



А.А. Остапенко, О.Ю. Крицкая

Особенности развития и распространения карстовых форм в эвапоритовых толщах Западного Кавказа

Остапенко, А.А. Крицкая, О.Ю. Особенности развития и распространения карстовых форм в эвапоритовых толщах Западного Кавказа // Спелеология и карстология, - №3. – Симферополь. – 2009. С. – 66-72.

Резюме: На Западном Кавказе распространены карстовые явления в эвапоритовых толщах верхней юры. Верхняя часть толщи представлена гипсом, глубже переходящим в ангидрит. Гипсы протянулись узкой полосой к северу от куэсты Скалистого хребта. Максимальной мощности гипсы достигают на участке между реками Белая и Большой Зеленчук. Здесь же сконцентрировано большинство карстовых форм, которые исследованы авторами.

Климатические условия территории благоприятны для развития карста, количество атмосферных осадков составляет около 600–900 мм в год. Темпы карстовой денудации здесь оцениваются в пределах 500–800 м³год/км².

Поверхностные формы карста представлены воронками, карстовыми логами и депрессиями. Преобладают воронки диаметром 60–70 м. Под почвой хорошо развиты карры. Имеются положительные формы карстового рельефа: останцы, арки, мосты. Некоторые холмы сложены натечной корой древних пещер, погребенной под почвой. Гроты связаны в основном с активными или древними разрушенными пещерами.

Подземные формы карста представлены в основном пещерами речного типа, часть из них проходима насквозь. Известно 9 пещер длиннее 500 м. Все пещеры длиннее 1 км сосредоточены на участке между реками Ходзь и Уруп. Сечение ходов пещер вытянуто по вертикали, осложнено террасами. Хорошо развиты водно-аккумулятивные, гравитационные и хемогенные отложения (в основном кальцитовые).

Районирование пещер произведено по участкам между реками, дренирующими карстовые массивы. Сделан анализ распределения пещер и их параметров по выделенным районам. Часть карстовых районов хорошо изучена, имеются GPS привязки 40% известных пещер, преимущественно крупных.

Актуальны изучение и охрана пещер, так как некоторые из них заложены в месторождениях гипсового сырья и могут быть уничтожены.

Ключевые слова: гипсовый карст, Западный Кавказ, карстовые формы, пещеры.

Остапенко, А.А. Крицкая, О.Ю. Особливості розвитку та розповсюдження карстових форм в евапоритових товщах Західного Кавказу // Спелеологія і карстологія, - №3. – Симферополь. – 2009. С. – 66-72

Резюме: На Західному Кавказі поширені карстові явища в евапоритових товщах верхньої юри. Верхня частина товщі представлена гіпсом, глибше перехідним в ангідрит. Гіпс протягнувся вузькою смугою на північ від куєсти Скалястого хребта. Максимальної потужності гіпс досягає на ділянці між річками Біла і Великий Зеленчук. Тут же сконцентрована більшість карстових форм, які досліджені авторами.

Кліматичні умови території сприятливі для розвитку карсту, кількість атмосферних опадів складає близько 600–900 мм в рік. Інтенсивність карстової денудації тут оцінюється в межах 500–800 м³ год/км². Поверхневі форми карсту представлені лійками, карстовими балками і депресіями. Переважають лійки діаметром 60–70 м. Під ґрунтом добре розвинені карри. Є позитивні форми карстового рельєфу: останці, арки, мости. Деякі горби складені натічною корою древніх печер, похоронені під ґрунтом. Гроты пов'язані в основному з активними або древніми зруйнованими печерами.

Підземні форми карсту представлені здебільшого печерами річкового типу, частина з них прохідна наскрізь. Відомо 9 печер довше 500 м. Всі печери довше за 1 км. зосереджені на ділянці між річками Ходзь і Уруп. Перетин ходів печер витягнутий по вертикалі, ускладнений терасами. Добре розвинені водно-аккумулятивні, гравітаційні і хемогенні відкладення (в основному кальцитові).

