

ЛИТЕРАТУРА

- Богданович К. Н., Карп Н. М. и др. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня 22 декабря 1910 года (4 января 1911 года). Тр. Геол. комитета. Новая серия, вып. 89. Пг., 1914.
- Горшков Г. П. Землетрясения на территории Советского Союза. М., Географиз, 1949.
- Горичев А. В. Мезозойско-кайнозойская структура, история тектонического развития и сейсмичность озера Иссык-Куль. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Мушкетов И. В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 года. Тр. Геол. Комитета, т. 10, № 1. СПб., 1890.

Изв. АН СССР, Сер. географ., 14, 1962

С. В. ЛЮТЦАУ

ПРИЧИНЫ ОТДЕЛЕНИЯ ОСТАНЦОВ ОТ КУЭСТ И МЕХАНИЗМ ЭТОГО ЯВЛЕНИЯ

Судя по наблюдениям в районе Второй гряды Крымских гор, куэстовые останцы бывают по крайней мере двух типов. Одни из них представляют собой асимметричные возвышенности, как бы отрезанные от куэстовой гряды поперечными долинами. В плане они имеют вид треугольников или трапеций. Другие являются столовыми вершинами, наклонная поверхность которых совпадает с поверхностью образующих ее плотных

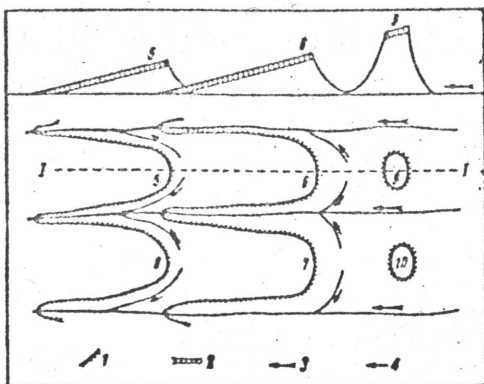


Рис. 1. Куэста, разделенная на массивы (чешуи) и останцы: 1 — крутые склоны куэстных массивов и останцов; 2 — пересекающая плоскость; 3 — направление течения основных рек; 4 — направление течения субкуэстных рек; А, Б — куэстовые массивы; 9, 10 — куэстовые останцы; 1-1 — линия профиля

горных пород, падающих обычно под тем же углом и в том же направлении (рис. 1). Именно эти последние формы и следует называть куэстовыми останцами. Асимметричные же возвышенности, представляющие собой по существу отдельные звенья единой куэстовой цепи, следует именовать куэстовыми массивами или чешуями.

Пологий структурный склон¹ куэстового массива является сплош-

¹ Под структурным склоном мы понимаем те же поверхности, падение которых по существу и направлению совпадает с падением смежных или горных пород.



Рис. 2. Схема расположения куэст в останцов:

1 — бронированная поверхность датской куэсты; 2 — бронированная поверхность волжской куэсты; 3 — днища долин; 4 — древний город Чифут-Кале

ным. Его поверхность, падая в соответствии с общим наклоном пластов, в конце концов погружается под более молодые породы.

В настоящей статье речь будет идти лишь о куэстовых останцах, поскольку вопрос о происхождении куэстовых массивов, по-видимому, ни у кого сомнения не вызывает.

Останцы куэст наблюдались нами в районе Второй гряды Крымских гор на междуречье двух консеквентных рек — Бодрака и Качи (рис. 2).

Вторая гряда Крымских гор состоит здесь, по существу, из двух куэст, как бы насаженных друг на друга. К юго-востоку от них имеется еще несколько менее четко выраженных гряд — так называемых небро-

пиролитических куэст. Все куэсты обращены своими пологими структурными склонами на запад и северо-запад, в соответствии с падением горных пород. Крутые склоны падают соответственно на восток и юго-восток.

Поверхность крайней северо-западной гряды бронирована нуммулитовыми известняками эоцена, под которыми залегают слабо сопротивляющиеся размыву глины эоцена и мергели палеоцена. В дальнейшем мы будем называть эту куэсту эоценовой.

К юго-востоку от нее следует другая куэстовая гряда, бронированная плотными верхнемеловыми (датскими) известняками (в дальнейшем мы будем называть ее датской куэстой). В основании она сложена мощной толщей легко размываемых пород сенона, среди которых преобладают мергели.

