

УДК 551.435.88

Р. А. ЦЫКИН

ТИПИЗАЦИЯ КАРСТОВОГО РЕЛЬЕФА

Выделяются голый, задернованный, покрытый, погребенный и бронированный карст; указывается на наличие переходных типов. Рассмотрены морфологические и генетические особенности каждого из типов карста и некоторые вопросы терминологии.

Карст большинством исследователей определяется как явление геоморфологическое, выраженное совокупностью форм рельефа на растворимых породах, а также особенностями гидрографии местности (Калесник, 1968; Щукин, 1933; Herak and Stringfield, 1972). При описании карстового рельефа чаще всего используется классификация, отражающая его внешние (морфографические) особенности (Гвоздецкий, 1954; Максимович, 1963). Наиболее полно она рассмотрена Н. А. Гвоздецким (1954, 1965, 1972), обосновавшим выделение голого, задернованного, покрытого, бронированного, погребенного и других типов карста. Но ввиду неполноты или спорности характеристик типологических особенностей возникают трудности диагностики тех или иных типов карста. Следовательно, желательно уточнение и экспликация определений указанных типов, обзор условий их формирования, что позволит более четко характеризовать карстовый рельеф.

Голый карст — совокупность форм растворения (ванновых) и останцов на территориях, «...где развитие карста идет в условиях почти полного отсутствия почвенно-дернового покрова, в которых известняки или другие растворимые водой породы выходят непосредственно на поверхность и помимо всех прочих форм, свойственных карсту, дают характерные карровые поля» (Гвоздецкий, 1954, стр. 330). Иначе говоря, это множество форм денудационного рельефа, выработанных в скальных растворимых породах, причем эти формы не замаскированы рыхлыми отложениями и почвенно-дерновым слоем, которые локально развиты только на субгоризонтальных гранях (вершины останцов, днища воронок и котловин, подножия уступов, террасы и т. п.).

По мнению Л. Савицкого (Sawicki, 1909), впервые выделившего голый карст, — это климатический тип, развитый в Средиземноморье. Но многие исследователи (Roglič, 1965) обращали внимание на то обстоятельство, что в области словенского карста наземная растительность и почвенный покров деградировали под влиянием вырубки или выжигания лесов и выпаса скота. Следовательно, голый карст здесь антропогенное образование, результат деградации задернованного карста. Это не только климатический тип, свойственный территориям с тропическим и субтропическим климатом, но и показатель преобразования карстового ландшафта под влиянием хозяйственной деятельности людей. По-видимому, везде, где существует задернованный карст, со временем может развиться и голый.

Деградация рыхлых отложений и дерново-почвенного покрова может идти также естественным путем, в результате склоновых процессов. В Алтае-Саянской горной области мы многократно наблюдали прояв-

ления голого останцового карста на сравнительно крутых склонах эрозионных долин. Здесь многочисленные останцы с арками, нишами и гротами обнажились в результате выноса рыхлого материала, который ранее их перекрывал. Это доказано результатами бурения на междуречных пространствах, где установлено развитие покрытого карста (Цыкин, Цыкина, 1978). Эти данные подтверждают правоту Д. А. Лиленберга (1977), критиковавшего мнение Н. А. Гвоздецкого о том, что голый останцовый карст на территории СССР является реликтом тропического карста.

Таким образом, за исключением тропической зоны, где голый карст развивается вполне самостоятельно, он возникает в результате деградации задернованного или покрытого карста и соответствующего преобразования карстовой морфоскульптуры. По этой причине фрагменты задернованного и покрытого карста в той или иной степени сохраняются на площадях с голым карстом.

Задернованный карст, по мнению выделившего этот тип Н. А. Гвоздецкого (1965, 1972), отличается от голого только отсутствием карровых полей, которые скрыты под элювиально-почвенным покровом. Следовательно, в этом типе наряду с денудационными ванновыми и останцовыми формами появляются и аккумулятивные поверхности на сравнительно маломощных отложениях, маскирующих карровые поля.

Для образования почвенно-дернового слоя на скальных растворимых породах необходимы рыхлые песчано-алеврито-глинистые образования. Они могут появиться в результате накопления нерастворимых остатков, а также при эоловом, делювиальном, коллювиальном привносе обломочного материала. Развившийся почвенно-дерновый покров (вместе с растительностью) стимулирует седиментацию, препятствуя развеванию и плоскостному смыву рыхлых кроющихся отложений. В результате этого в зависимости от топографии поверхности скальных пород мощность кроющихся отложений изменяется от долей метра до 15—20 м в щелевидных и воронкообразных понижениях поверхности скального основания. Таким образом, кроме элювиально-почвенно-дернового слоя в задернованном карсте обязательно фиксируются отложения «подпочвы» разного происхождения и механического состава. Мощности их могут быть настолько значительными, что бывает трудно решить, относится данное явление к задернованному или покрытому карсту.