Районування печер вироблене по ділянках між річками, що дрениють карстові масиви. Зроблений аналіз розподілу печер і їх параметрів по виділених районах. Частина карстових районів добре вивчена, є GPS прив'язки 40% відомих печер, переважно великих.

Климатические условия данной территории благоприятны для развития карста. Климат умеренно-континентальный, количество атмосферных осадков составляет около 600–900 мм в год, характерен летний максимум (до 80 %) их выпадения.

Карст гипсов этого района относится преимущественно к задернованному типу. Мощность почвенного покрова колеблется здесь от 3–5 сантиметров (Зубашенко, 1938) до 0,3–0,7 м, а иногда и более в понижениях, куда смывается почва. В связи с небольшой мощностью почв положительные формы рельефа, как правило, безлесные, а в отрицательных растет лес. Но в ряде случаев эта тенденция не выражена и встречаются гипсовые массивы, почти полностью покрытые лесом. Отмечаются и довольно обширные участки голого карста, в основном связанные с интенсивной эрозией и смывом почвы, обусловленные антропогенной деятельностью (распашка, грунтовые дороги).

Интенсивность карстовой денудации здесь оценивается в пределах 500–800 м³/год/км² (Остапенко, 2001).

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ФОРМЫ КАРСТА

Особенности распространения и морфологические черты карстовых форм описываемого района предопределены литологическими, тектоническими, геоморфологическими, климатическими и другими факторами.

В связи с тем, что легкорастворимый гипсовый массив открыт прямому воздействию агрессивных атмосферных осадков, возникает множество вариантов форм растворения (Klimchouk, 1997a). Формы рельефа крупных и средних размеров во многих отношениях схожи с соответствующими формами карбонатного карста (Sauro, 1997). Наиболее типичные поверхностные формы данного района – воронки и карстовые лога, а также карстовые депрессии с относительно небольшим поперечником. Наибольшее развитие здесь получили воронки поверхностного выщелачивания и провалы. В тех местах, где гипс перекрыт сравнительно мощной толщей рыхлых отложений, иногда встречаются и воронки просасывания. Одна из них наблюдалась нами на хребте Герпегем (междуречье Ходзь–Малая Лаба) в 1997–2000 годах. Эта воронка имела форму овального провала размером 1,1x1,4 м, глубиной 1,9 – 2,4 м. За три года диаметр воронки увеличился до 2 – 2,3 м, а глубина уменьшилась до 1,2 м, дно стало ровным, что свидетельствует об уменьшении просасывания и усилении роли поверхностных эрозионных процессов.

По результатам изучения топографических материалов и аэрофотоснимков было выявлено, что диаметр большинства воронок колеблется в пределах 60–70 м, однако может достигать величины более 1 км (1445 м; котловина к юго-востоку от ст. Бесленевской). Их минимальный диаметр обычно 10–15 м. Воронки с такими диаметрами составляют 24 % от общего количества. Воронки с диаметром 100 и более метров составляют 20 % от общего числа. Глубина воронок колеблется в пределах от 1 до 150 м, при средней глубине 9 м. Почти каждая десятая воронка имеет глубину свыше 25 м. На бортах крупных воронок

развиваются эрозионные формы, но в основном они покрыты почвенно-растительным покровом, за исключением провалных воронок, где наблюдаются выходы гипсов на обрывах.

Карры, поля которых в карбонатном карсте Кавказа занимают огромные площади, в гипсах встречаются на ограниченных площадях, так как обычно задернованы. Но под слоем почвы они присутствуют и могут иметь довольно значительные размеры (глубину до 1 м). Карры существенно перераспределяют и концентрируют поверхностный сток, способствуя развитию более крупных форм, в том числе карстовых воронок.

Характерной чертой карстового рельефа исследуемой территории является также наличие положительных карстовых форм, являющихся в большинстве случаев реликтами разрушившихся в результате денудации пещер. К ним можно отнести карстовые останцы, мосты и арки. Такие формы весьма многочисленны в данном регионе и являются довольно типичным элементом карстового ландшафта. Это обусловлено высокими темпами карстовой денудации, малой прочностью гипса и активными тектоническими поднятиями территории. В результате здесь отчетливо видно, как одна генерация карстовых форм сменяет другую, чего практически не наблюдается в районах развития карбонатного карста на Кавказе.