На севере данного участка на междуручье Бодрака и Альмы обе куэсты постепенно сближаются друг с другом и в конце концов сливаются в единую куэстовую гряду, что связано с постепенным выклиниванием в этом направлении пород палеоцена. Наоборот, в южном направлении эти гряды все более и более резко обособляются друг от друга, что связано с увеличением мощности легко размываемых пород палеоцена, залегающих между стойкими бронированными пластами известняков эоцена и датского яруса.

Именно в этом районе и наблюдается отделение от датской куэсты многочисленных останцов. К числу их принадлежат гора Тепе-Кермен и возвышенность Беи-Кош. Кроме того, в ряде мест поперечными, продольными и диссоциальными долинами от датской куэсты почти целиком отделены такие плосковерхие возвышенности, как Хыс-Хулен-Бурун, Чуфут-Кале, Яных-Сырг и др. Перешейки, соединяющие их поверхности с остальным массивом куэсты, во много раз уже, чем их бронированные вершины. Так, например, плоская вершина возвышенности Яных-Сырг достигает в ширину 1000 м, а перешеек, отделяющий ее от поверхности датской куэсты, имеет всего 110 м ширину.

Глубокие долины, разделяющие останцы, образуют в плане характерные коленчатые изгибы. На одних участках они следуют по простиранию пород, на других — по падению, а на третьих — заложены под некоторым острым углом к направлению падения.

Все останцы сверху сложены плотными датскими известняками, образующими отвесные обрывы высотой до 20—40 м. В стародавние времена это обстоятельство было использовано для устройства недоступных для врагов крепостей, остатки которых до сих пор сохранились на вершинах останцов. Лучше всего сохранился древний город на вершине Чуфут-Кале.

Изучая рельеф данного района, убеждаешься в том, что останцы находятся на разных стадиях своего развития. Можно наблюдать участки куэсты, процесс отделения которых от гряды еще только намечается (возвышенность к югу от с. Глубокий Яр). В других местах от куэсты уже отделились возвышенности, соединенные еще, однако, с ней узким, 50—100-метровым перешейком (гора Хыс-Хулен-Бурун). Такие формы можно именовать полуостанцами. Имеются, наконец, останцы, совершенно отделившиеся от куэстовой гряды, но еще сохранившиеся на вершине бронированный пласт (гора Тепе-Кермен). К востоку от датской куэсты наблюдается много куполовидных холмов и гряд, совершенно лишенных бронированного покрова. Они намного ниже бронированных останцов и внешне мало сходны с ними. По-видимому, после уничтожения бронированного вершину пласта разрушение останцов идет очень быстро, благодаря чему они сильно снижаются, утрачивая при этом форму, характерную для куэстовых останцов. Таково, очевидно, происхождение грядообразной возвышенности, протянувшейся от горы Тепе-Кермен к северу, где она соединяется с горой Чуфут-Кале. Не может быть никакого сомнения в том, что ранее здесь проходила пере-

мизка, соединявшая поверхности гор Чуфут-Кале и Тепе-Кермен. После уничтожения бронирующего пласта перемычка эта была разрушена и снизилась на 130 м. Таким образом, намечается четкий генетический ряд форм: куэстовый массив — полуостанец — бронированный останец — куполовидная вершина.

Очевидно, разрушение куэсты в данном районе осуществляется путем ее расчленения и отделения от нее останцов, а не путем отступления крутого склона куэсты параллельно самому себе. Последний процесс имеет место на севере данного района, в бассейне р. Бодрак, где датская и эоценовая куэсты сближаются друг с другом, отличаясь большей монолитностью.

Значительная мощность легкоразрушаемых палеоценовых пород на юге способствовала, по видимому, более энергичному, чем на севере, разрушению и отступанию на запад уступа эоценовой куэсты. В связи с этим пласт датских известняков на юге был отпрепарирован на большую ширину, чем на севере, и здесь образовался более длинный склон датской куэсты. На севере длина его, считая по падению, всего 25—30 м, а то время как к югу протяженность пологого склона датской куэсты постепенно увеличивается до километра.