Почвенно-дерновый слой является продуцентом углекислоты, содержание которой в фильтрующихся через него водах возрастает до 100 раз. Одновременно появляются ион водорода и органические кислоты (Колодяжная, 1969). Следовательно, химическая денудация под покровом рыхлых отложений с почвенно-дерновым слоем идет значительно активнее, чем при непосредственном воздействии атмосферных осадков на растворимую породу. Задернованный карст может развиваться везде, где есть условия для возникновения почвы: он фиксируется в тропиках, субтропиках, умеренной климатической зоне, но не характерен для территорий с аридным и нивальным климатом. При разрушении почвенно-дернового слоя и нижележащих рыхлых отложений возникают площадки с голым карстом. Между этими типами имеются и переходные образования.

Завершая обзор задернованного карста, подчеркнем, что он выражен в основном денудационными формами (воронками, понорами, котловинами, останцами и т. п.), прикрытыми сравнительно маломощными рыхлыми отложениями, которые местами отсутствуют. Они скрывают только мелкие и мельчайшие карстовые формы, образуя в этих случаях аккумулятивные поверхности. Существенной роли в морфоскульптуре местности они не играют.

Покрытый карст был выделен Л. Савицким (Sawicki, 1909) как второй распространенный климатический тип, развитый в средней части

Европы и отражающий растворение под элювиально-почвенным покровом. В таком понимании покрытый карст рассматривали А. А. Крубер (1915) и И. С. Шукин (1933). Противоречивые взгляды на аналогичные типы карста зарубежных исследователей охарактеризовала М. М. Свинтинг (Sweeting, 1973). Она отмечает, что в покрытом карсте рельеф представлен аккумулятивными формами — задернованными поверхностями и толстым слоем нерастворимых рыхлых отложений. Близок ему карст, закрытый латифицированными породами (аргиллитами и песчаниками).

Н. А. Гвоздецкий, обосновавший целесообразность выделения задернованного карста, предложил покрытым считать такой карст, «...в котором растворимые водой карстующиеся породы прикрыты нерастворимыми геологическими образованиями, генетически не связанными с карстующейся толщей: морскими песчано-глинистыми осадками, мореной, флювиогляциальными отложениями, террасовым аллювием и т. п. В районах собственно покрытого карста формы поверхностного выщелачивания отсутствуют, но большую роль играют воронки, ванны, слепые балки и т. п., которые образуются при механическом выносе песчано-глинистого материала... из покровной толщи» (Гвоздецкий, 1972, стр. 216—217). Признак, по которому кроющие отложения считаются не связанными с карстом, как следует из приведенного высказывания, — их генетический тип. Но если эти отложения встречаются только в карстовых ваннах, можно говорить о их связи с карстом (по условиям формирования, а не по генетическому типу). Случай, когда ванны выполнены отложениями, связанными с карстом, Н. А. Гвоздецкий вообще не рассматривает, хотя они встречаются довольно часто (Цыкин, 1970). Это нерастворимые остатки карбонатных пород, разнообразные отложения, заполняющие карстовые формы, и инфильтрационно-метасоматические породы, которые эти отложения замещают.

Очевидно, важен не генетический тип отложений, скрывающих денудационные формы растворимых пород, а признаки развития карста под кроющими отложениями (в настоящее время или в геологическом прошлом). Выделяя покрытый карст, Л. Савицкий имел в виду развивающуюся подземную коррозию. Если карст развивается, он может проявить себя просадками и провалами как к моменту изучения территории, так и позднее, особенно при хозяйственном освоении каких-либо участков и техногенной активизации карста. По существу в покрытом карсте получают широкое развитие аккумулятивные поверхности, так как химическая денудация идет (или шла в прошлом) ниже земной поверхности, в условиях сравнительно полной компенсации ее осадконакоплением (Цыкин, 1970). В покрытом карсте, таким образом, формы растворения и выполняющие их отложения обычно разновозрастны и взаимосвязаны.