Останцы встречаются в виде массивов в днищах депрессий, а также на склонах. Например, хорошо выраженный останцовый холм известен нам в депрессии Сухое Озеро на хребте Экепце-Гадык (междуречье Большая Лаба – Уруп). Подобные останцы встречаются и в других местах: на горе Эквецопко (междуречье Фарс – Губс), в левобережье реки Кизинчи и на хребте Герпегем. Останцы иногда опосредованно связаны с подземными формами карста, которые на заключительных стадиях своего развития оконтуривают участки закарстованного массива, отделяют их от склона и лишают притока собранной на склоне влаги. В ряде случаев останцы представляют собой погребенные под тонким слоем почвы кальцитовые натечные коры, оставшиеся на поверхности массива от более ранних генераций пещер.

Карстовые арки и мосты гораздо теснее связаны с подземными формами карста: они являются фрагментами ходов пещер, вскрытых выше и ниже по течению образовавшего их потока. Разница между мостами и арками достаточно условна и заключается в возможности утилитарного использования карстовых мостов для переправы через долину. Арки же более труднодоступны в связи со сложностью формы и меньшей шириной.

В гипсах Западного Кавказа встречены карстовые мосты и арки следующих типов, предложенных Г.А. Максимовичем (1963):

1. Мост в каньонообразной долине с нависающими сводами, встречающийся довольно редко в связи с малой прочностью гипса.

2. Мост в корытообразной долине – часто встречаемый тип. При этом аналогом долины можно считать вытянутую в плане воронку с водотоком.

Мост Самородный, то есть сам по себе появившийся, в одноименной балке (левый берег р. Б. Зеленчук), настолько популярен у местного населения, что дал топоним самой балке и пещере-источнику, откуда она берет начало (рис. 2).

Частный случай моста – привходовые участки пещер, отделенные от основного хода провальными окнами.

3. Естественная арка. Среди встреченных нами форм можно выделить арки на временных и постоянных водотоках и более редко встречаемые реликтовые арки, находящиеся в стороне от пещеры и не приуроченные к современному водотоку (например, арка у п. Дедова Яма).

В результате развития некоторых геоморфологических процессов на склонах карстовых массивов довольно часто образуются ниши и гроты. С точки зрения спелеогенеза, ниши обычно представляют незначительный интерес в связи с их малыми размерами и полигенетичностью. На гипсовых массивах Западного Кавказа встречаются ниши в обрывистых стенах крупных карстовых воронок. По генезису их можно подразделить на два типа:

1. Отпрепарированные фрагменты древних полостей.

2. Эрозионные ниши, выработанные протекающим по депрессии водотоком.

Первый тип карстовых ниш интересен как свидетельство развития карстовых полостей в древности, когда базис закарстовывания отличался от современного.



Рис. 2. Карстовые арки и мосты балки Самородной.

Понятие “карстовый грот” имеет много значений (Дублянский, Андрейчук, 1991), но мы будем считать гротом полость с проективной длиной, близкой по размерам или меньшей чем высота или ширина входного отверстия (Проблемы изучения..., 1983). В гипсах описываемой территории можно выделить два генетических типа гротов:

1. Гроты, созданные эрозионно-карстовыми процессами. Они представлены следующими подтипами:

А) Фрагменты незаполненных осадками древних полостей, вскрытые в крутых стенах воронок и депрессий. Такие гроты были обнаружены нами на восточном склоне горы Эквицпоко, а также на хребтах Герпегем и Экепце-Гадык. В связи с низкой прочностью гипса гроты этого подтипа довольно быстро разрушаются процессами выветривания и гравитацией.

