

РОЛЬ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В КАРСТООБРАЗОВАНИИ

Мусин А.Г., Губеева С.К.

ФГАОУ ВПО «Казанский федеральный университет», Казань, Россия, (420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18), e-mail: GluklichS@mail.ru

Влияние эрозии на карстовые процессы может быть как положительным, так и отрицательным. Умеренное развитие эрозии усиливает карстовые процессы, а интенсивное развитие ее (например, в горных областях) подавляет карст. Авторы доказывают, что для равнинно-платформенных территорий более характерен долинный карст, а для горных районов – приводораздельный карст. Положительную роль в карстообразовании играет и выветривание. Оно приводит к растрескиванию карстующихся пород и повышению их трещиноватости. Влияние суффозии прямо пропорционально карстовым процессам. Денудационные процессы, приводя к формированию поверхностей выравнивания и срезая на определенных уровнях различные по возрасту и составу слои горных пород, а также образованные ими тектонические структуры, определяют локализацию карста как в равнинно-платформенных, так и горно-складчатых областях.

Ключевые слова: карст, эрозия, выветривание, суффозия, поверхность выравнивания, склоновые процессы, тектонический режим.

ROLE OF RELIEF – FORMING PROCESSES IN KARST FORMATION

Musin A.G., Gubeeva S.K.

FSAEI HPE “Kazan Federal University”, 420008, Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan, 18 Kremlevskaya st., e-mail: GluklichS@mail.ru

This article considers the influence of erosion on karst processes that may be both positive and negative. Moderate erosion intensifies karst processes, as intensive erosion (for example, in mountain areas) quenches karst. The authors prove that valley karst is typical for platform – plain territories and karst by division of water is typical for mountain areas. In karst formation it is airing that plays a positive part resulting in water bursting of karsting rocks and increasing of their splits. The influence of suffosion is directly proportional to karst processes. Leading to the formation of surfaces of levelling and at certain levels cutting off differently aged and structured rock stratum and tectonic structures formed by them denudational processes define the localisation of karst in platform-plain areas as well as in mountain - plicate ones.

Key words: karst, erosion, airing, suffosion, surface of levelling, slope processes, tectonic regime.

Морфодинамические процессы оказывают значительное влияние на интенсивность карстообразования. При этом такое влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Так, например, анализируя роль эрозионных процессов в развитии карста, К.А. Горбунова [5] и Б.Н. Иванов, С.М. Зенгина [7] пришли к противоположным выводам. Исходя из того что глубина циркуляции карстовых вод в Пермской области зависит от расчлененности рельефа, К.А. Горбунова пришла к заключению о положительной роли последней. На основе изучения карста Горного Крыма Б.Н. Иванов и С.М. Зенгина пришли к иному выводу. По их мнению, интенсивность поверхностного закарстовывания находится в обратной зависимости от количественных показателей расчленения рельефа.

В результате сравнительного изучения карста средней части Высокого Заволжья и Северо-Восточного Кавказа нами установлено, что обе точки зрения правильны и отражают звенья одного цикла взаимосвязанных процессов. Если умеренное развитие эрозии приводит к усилению процессов карстообразования, то более интенсивное развитие эрозии и

эрозионно-денудационных процессов оказывает отрицательное влияние на карст. Это положение подтверждается приведенными ниже примерами.

Как известно, геоструктуры играют весьма важную роль в развитии карста. Об этом свидетельствует то, что карст на территориях Бугульминско-Белебеевской возвышенности и Предгорного Дагестана приурочен к положительным тектоническим структурам. Однако карстовые явления распространены не на всех геоструктурах, а только на тех, которые прорезаны речной и овражно-балочной сетью. Существует мнение, что интенсивное развитие карста отмечается только на крутых крыльях структур, поскольку породы здесь характеризуются наиболее интенсивной трещиноватостью. Результаты наших исследований показали, что данное положение не является универсальным. Так, в пределах Туймазинского вала наибольшее развитие карста отмечается на пологом северо-западном крыле. Это связано с созданием здесь более благоприятных геоморфологических и гидрогеологических условий благодаря примыканию к нему зоны разломов и долины р. Ик. Эрозионная деятельность речных вод является одной из основных причин приуроченности карста преимущественно к долинам рек. Следовательно, для развития карста ряда районов необходимо эрозионное расчленение территории.