На развитие карста под мощными, но локально развитыми толщами рыхлых отложений указывают данные кернового бурения и изучения разрезов кроющих отложений. Так, в них обычно не наблюдается простая смена озерных фаций наземными, что можно было бы ожидать при постепенном заполнении осадками первоначально существовавших глубоких карстовых ванн. В разрезах фиксируются повторяющаяся цикличность и перерывы; наличие последних свидетельствует о близости высотного положения уровней седиментации и местного базиса эрозии. Слои и линзы отложений изогнуты в сторону наиболее глубоких частей карстовой ванны, причем изогнутость возрастает в нижних слоях. В придонных и прибортовых частях покровной толщи большую роль играют элювиальные образования за счет подземной коррозии, здесь же широко развиты инфильтрационно-метасоматические образования — кремнистые, марганцовожелезистые, фосфатные и др.

Таким образом, покрытым мы предлагаем именовать такой тип современного или древнего карста, в котором формы растворения развились под рыхлыми отложениями значительной мощности, накопление которых могло продолжаться параллельно с развитием карста. Нередко он выражается карстогенными аккумулятивными поверхностями, обычно осложненными провальными и просадочными явлениями. Аккумулятивная карстовая морфоскульптура в какой-то мере преобразуется эрозией и денудацией, но по сравнению с площадями, где покрытый карст отсутствует, имеет ощутимые геоморфологические и ландшафтные особенности.

Результаты многолетнего изучения карста Алтае-Саянской горной области (Цыкин, Цыкина, 1978) позволяют различать два подтипа покрытого карста в нашем понимании — междуречных пространств и поддолинного. Первый представлен всхолмленными аккумулятивными поверхностями с отдельными останцовыми выступами растворимых пород. Эти поверхности несут комплекс наложенных эрозионно-денудационных форм, а также просадки, воронки и провалы, связанные с карстообразованием в скальном цоколе. Второй подтип встречается под поймой или руслом рек и ручьев, иногда под тальвегом суходолов. Он устанавливается приисковыми работами и по некоторым особенностям морфологии русла или поймы (озерообразные расширения, участок заболачивания, провальные озера).

Покрытый карст иногда сочетается с задернованным, расположенным гипсометрически выше, и голым, приуроченным к крутым склонам долин. Последний служит индикатором покрытого карста прилегающих участков междуречий, иногда подруслового карста с аллювиальным заполнением.

Погребенный карст выделяется многими исследователями. Согласно определению Н. А. Гвоздецкого (1972), он обнаруживается в геологических выработках и скважинах и геофизическими методами, но в рельефе почти не отражается. В классификацию карста по внешним признакам этот тип включаться не должен, так как он представляет чисто геологическое явление. Нами он рассматривается только потому, что ввиду отсутствия характеристики отличительных признаков, в некоторых работах термины «покрытый» и «погребенный» карст рассматриваются как синонимы (Хабибуллина и др., 1974). К погребенному следует относить отмерший карст, перекрытый более молодыми, как правило, литифицированными отложениями большой мощности и преобразованный в условиях повышенных температур и давлений. Последующими тектоническими движениями он может быть выведен на уровень земной поверхности, но по наличию специфического заполнителя будет отличаться от форм молодого карста. В погребенном карсте могут обнаруживаться (после «снятия» преобразований) признаки голого, задернованного, покрытого подземного голого (пещеристого) карста.

Бронированный карст, по мнению Н. А. Гвоздецкого (1972), отражает обстановку, когда химическая денудация происходит под кроющимися скальными вулканическими или осадочными породами. Г. А. Максимович относит к бронированному карсту случаи проявления непроницаемых покрышек в погребенном карсте, способствующих образованию скоплений нефти и газа (Максимович, Енцов, 1966), а обстановку, когда растворение идет под слоями песчаников или алевролитов, вслед за М. А. Зубашенко, относит к закрытому карсту (Максимович, 1963). Закрытый карст выделяет и М. М. Свитинг (Sweeting, 1973) как разновидность покрытого карста. Так как термин «бронированный карст» точнее отражает сущность рассматриваемого типа, можно согласиться с мнением Н. А. Гвоздецкого, что термин «закрытый карст» является излишним. В случае кровли из скальных вулканических или осадочных пород и наличия эрозионных врезов в нижележащие карбонатные или

типосонные отложения может развиваться карст, который будет фиксироваться отдельными провалами кровли в крупные полости. Следовательно, на фоне эрозионно-денудационного рельефа, выработанного в нерастворимых скальных породах, будут проявляться элементы карстовой морфоскульптуры.

Особый тип карстогенных структур представляют впадины и мульды глубинного соляного карста, рассмотренные Д. С. Соколовым (1963) и Г. П. Вологодским (1975). В краевых и предгорных прогибах толщи каменной соли имеют мощности во много сотен метров. В антиклиналях (куполах) под действием жильных и трещинно-пластовых вод соляная толща деградирует. В этих условиях не сказывается бронирующее влияние нерастворимых литифицированных пород кровли. За счет локального дробления, подвижек по трещинам и разрывам кровля проседает по мере удаления соляной толщи. Геоморфологическое выражение этого процесса зависит от того, насколько проседание будет компенсироваться седиментацией. Если компенсация будет сравнительно полной, образуется аккумулятивная поверхность (экзотектоническая мульда). В противном случае возникнут впадины — сухие или заполненные водой.