Б). Субгоризонтальные активные поноры и источники с соответствующими морфометрическими параметрами, типичными для гротов. В результате развития эрозионно-карстовых процессов могут соединиться с генетически связанной с ними полостью.

2. Гроты, созданные или сильно переработанные гравитационными процессами и процессами физического выветривания. Они возникают или в результате обвалов крупных глыб, или в результате переработки фрагмента древней полости, когда следы спелеоморфогенеза на своде и стенах уже замаскированы позднейшими процессами. Иногда подобные гроты могут соединяться с пещерой, на основе которой они возникли. Например, привходовой грот верхней части пещеры Попова-2 отделен от активного водотока глыбовым завалом, в нем сохранились лишь небольшие отверстия, через которые можно проникнуть в пещеру. Если с козырька над входом упадет еще несколько глыб, то пещера может стать недоступной для человека и формально превратиться в грот.

ПОДЗЕМНЫЕ ФОРМЫ КАРСТА

В связи с узостью и прерывистостью полосы гипсов подземные формы карста распространены лишь на тех участках, где гипсы отличаются значительной площадью, мощностью и перепадом высоты понор – дрена. Такие участки расположены преимущественно в междуречье Фарс – Уруп, где сконцентрированы наиболее развитые и крупные пещеры: 77 % по количеству, 93 % по длине, 89 % по площади и 93 % по объему. В этом участке, в свою очередь, можно выделить междуречья Ходзь – М.Лаба и Б.Лаба – Уруп, к которым приурочены все полости длиннее 1000 м. Всего известно 9 пещер с длиной более 500 м (таблица 1). По имеющимся сведениям, пещеры региона – самые длинные из гипсовых пещер Азии. В районе исследований мы наблюдаем лишь очень молодые в геологическом отношении пещеры возрастом около 10^3 лет (Остапенко, 1999). Более древние пещеры отмечены в рельефе лишь останцами или фрагментами вторичных кальцитовых отложений, слаборастворимых по сравнению с гипсом.

Таблица 1

Распределение гипсовых пещер и их морфометрических параметров по районам Западного Кавказа

Участок между реками	Протяженность участка, км	Ориентировочная площадь участка, км ²	Кол-во пещер	Общая протяженность пещер, м	Общая площадь пещер, м ²	Общий объем пещер, м ³	Крупнейшая пещера, длина/амплитуда, м
Белая – Фарс	10	20	-	-	-	-	не известна
Фарс – Губс	8	16	10	1827	3481	8220	МАГ-КГСС, 444/13
Губс – Ходзь	13	26	1	67	178	364	Зубащенко, 375/23
Ходзь - М. Лаба	14	80	17	4404	8851	44388	Аммональная 1464/114
М. Лаба - Б. Лаба	10	20	5	1719	6995	22950	Гунькина-4, 1145/60
Б. Лаба – Уруп	12	26	11	7980	15161	41025	Пшаше-Сэтэнай, 2690/47,8
Уруп - М. Зеленчук	14	45	13	1734	4241	7555	Самородная, 435/22



Рис. 3. Типичное сечение хода в пещере МАГ-КГСС.

Полости представлены в основном пещерами речного типа (или сквозными), древовидной в плане формы, горизонтального, наклонного или ступенчатого профиля, иногда многоэтажными. Изредка встречаются пещеры, приуроченные к трещинам бортового отпора.

Для пещер речного типа характерно наличие водно-аккумулятивных отложений, следов действия водотоков на стенах (террасовидные ниши, а также фасетки растворения), четко выраженное направление понижения дна полости (стока). В условиях района

исследований удалось пройти насквозь довольно много пещер (за исключением их мелких боковых притоков). Это связано с поднятием территории, обусловившим слабое распространение закрытых сифонов на нижних концах пещер, а также с высокой степенью зрелости пещер, в результате чего они расчленены на части обширными воронками и провалами. Поперечные сечения большинства пещерных ходов вытянуты по вертикали и иногда осложняются тем, что на некоторых стадиях развития полости ход меандрировал (рис. 3).