Однако в горных районах эрозионные процессы настолько интенсивны, что они ослабляют или совсем подавляют карстовые процессы. По мнению М.В. Чуринова [16], в Горном Крыму наблюдаются участки, где эрозионные процессы в прошлом подавили карстовые, что вызвало значительную денудацию плато Яйлы, резкое ее расчленение и обеспечило сток атмосферных вод с поверхности на склоны гряды. К подобным же территориям можно отнести и Горный Дагестан, где, несмотря на широкое распространение карстующихся пород, карст развит сравнительно слабо. Причиной этого, по нашему мнению, являются и особенности комплекса физико-географических данных, обусловивших здесь наибольший на всем Кавказе эрозионно-денудационный срез (700 м) за четвертичное время. Он в 2 раза больше величины среза в Центральном Кавказе и в 5–7 раз превышает показатели эрозионно-денудационных процессов в бассейнах рр. Теберды, Малки, Баксана и Кубани [2]. Преобладание суммарной денудации с бассейна Каспийского моря над остальными районами Кавказа подтверждается также исследованиями Г.К. Габриеляна [3]. Если в бассейне Каспия она составляет 544 мкм в год, то на Кавказе в целом равна 204 мкм в год.

Из вышеизложенного вытекает, что при наличии в закарстованных районах показателей эрозионных процессов из них можно построить один возрастающий ряд, которому будет соответствовать два смежных ряда показателей карстовых процессов: первый – от самого низкого до максимального значения, т.е. возрастающий ряд, а второй

(последующий) – от максимального до самого низкого значения. Максимальное значение является общим членом для обоих рядов: конечным для первого и начальным для второго. Такое изменение соотношения эрозионных и карстовых процессов в пространстве позволяет предположить, что оно весьма сложно во времени и зависит прежде всего от тектонического режима территории.

Несомненно положительную роль в развитии карста играет выветривание. Хотя процессы, из которых складывается выветривание, могут быть физического, химического, физико-химического и биохимического характера и соотношения их меняются по мере изменения климатических условий, они в целом приводят к растрескиванию и увеличению трещиноватости пород, что в целом повышает интенсивность коррозии.

Весьма значительно влияние суффозии на карст. Известно, что проявление карста на поверхности во многих случаях связано с суффозионными процессами в некарстующейся покровной толще. Просасывание некарстующихся пород в карстовые трещины и поноры может привести к закупориванию последних и, таким образом, снижению интенсивности процессов карстообразования.

Изучение карста средней части Высокого Заволжья [10–12] подтверждает правильность выводов ряда исследователей о закономерном пространственном распространении карста в зависимости от геоморфологических особенностей территорий. Так, наибольшее количество карстовых форм здесь приурочено к речным долинам, а именно к первой и второй надпойменным террасам. Это связано, наряду с другими факторами, с созданием в речных долинах благоприятных геоморфологических и гидрогеологических условий в результате эрозионной деятельности речных вод. Долины рек Высокого Заволжья (долины Ика, Степного Зая, Мензелы и других) характеризуются хорошей разработанностью, за исключением их верховьев, где наблюдается V-образная форма долин. Последняя указывает на молодость рельефа. Абсолютные высоты в пределах долин небольшие и колеблются от 85 до 150 м. На склонах долин хорошо выражены структурно-эрозионные террасы. Особенно широко они представлены в зоне развития пород уфимского яруса. Кроме того, в долинах выделяется ряд аккумулятивных террас, количество которых достигает трех.

Образование уступа каждой террасы в период усиления поднятия местности происходило путем размыва непроницаемой или малопроницаемой покрывки над растворимыми породами. В периоды замедленного поднятия отлагались проницаемые и насыщенные пресными водами песчано-глинистые образования. Впоследствии воды этих аллювиальных отложений и нижележащих коренных пород образовали единый гидравлически связанный водоносный горизонт. Растворяющая способность и отчасти

механическая деятельность этих вод создали условия для образования поверхностных форм карста. Незначительное распространение или полное отсутствие поверхностного карста в пределах поймы следует объяснить сравнительной ее молодостью, где карст еще не успел проявить себя в виде поверхностных форм.

Меньше, чем в долинах рек, карстовые формы распространены на водораздельных пространствах и их склонах. Водораздельные массивы имеют плоскую поверхность с очень слабо выраженными террасовидными уступами и неясно выраженными всхолмлениями, с резким переломом рельефа между водоразделами и речными долинами. Здесь выделяется три поверхности выравнивания, к которым приурочен карст: низкая, средняя и верхняя. Низкая поверхность выравнивания имеет абсолютные отметки 140–160 м и распространена в виде более или менее широкой полосы вдоль долин рр. Ика и Степного Зая. Возраст ее до сих пор точно не установлен. Одними исследователями он датируется как верхнеплиоценовый [9], другими – как четвертичный [14]. В коллективных работах [13; 15] возраст низкой поверхности выравнивания рассматривается как плиоцен-четвертичный. С этой эрозионно-денудационной поверхностью связано развитие карста на правобережье р. Ик.

