

Г. Н. ПШЕНИН

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЯД ЛИНЕЙНЫХ КОРРАЗИОННЫХ ФОРМ СКАЛЬНОГО РЕЛЬЕФА ГОРНОЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Несмотря на широкое развитие скального рельефа во всех горных странах, в том числе в пределах горной Средней Азии, вопросы его формирования до сих пор слабо освещены в геоморфологической литературе. Это сказывается в отсутствии как специальной терминологии, так и детальных характеристик наиболее интересных форм и групп форм скального рельефа среднегорья. Скальный рельеф высокогорного (альпийского) яруса изучен несколько лучше. Уточним определения некоторых основных понятий — «скальный рельеф» и «корразия».

Скальным мы называем рельеф, развивающийся на почти полностью обнаженных и лишенных рыхлого покрова и растительности склонах крутизной более 30—35°, сложенных плотными горными породами с отчетливо выраженной трещиноватостью и крупноглыбовой отдельностью. Характеризуется острыми, рваными формами гребней и водоразделов, крутопадающими денудационными врезами и весьма труднодоступен. Господствующий денудационный агент — гравитационная денудация или корразия.

Под корразией мы, согласно В. Пенку (1961) и И. С. Щукину (1933), понимаем денудационный эффект перемещения крупнообломочных масс (коллювия), осуществляемого только силой тяжести, без участия промежуточных агентов типа ветра, воды или льда. Данная статья посвящена генетической характеристике линейных корразионных форм.

Основная часть скального рельефа среднегорного яруса Тянь-Шаня и Памиро-Алая развита на плотных массивных известняках, реже на гранито-гнейсовых и песчаниково-конгломератовых породах. Для них характерна хорошо выраженная первичная трещиноватость — тектонические трещины, трещины отдельности, гравитационные трещины (расседания, отседания, бортового отпора). Для нас наиболее важны открытые, зияющие трещины.

Рассеянный коллювий верхних частей скальных склонов, перемещаясь вниз, либо группируется в небольшие неустойчивые скопления, которые мы назовем осыпями верхнего яруса скального рельефа, либо попадает в открытые трещины, направление которых близко совпадает с направлением падения склона; они служат путями транзита рассеянного коллювия. Наклонные трещины небольшого размера мы назовем *скальными щелями*. Небольшие трещины крутого или практически вертикального падения назовем *каминами*. Термины заимствованы из специальной литературы по альпинизму и высокогорным исследованиям.

Щели и каминны вследствие большой крутизны обычно полностью свободны от обломков. Иногда в них встречаются застрявшие глыбы, диаметр которых превышает ширину щели и каминна. На боковых стенках обычны выбоины, сколы, резкие глубокие царапины — следы ударов отдельных обломков или камнепадов. Скальные щели, как правило, характеризуются профилями, близкими к V-образным, реже прямоугольного сечения. Для каминнов обычны поперечные профили V-образного, прямоугольного и полузамкнутого трубообразного очертания (таблица).

Щели и каминны встречаются на всех скальных склонах и обрывах, но нередко и на сглаженных, относительно пологих скальных поверхностях.

Являясь основными формами, концентрирующими и транспортирующими рассеянный коллювий скальных склонов, щели и каминны представляют собой аналоги первичных (элементарных) флювиально-эрозионных форм типа эрозионных промоин. Но их нельзя отнести к чисто коррази-

Основные морфологические признаки генетического ряда корразионных форм скального рельефа среднегорья

Форма	Длина	Ширина	Угол падения	Мощность коллювия	Характеристика поверхности днища	Продольный профиль	Графическая характеристика поперечного профиля	Морфологическая характеристика бассейна и источника питания
Скальные кулуары и камнепады	1—10 м, реже >10 м	0,1—1 м, реже >1 м	От 30° до почти вертикального	Коллювиальные отложения практически отсутствуют	Неровная открытая скальная поверхность	Близок к прямолинейному, обычно резкие переломы		Случайные камнепады, рассеянные обломки с открытой скальной поверхностью
Скальные кулуары	Первые десятки м. Редко >100 м	1—5 м, реже до 10 м	30° ± 3°	От 0 до 1 м, реже >1 м	Неустойчивая поверхность чередуется с участками открытого скального ложа	Прямолинейный, переломы сглажены, встречаются редко		Серия щелей и камин. Рассеянные обломки, камнепады, обвалы, осыпи верхнего яруса скального рельефа, тектонически раздробленные породы
Корразионные трог	Сотни м, реже до 1 км	5—30 м, реже до 50 м	25° ± 4°	2—10 м, реже до 15 м	В целом устойчивая коллювиальная поверхность, местами полосы подвижного коллювия. Выходы открытого ложа практически отсутствуют	Прямолинейный, в нижней части слабо-вогнутый		Серии скальных щелей, камин, кулуаров, обвалов, осыпей в верхней части склона разветвленную систему борозд и гребней. Коллювий кулуаров, осыпей верхнего яруса скального рельефа, обвалы, камнепады, рассеянный коллювий
Корразионные долины	1—1,5 км, реже до 3 км	50—100 м, редко >100 м	18° ± 5°	10—15 м, иногда до 25 м	Устойчивая коллювиальная поверхность, редкие пятна неустойчивого коллювия наблюдаются при впадении боковых скальных кулуаров, щелей, камин. На отдельных участках, обогащенных мелкоземом, развивается первичная задернованность, кустарники. Выходы открытого скального ложа полностью отсутствуют	Слабовогнутый		Системы скальных кулуаров, щелей, камин, иногда слияние нескольких корразионных трогов, различные типы осыпей, обвалы, камнепады, рассеянный коллювий

онным формам, поскольку их очертания обусловлены зияющими трещинами, а корразионная обработка очень незначительна; преобладает ударная коррозия пролетающими обломками и камнепадами.