Естественно, что длинный склон собирает на своей поверхности больше атмосферных осадков, чем склон короткий. Во время дождей на длинных склонах возникают мощные потоки, которые по достижении отвесного края куэстового массива низвергаются в имеющиеся там трещины, постепенно расширяя и углубляя их. Так образовались, вероятно, первые долины, которые в дальнейшем путем регрессивной эрозии расчленили куэстовый массив на отдельные останцы и полуостанцы.

На севере высота гребня датской куэсты имеет всего 390—400 м над ур. моря, увеличиваясь на юге до 500—600 м. На севере гребень этой куэсты возвышается над дном консеквентной долины р. Бодрак на 100 м, а на юге тот же гребень возвышается над дном консеквентной долины р. Качи на 170 м. Это обстоятельство не могло не вызвать энергичное презание притоков Качи, расчленивших куэсту на останцы.

В образовании останцов некоторую роль играет также величина наклona пологого структурного склона куэсты. Наблюдения показывают, что при очень крутых углах падения структурных склонов останцы от куэст никогда не отчлениются. Это объясняется невозможностью заложения на крутых бронированных склонах продольных долин, с ростом которых связано отчленение куэстовых останцов.

При крутом падении структурных куэстовых поверхностей они собирают меньше атмосферных осадков, поскольку горизонтальная проекция их склона будет меньше. По крутым склонам вода быстро стекает в субсеквентные долины, где водотоки интенсивно врезаются в залегающие там мягкие породы. Это приводит как бы к «соскальзыванию» водотока по кровле бронирующего пласта в сторону его падения, результатом чего является отступание крутого склона куэсты параллельно самому себе. Если же структурная поверхность куэсты падает полого, то «соскальзывание» водотока по ней совершается медленно. В таких условиях водоток, длительное время воздействуя на бронирующий пласт в одном и том же месте, может в конце концов врезаться в него, используя наиболее податливые к размыву участки. Поскольку на юге нашего района датские известняки падают более полого (12°), чем на севере (14°), возможно, что это обстоятельство явилось дополнительным фактором, благоприятствующим образованию на юге куэстовых останцов.

В итоге механизм отделения от куэст останцов рисуется нам в следующем виде.

Атмосферные осадки, выпадающие на поверхность структурного склона куэсты, стекают по кровле бронирующего пласта, концентрируясь в межрядовой субсеквентной долине между данной куэстой и

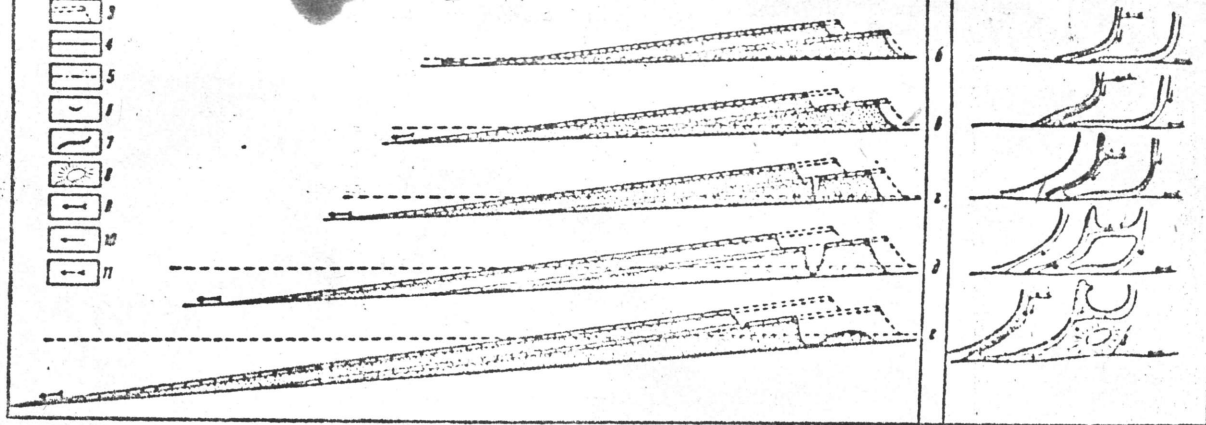


Рис. 3. Схема процесса отделения от куэсты останцов:

