемому вогнутой кривой, напоминающей экспоненту<sup>(11)</sup>. Это является еще одним доказательством принадлежности их к коррозионно-эрозионному классу. Выявленные закономерности развития «профиля равновесия» карстовых водоносных систем позволяют прогнозировать характер их еще не пройденных продолжений и делать предварительные выводы о вероятной области разгрузки подземных вод данного карстового района.

Симферопольский государственный университет  
им. М. В. Фрунзе

Поступило  
20 V 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> British Caving, ed. C. H. Cullingford, London, 1953. <sup>2</sup> Д. С. Соколов, Основные условия развития карста, М., 1962. <sup>3</sup> Г. А. Максимович, Основы карстоведения, Пермь, 1963. <sup>4</sup> Н. А. Гвоздецкий, Проблемы изучения карста и практика, М., 1972. <sup>5</sup> В. Н. Дублянский, Генезис и гидрогеологическое значение крупных карстовых полостей Украины. Автореф. дисс., Пермь, 1971. <sup>6</sup> G. Abrami, Actes IV Congr. Intern. de speleol., Ljubljana, 1968. <sup>7</sup> J. Valdes Ramos, Volunta Hydraul., v. 10, № 23 (1972)). <sup>8</sup> В. Н. Дублянский, Изв. Всесоюз. геол. общ., т. 101, № 4 (1969). <sup>9</sup> P. Courbon, Atlas des Grands Gouffres du Monde, Paris, 1972. <sup>10</sup> И. И. Бронштейн, К. А. Семендяев, Справочник по математике, М., 1965. <sup>11</sup> А. С. Девдариани, Математический анализ в геоморфологии, М., 1967.