Отложения пещер представлены преимущественно остаточными, водно-механическими, гравитационными, хемогенными и органогенными. Водно-механические отложения некоторых пещер зачастую содержат аллохтонную гальку кристаллических горных пород, принесенную палео-реками с высокогорий осевой зоны Кавказа. Для хемогенных отложений типично преобладание кальцитовых форм – чаще всего коралитов и сферолитовых (ониксовых) покровных кор (рис. 4). Отложение CaCO_3 в данном случае управляется присутствием двуокси углерода, растворенного в инфильтрующейся воде.

КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Крупномасштабное районирование гипсового карста Западного Кавказа достаточно проблематично, так как карстовый массив иногда трудно отнести к четко выраженной орографической единице (хребту или горе), как это обычно делается при изучении карбонатного карста горных территорий. Например, В.А. Макухин и П.Ф. Молодкин (1988), выделяя при описании пещер участки, два раза опираются на названия близлежащих населенных пунктов и один раз – на название плато. С нашей точки зрения (Остапенко, 1998, 2001), в данной ситуации лучше всего опираться на названия горных хребтов или таких генетически связанных с ними единиц как гора или плато, а в случае их слабой выраженности – на речную сеть, потому что гипсовые массивы в основном ограничены с востока и запада прорезающими их реками. Аналогичный

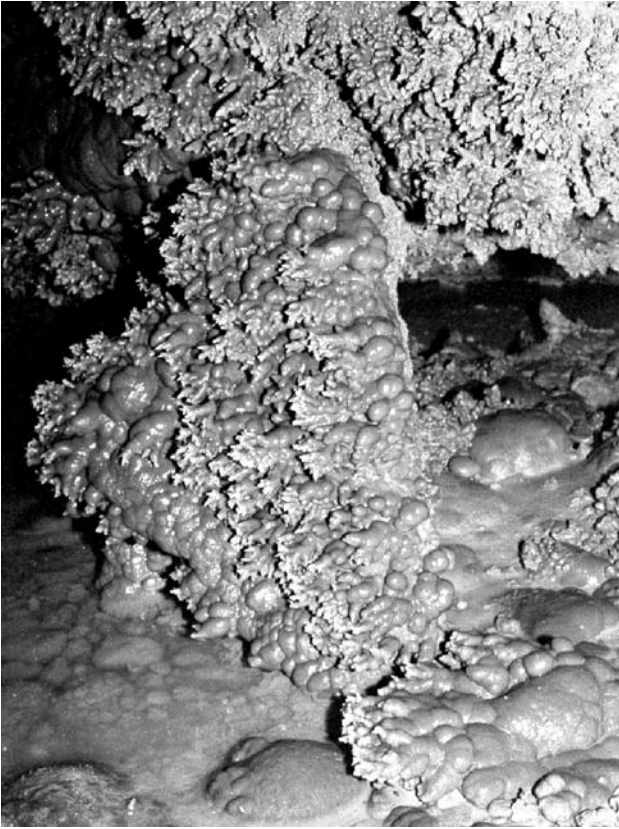


Рис. 4. Кальцитовые кораллиты в пещере Пшаше-Сэтэнай.

способ выделения карстовых (не спелеологических) подрайонов рекомендует и Н.И. Кочетов (1989).

Для анализа распространения пещер (таблица) на основе карты масштаба 1:200000 мы разбили полосу гипсовых отложений на участки между основными консеквентными реками, которые как правило дренируют карстовые массивы. Для вычисления ориентировочной площади подверженных спелеогенезу гипсов в большинстве случаев ширина их полосы принималась равной около 2 км. Выходы гипсов на поверхность хорошо индицируются даже на мелкомасштабных топографических картах замкнутыми формами рельефа и значительными площадями полей.

Исходя из имеющейся на данный момент информации о распространении и о морфометрических данных гипсовых пещер на Западном Кавказе (см. таблицу) можно сделать ряд выводов:

1. Некоторые районы хорошо изучены различными спелеологами, но достоверность полученной информации зачастую невысокая.