Средняя поверхность выравнивания прослеживается на абсолютных отметках 170–300 м. В определении ее возраста мнения исследователей расходятся. Одни считают, что ее образование относится к концу плиоцена – началу четвертичного периода [14; 15] а другие эту эрозионно-денудационную поверхность рассматривают как плиоценовую [13]. Эта поверхность выравнивания прослеживается на пониженных водоразделах и их склонах и несет на себе большое количество карстовых форм (окрестности сс. Муртыштамак, Кульметьево, Рангазар Сармановского района РТ). Карстовые формы рельефа находятся в более пониженных частях поверхности выравнивания или приурочены к склонам и днищам ложбин и балок.

Высокая поверхность выравнивания имеет абсолютные отметки 300 м и более. Возраст ее рассматривается как олигоцен-миоценовый [6; 9; 13; 14]. С этой поверхностью выравнивания связано развитие карстовых форм рельефа в районе с. Шкапово (Башкортостан).

Часть карстовых воронок расположена и на склонах высокого плато. Здесь они имеют небольшие размеры (в частности, небольшую глубину) и характеризуются в основном блюдцеобразной формой и формой западин.

Следовательно, для районов Высокого Заволжья наиболее характерен долинный карст.

Совершенно иная закономерность распространения карста присуща Северо-

Восточному Кавказу. Здесь, в условиях сравнительно интенсивного тектонического поднятия и быстрого врезания рек, происходят усиленные склоновые процессы, благодаря чему наибольшее развитие получил приводораздельный карст. Последний имеет закономерную приуроченность к поверхностям выравнивания.

В качестве примера может быть рассмотрен Горный Дагестан. Здесь наиболее широким распространением пользуется апшеронская поверхность выравнивания, которая описана в работах Л.А. Варданянца [1], В.Д. Голубятникова [4] и Д.А. Лилиенберга [8]. Ее остатки сохранились в Предгорном Дагестане в виде платообразных возвышенностей. Она срезает различные по возрасту горные породы от меловых до акчагыльских. Эта поверхность выравнивания представляет собой полигенетическое образование. В горной части она имеет эрозионно-денудационное происхождение, в низкогорной же области, примыкающей к передовому прогибу, представляет аллювиальные и пролювиальные равнины. В остальной части низкогорий апшеронская поверхность выравнивания является пологой эрозионно-аккумулятивной равниной, переходящей к востоку в абразионно-аккумулятивную морскую равнину [8]. Карстовые явления развиты в эрозионно-аккумулятивной и эрозионно-денудационных частях низкогорий, т.е. апшеронского уровня денудации.

С описанной поверхностью выравнивания связаны Карабудахкентские, Хустильская, Мургукская горизонтальные карстовые пещеры, которые расположены на 24-45 м ниже бровки склонов. В 5 км юго-западнее с. Мугри Сергокалинского района находятся пять небольших пещер. Они приурочены к обрывистому склону следующей поверхности выравнивания, возвышающейся над апшеронской примерно на 200–300 м. Примечательно здесь то, что эти пещеры расположены на 25–45 м ниже бровки склона. Карстовые формы имеются также на Хунзахском, Турчидагском, Аракмеэрском, Кулимеэрском, Бетлинском, Кегерском и других плато, которые представляют не что иное, как островки древних поверхностей выравнивания, расчлененных поздней эрозией. Поскольку они находятся выше апшеронской поверхности и ниже верхнемиоценовой, каковой являются выровненные поверхности, встречаемые в гребневой зоне Бокового и частично Главного хребтов на высотах 4000–4500 м, то их возраст определяется как плиоценовый [8].

Такая же связь уровней горизонтального развития пещер с поверхностями выравнивания была установлена в результате изучения двух карстовых районов Трансвааля [18].

Очевидно, что формирование эрозионно-денудационных поверхностей выравнивания в районах развития карбонатных пород сопровождается возникновением поверхностных и подземных карстовых форм. Поэтому эти разные геоморфологические образования, по нашему мнению, имеют одинаковый возраст.