Необходимо отметить наличие взаимопереходов между рассмотренными типами карста, в связи с чем возможно выделение полузадернованного, полупокрытого и других подтипов карста. Кроме того, карстовая морфоскульптура проявляется совместно с эрозионной, гравитационной и другими категориями морфоскульптуры, что создает переходные формы рельефа. Особенно сильно преобразуются аккумулятивные карстовые поверхности. Этим обстоятельством можно объяснить тот факт, что они не были замечены большинством карстоведов и геоморфологов.

Характерным переходным эрозионно-карстовым образованием являются долины на площадях развития растворимых пород, особенно суходолы (лога), что дало основание И. Рогличу выделить флювиокарст, развивающийся при взаимном влиянии флювиального и карстового процессов. Это нашло поддержку М. М. Свитинг (Sweeting, 1973), трактуемой флювиокарст настолько широко, что, по ее мнению, он включает элементы голого, задернованного и покрытого карста. Вероятно, этот термин может быть полезным для общей характеристики долин закарстованных территорий, где совместно развиваются эрозионные, гравитационные и карстовые формы, причем последние относительно разнообразны и встречаются наиболее часто.

ЛИТЕРАТУРА

- Вологодский Г. П. Карст Иркутского амфитеатра. М., «Наука», 1975.
Гвоздецкий Н. А. Карст. М., Географгиз, 1954.
Гвоздецкий Н. А. Вопросы типологии и классификации карста СССР. В сб. «Типы карста в СССР» («Тр. МОИП», т. XV). М., «Наука», 1965.
Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М., «Мысль», 1972.
Калесник С. В. (главн. ред.). Энциклопедический словарь географических терминов. М., «Сов. энциклопедия», 1968.
Колодяжная А. А. Агрессивность природных вод карстовых районов Европейской части СССР. М., «Наука», 1969.
Крубер А. А. Карстовая область Горного Крыма. М., 1915.
Лилиенберг Д. А. О «тропическом» карсте и некоторых палеогеоморфологических реконструкциях. «Геоморфология», № 1, 1977.
Максимович Г. А. Основы картоведения, т. I. Пермь, 1963.
Максимович Г. А., Енцов И. П. Нефтегазосность карбонатных коллекторов. В сб. «Гидрогеология и картоведение», вып. 3. Пермь, 1966.
Соколов Д. С. Основные условия развития карста. М., Госгеолтехиздат, 1962.
Хабидулина Ф. С., Вишневский П. В., Станкевич Е. Ф. и др. Некоторые методы изучения карста на месторождениях карбонатных пород СССР. М., ВИЭМС, 1974.
Цыкин Р. А. К познанию отложений карстовых депрессий Южной Сибири. В сб. «Вопросы геологии экзогенного минерального сырья Красноярского края». Красноярск, 1970.
Шукин И. С. Общая морфология суши, т. I. М.—Л.—Новосибирск, 1933, Гостоптехиздат.

- Цыкин Р. А., Цыкина Ж. Л. Карст восточной части Алтае-Саянской складчатой области. Новосибирск, 1978.
- Herak M., Stringfield V. T. Important Karst Region of the Northern Hemisphere. Elsevier Publ. C., 1972.
- Roglič J. The delimitation and morphological types of the Dinaric Karst. «Nase jame», Ljubliana, 1965.
- Sawicki L. Ein beitrage zum geographischen Zyklus im Karst. «Geogr. Z.», Ht 4, 5, 1909.
- Sweeting M. M. Karst landforms. London, Macmillan, 1973.

Красноярский институт
цветных металлов

Поступила в редакцию
26.I.1978

TYPISATION OF KARST TOPOGRAPHY

R. A. TSYKIN

Summary

The karst with naked surface of limestones is proved to result from degradation of the karst covered with vegetation. Within the limits of the latter besides sod cover loose deposits often can be found filling individual narrow wedge-like depressions. Covered karst is a type of karst topography which develops under loose mantle; the latter compensate for chemical erosion and determine formation of «karstogenous» aggradation surfaces. Buried karst is covered with thick series of younger deposits. «Armoured» karst develops under solid volcanic or unsoluble sedimentary rocks within zone of erosional cuts influence. There are also some transitional types between those discussed above, as well as fluvial-karstic forms.