Гораздо большее значение имеет линейная коррозия для формирования *скальных кулуаров*, лоткообразных крутопадающих узких ложбин. Они имеют прямолинейные или слегка угловатые очертания и отчетливо выделяются на скальных склонах. Светлый тон днищ скальных кулуаров объясняется обильно покрывающим их ложе и стенки пылеватым материалом, образующимся при соударении обломков. Сходные формы скального рельефа альпийского яруса известны под названием лавинных лотков и лавинных рытвин (Тушинский, 1957).

Скальные кулуары также развиваются по крупным открытым трещинам. Часто наиболее крупная трещина или разрыв, сопровождающиеся сериями более мелких оперяющих трещин, преобразуются линейной коррозией в скальный кулуар и серию примыкающих щелей и каминов. Последние являются путями транзита коллювия, выполняющего кулуар.

Коллювиальные скопления днищ скальных кулуаров характеризуются общей высокой подвижностью, и неустойчивой поверхностью. Участки днища, выполненные коллювием, чередуются со сглаженными выходами открытого скального ложа. Дно и борта покрыты продолговатыми выбоинами, штрихами и царапинами, что свидетельствует об углублении кулуаров за счет ударной коррозии обломками, так и шлифовки подвижными массами неустойчивого сползающего коллювия.

Чисто корразионная обработка днищ скальных кулуаров — внесезонный, постоянно действующий фактор их врезания. Кроме того, существенное значение имеют сезонные факторы: водно-лавинная и селевая эрозия.

Скальные кулуары имеют отчетливо выдержанный почти по всей длине V-образный или лоткообразный поперечный профиль с крутыми бортами. Продольные профили кулуаров, если исключить небольшие переделы, связанные с выходами особо стойких пластов или с поперечными тектоническими сколами, практически прямолинейны (отметим, что мы рассматриваем лишь денудационную часть кулуаров). Углы падения продольных профилей скальных кулуаров близки к критическому углу равновесия осыпных склонов (не менее $27-28^\circ$ и весьма редко более $32-33^\circ$). Этим объясняется высокая подвижность коллювия скальных кулуаров и его способность к энергичной коррозии скального ложа.

Щели, камины и скальные кулуары представляют собой элементарные корразионные формы. Это наиболее активно развивающиеся и наиболее молодые (исходные) члены генетического ряда линейных корразионных форм. Как элементарные флювиально-эрозионные формы горных склонов — промоины, рытвины — группируются в водосборных воронках в формы более высокого ранга — долины горных ручьев, так и элементарные формы линейной корразии — скальные щели, камины, кулуары, объединяясь, дают начало более зрелым и крупным линейно-корразионным формам, именуемым здесь *корразионными трогами* (рис. 1).

Корразионные трогы представляют собой длинные, но довольно узкие ложбины, ограниченные крутыми почти отвесными бортами и выполненные мощным крупноглыбовым коллювием. Пространственное положение трогов предопределено наличием легко коррадируемых тектонически раздробленных пород по разломам и зонам тектонической трещиноватости.

Мощности коллювиальных отложений корразионных трогов довольно велики — до 10 м, иногда и более. Поверхность коллювия наклонена под углом от $21-22$ до $27-29^\circ$. Коллювий вполне устойчив, относительно подвижен лишь приповерхностный горизонт мощностью 0,5—1,0 м. Очень подвижны отдельные полосы поверхности коллювия на крутых перегибах продольного профиля.

Основная масса коллювия, выполняющего корразионные тропы, вследствие большой мощности характеризуется значительным внутренним сцеплением и общей малоподвижностью. Тем не менее стенки корразионных тропов несут явные следы выскабливающего действия массы обломков. Очевидно, общая масса коллювия продолжает двигаться и корразировать ложе и борты трога.

В развитии корразионных тропов главную роль играют массовые подвижки коллювия. Эти медленные смещения имеют много общих черт с



Рис. 1. Типичный скальный массив, расчлененный корразионными трогами и корразионными долинами.
Г. Койджулы (Восточный Алай)

массовыми движениями рыхлых отложений на склонах (дефлюкция, десерпций, крип). Определенное сходство медленные смещения коллювиальных масс имеют с движениями материала курумов и каменных глетчеров (Иверонова, 1950).