Вышеизложенное показывает, что поверхности выравнивания играют значительную роль в развитии карста. На это указывал еще И.С. Щукин [17], хотя его вывод о значении пенепленов равнинного типа, проявляющемся якобы в создании благоприятных условий для трансформации поверхностных вод в подземные, нельзя считать правильным. Эрозионно-денудационные поверхности срезают на определенных уровнях различные по возрасту и составу слои горных пород, а также образованные ими тектонические структуры. При формировании поверхностей выравнивания наибольшее количество некарстующихся пород сносится с тектонически приподнятых участков. В результате на платформенных равнинах карстующиеся отложения залегают более близко к дневной поверхности в пределах положительных тектонических структур. Все же основная роль поверхности выравнивания сводится к тому, что она представляет собой необходимый для заложения и развития карста относительно устойчивый участок суши.

Таким образом, роль рельефообразующих процессов в образовании карста отмечается как на равнинно-платформенных, так и в горно-складчатых областях. Современные карстовые формы приурочены к тем участкам земной поверхности, где были созданы оптимальные геоморфологические и гидрогеологические условия для их образования и сохранения.

Список литературы

1. Варданянц Л.А. Материалы по геоморфологии Большого Кавказа. Ч. II // Известия Государств. Географ. об-ва. – 1933. – Т. 15. – Вып. 3. – С. 187-211.
2. Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. – М. : Высшая школа, 1968. – 368 с.
3. Габриелян Г.К. Интенсивность денудации на Кавказе // Геоморфология. – 1971. – № 1. – С. 22-27.
4. Голубятников В.Д. Геология и полезные ископаемые третичных отложений Дагестана. – Л. ; М. : Госгеолиздат, 1940. – 220 с.
5. Горбунова К.А. Типы карста и факторы карстообразования на примере карстовых районов Пермской области // Записки Пермск. отд. Географ. об-ва СССР. – 1960. – № 1. – С. 25-45.
6. Дедков А.П. К генезису ступенчатого рельефа Заволжья // Известия Всесоюз. Географ. об-ва. – 1960. – Т. 92. – Вып. 2. – С. 167-173.
7. Иванов Б.Н., Зенгина С.М. Применение морфометрического анализа к изучению современных физико-географических процессов (на примере Горного Крыма) // Вопросы морфометрии. – Саратов, 1967. – Вып. 2. – С. 335-343.

8. Лилиенберг Д.А. Некоторые вопросы геоморфологии, четвертичной геологии и неотектоники Дагестана // Материалы Всесоюз. совещ. по изучению четвертичного периода. – М., 1961. – Т. 2. – С. 472-482.
9. Мещеряков Ю.А. Полигенетические поверхности выравнивания юго-востока Русской равнины и их значение для анализа неотектоники // Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала. – Уфа, 1960. – С. 23-41.
10. Мусин А.Г. Карст Бугульминско-Белебеевской возвышенности : автореф. дис. ... канд. географ. наук : 11.00.01. – Казань, 1966.
11. Мусин А.Г. Некоторые закономерности развития поверхностного карста Бугульминско-Белебеевской возвышенности // Географический сборник. – Казань, 1967. – Вып. 2. – С. 30-37.
12. Мусин А.Г. Взаимосвязь карста с рельефом на примере Бугульминско-Белебеевской возвышенности // Вестник Московск. ун-та. География. – 1969. – № 6. – С. 97-98.
13. Принципы составления и содержание геоморфологической карты Татарской АССР / Ю.В. Бабанов, У.З. Галиев, А.П. Дедков и др. // Учёные зап. Казанск. ун-та. – 1964. – Т. 124. – Кн. 4. – С. 3-15.
14. Рождественский А.П. О геоморфологии и новейшей тектонике юго-западной части Башкирии // Вопросы геол. вост. окраины Русской платформы Южного Урала. – Уфа, 1958. – Вып. 1. – С. 98-118.
15. Физико-географическое районирование Башкирской АССР / под ред. И.П. Кадельникова и др. – Уфа, 1964. – 210 с.
16. Чуринов М.В. Новые данные о карсте Горного Крыма // Тезисы докл. на научн. совещ. по изучению карста. – М., 1956. – Вып. 10. – С. 4-7.
17. Щукин И.С. Общая морфология суши : учеб. для гос. ун-тов. – М. ; Л. ; Новосибирск : ОНТИ, 1933. – Т. 1. – 366 с.
18. Marker M.E., Moon B.P. Cave levels and erosion surfaces in the Transvaal, South Africa // S.Afr.Geogr.j. – 1969. – 51. – P. 106-113.

Рецензенты

Сироткин В.В., доктор географических наук, профессор Казанского федерального университета, заведующий кафедрой географии и картографии, г. Казань.

Торсуев Н.П., доктор географических наук, профессор кафедры ландшафтной экологии Казанского федерального университета, г. Казань.