1 — поперечные разрезы куэст и останцов; 2 — стадии процесса; 3 — схема расположения куэст в плане; 4 — стойкие (блокирующие) пласты горных пород; 5 — податливые пласты горных пород; 6 — выделение куэст в начальной стадии (а); 7 — выделение куэст в начальной стадии (б); 8 — продольный профиль консеквентной долины; 9 — выделение продольного профиля консеквентной долины в начальной стадии (а); 10 — русло субсеквентных долин; 11 — гребни куэст в отвесные склоны долины и останцов; 12 — конусовидная вершина; 13 — направление течения консеквентных рек; 14 — направление течения субсеквентных рек; 15 — направление течения параллельных рек

следующей за ней грядой (рис. 3, а). В субсеквентной долине образуется водоток, который, начиная размывать породы, залегающие в основании крутого склона следующей куэсты, вызывает его отступление параллельно самому себе (рис. 3, б). По мере развития этого процесса гребни двух смежных куэстовых гряд постепенно отодвигаются друг от друга, а поверхность структурного склона куэсты увеличивает свою площадь. В связи с этим на ней собирается во время дождей больше воды, которая, стекая в субсеквентную долину, образует там более мощный поток.

При дальнейшем увеличении площади структурной поверхности куэсты на ней закладываются слабо врезанные ресеквентные водотоки, а мощность субсеквентного водотока продолжает расти. Если ранее он был способен размывать только податливый пласт, то с определенного момента начинает эродировать и нижележащий стойкий бронирующий пласт. Последний редко бывает совершенно однородным по своей сопротивляемости процессам размыва. Обычно у него имеются стойкие и податливые (иногда трещиноватые) участки. Когда субсеквентный водоток, смещаясь по кровле бронирующего пласта, встречает в последнем более податливый к размыву участок, он врезается в бронирующий пласт. С этого момента начинается отделение останца от куэсты (рис. 3, в).

Врезание субсеквентного водотока в бронирующий пласт начинается обычно вблизи его устья, где он имеет наибольшую водность и значительный уклон. После того как бронирующий пласт оказывается полностью прорезанным и водоток достигает нижележащих податливых пород, дальнейшее врезание идет особенно быстро и распространяется вверх по течению субсеквентной долины путем регрессивной эрозии. Со временем молодой врез достигает ресеквентного притока и распространяется в него. В результате этого образовавшийся полуостанец расчленяется на две части, которые со временем превращаются в самостоятельные останцы (рис. 3, г и 3, д).

Пока идет этот процесс, крутой склон следующей куэсты продолжает отступать параллельно самому себе. В результате под крутым склоном куэсты возникает новая структурная площадка, на которой со временем закладывается новый субсеквентный водоток (рис. 3, д), и через какой-то промежуток времени от куэсты отделяется тем же способом новый останец, а ранее образовавшийся теряет к этому времени свой бронирующий пласт и превращается в куполовидную вершину (рис. 3, е).

Таков механизм образования куэстовых останцов, все стадии которого отчетливо выражены на данном участке Второй гряды Крымских гор. Описанный процесс не может развиваться бесконечно. Как видно из рисунков (рис. 3, д и 3, е), днище каждой вновь заложившейся после отделения останца субсеквентной долины всегда лежит ниже (над днищем консеквентной долины), чем днище субсеквентной долины, уже отделившей останец. В связи с этим каждый новый субсеквентный водоток не может врезаться столь интенсивно, как предыдущий, и вероятность того, что он отделит от куэсты новый останец, уменьшается. Поэтому после отделения от куэсты одного-двух останцов процесс ее расчленения замирает. Он может возобновиться при тектоническом поднятии территории, которое вызовет углубление консеквентных долин. Большие относительные и абсолютные высоты южной части нашего района свидетельствуют о недавних поднятиях, способствовавших расчленению куэст на останцы. В связи с этим наличие куэстовых останцов может рассматриваться как один из признаков новейших тектонических движений положительного знака. Поэтому куэстовые останцы не следует смешивать с куэстовыми массивами, образование которых протекает иным путем и под влиянием других факторов.

Московский Государственный университет
им. М. В. Ломоносова
Географический факультет