2. Концентрация значительного количества известных пещер в отдельных местах нередко объясняется не объективными геоморфологическими причинами, а методиками спелеологических исследований или недоступностью для нас результатов ранее проведенных исследований.

Тем не менее, есть участки гипсовых массивов, в которых высокая концентрация крупных пещер предопределена объективными условиями: значительной мощностью и чистотой гипсовых

толщ, моноклинальным падением пластов, хорошим расчленением массива спелеоиницирующими трещинами и другими факторами, как например на массиве Экепце-Гадык.

3. Количество закартированных крупных пещер отчасти занижено по отношению к количеству реально существующих из-за того, что спелеологами очень редко предпринимались попытки расширения и раскопок узких и обваленных ходов. Инженерные способы (раскопки, расчистки, расширение ходов) широко применяются при исследованиях пещер карбонатного карста, но не очень популярны в сульфатном карсте. С одной стороны это связано с опасностью повторных обвалов в сравнительно мягкой породе, а с другой – с реальной возможностью проверить еще несколько воронок и обнаружить более крупную карстовую полость, которую не надо раскапывать.

В последнее время ситуация с учетом карстовых полостей региона существенно улучшилась, так как стали доступными сравнительно точные топографические карты с нанесенными координатными сетками, спутниковые навигаторы системы GPS (это позволило привязать около 40% известных пещер), улучшился обмен данными исследований топографических съемок при помощи компьютерных сетей и преемственность топографических съемок в виде файлов специализированных топосъемочных программ. Очень важно в этом плане ведение кадастрового учета пещер, в том числе незначительных по размеру, и даже реально не закартированных, в которых следующие поколения исследователей смогут обнаружить новые участки или сделать археологические, биологические и многие другие открытия. Это особо актуально для данного региона, так как здесь ведется активная антропогенная деятельность, связанная с открытой разработкой гипса, следствием которой может стать уничтожение карстовых полостей, в том числе и уникальных с научной точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

- Дублянский В.Н., Андрейчук, В.Н. Терминология спелеологии (информационные материалы). - Екатеринбург: УрО АН СССР, 1991. - 202 с.
- Зубашенко М.А. Карстовые явления в верхнеюрских гипсах на северном склоне Западного Кавказа // Известия Воронежского гос. пед. ин-та. - 1938. - IV. - С. 117-129.
- Кочетов Н.И. К проблеме геоструктурного районирования карста Западного Кавказа // Геоморфология. - 1989. - №3. - С. 71-75.
- Максимович Г.А. Основы карстоведения. Том I. - Пермь: Пермское книжное изд-во, 1963. - 445 с.
- Макухин В.А., Молодкин П.Ф. Гипсовые пещеры Северного Кавказа // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах: Межвуз. сб. науч. тр. - 1988. - С. 50-52.
- Остапенко А. Пещеры в гипсах северо-западного Кавказа: распространение и изученность // Свет. - 1998. - №2 (19). - С. 25 - 29.
- Остапенко А.А. Деструкционная составляющая спелеогенеза в сульфатных отложениях Западного Кавказа // Морфология рельефа. Мат-лы Иркутского геоморфологического семинара, чтений памяти Н.А. Флоренсова окт. 1999, Иркутск. - 1999. - С. 53-54.

Остапенко А.А. Подземные формы карста в сульфатных отложениях Западного Кавказа. Автореф. канд. дисс. - Краснодар: 2001. - 22 с.

Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. - Ташкент: ФАН, 1983. - 161 с.

Klimchouk A. Dissolution and conversions of gypsum and anhydrite. // Gypsum Karst of the World (ред. Klimchouk, A.B., Lowe D., Cooper, A., Sauro, U.). International Journal of Speleology, 3-4. - 1997. - С. 21-36.

Sauro U. Geomorphological aspects of gypsum karst areas with special emphasis on exposed karst // Gypsum Karst of the World (ред. Klimchouk, A.B., Lowe D., Cooper, A., Sauro, U.). International Journal of Speleology, 3-4. - 1997. - С. 105-114.