Движения коллювия, очевидно, вызываются главным образом температурными изменениями объема обломков, а также сейсмическим встряхиванием. Некоторую роль играет также энергия ударов крупных глыб (камнепадов, лавин). Кроме того, происходят внутренние относительные перемещения обломков, в результате вымывания мелких частиц просачивающимися поверхностными водами и раздавливания менее плотных обломков общим весом массы коллювия.

Внутреннее сцепление обломков обеспечивает подвижки всей коллювиальной массы как единого, внутренне пластичного тела. Динамика коллювия корразионного трога сходна с внутренней динамикой ледника. Так как давление обломочных масс распределяется равномерно по периметру поперечника корразионного трога, последний приобретает округлый U-образный поперечный профиль. Сходство динамики основного агента выскабливания (коллювиальной массы и ледникового тела) и морфологическое сходство ледниковых и корразионных тропов и послужило основанием для наименования последних.

Заметим, что как в ледниковых трогах часто наблюдается подледниковая эрозия талыми водами, так и в корразионных трогах имеет место ослабленная водно-химическая эрозия просачивающимися поверхностными водами. Эта влага, кроме того, постепенно перераспределяет мелкий хрящевато-алевритовый материал, снося его в нижние горизонты коллювиальной толщи.

После сильных сейсмических толчков, а также после крупных разработок коллювия на щебень или заполнитель для бетона при крупном строительстве можно наблюдать пустые ложа корразионных тропов. По-

добные наблюдения производились нами в районе строительства Токтогульской ГЭС на р. Нарын, а также по долинам рек Исфайрамсай, Акбура, Куршаб (Гульча).

Бросается в глаза сглаженность днищ корразионных трогов. Поверхность покрыта параллельными или косо перекрещивающимися штрихами, царапинами, бороздами. Изредка встречаются крупные выбоины с нешлифованными бортами, достигающие глубины в 0,5—1 м. Выбоины образовались, по-видимому, при выламывании из дна трога крупных глыб под напором сползающей коллювиальной массы. В корразионном трогое можно выделить бассейн питания, собственно трог и зону разгрузки.



Рис. 2. Северный склон хр. Ярунгуз (Алай).
Системы корразионных трогов, сливающихся в корразионные долины

ки. Бассейн питания представляет собой систему скальных кулуаров, каминнов, щелей, осыпей верхнего яруса скального рельефа, разделенных невысокими скальными гребнями руинного облика. В отличие от ледниковых цирков и каров, бассейны питания корразионных трогов не образуют замкнутых амфитеатров, ограниченных крутыми склонами. Углубление скальных склонов к корразионным трогам постепенное.

Собственно трог, кроме характерного U-образного поперечного профиля, отличается крутыми, часто отвесными бортами. Боковые откосы иногда прерываются щелями, каминнами, кулуарами, структурными ступенями. В нижней части бортов, над уровнем коллювиальной поверхности прослеживается светлая полоса, покрытая штрихами и царапинами. Сама поверхность в поперечнике слабо выпуклая.

В зонах разгрузки материала наблюдается либо крупный коллювиальный конус, либо обширный коллювиальный развал. Конуса и развалы часто бывают подрезаны речной эрозией.

Морфологически наиболее выразительны корразионные трог склонов крупнейших antecedentных ущелий в долинах рек Нарын, Майдантал, верхняя Кашкадарья, Сох, Исфайрамсай и др. Они типичны и для фронтальных (лобовых) частей надвиговых глыб, где длина трогов достигает 1 км (южный склон массива Баубашата, г. Осмонтала в Западном Гиссаре, хребты Катран, Гаузан и Андыгентау на северном склоне Туркестано-Алайской горной системы).

Наиболее характерные признаки корразионных долин — ящикообразный или коробобразный поперечный профиль и полностью стабилизированная поверхность выполняющего коллювия, отдельные участки которой задернованы и даже поросли кустарником (рис. 2).

В целом эти формы имеют наиболее малые (около 20°) углы падения, хорошо развитый бассейн, напоминающий бассейн нормальной эрозионной долины. Большое сходство с амфитеатрами в верховьях горных рек имеют и бассейны питания.

Корразионные долины, подобно корразионным трогам, разделяются на три части: бассейн питания, собственно корразионную долину и зону разгрузки. Бассейны питания представляют собой систему многочисленных скальных кулуаров, щелей и каминнов, разделенных сглаженными и

относительно выположенными скальными склонами. Гребневидные водоразделы практически отсутствуют. Бассейн питания замыкается крутым сильно расчлененным скальным откосом, что еще больше напоминает крупную эрозионную водосборную воронку.

В редких случаях корразионные долины начинаются в гигантских обвальных цирках, окаймленных скальными обрывами высотой до 150—200 м и выполненными обвальными массами, отток которых осуществляется через корразионную долину. Автору пришлось наблюдать лишь несколько таких цирков — в хребтах Ярунгуз, Кызкурган (северный Алай) в Ферганском хребте (г. Ангerek) и в бассейне р. Майхура в Гиссаре.

Развитие корразионной долины осуществляется целиком за счет очень медленных подвижек единой коллювиальной массы. Огромная мощность коллювия и сравнительно малый уклон продольного профиля обуславливают полную неподвижность придонного слоя коллювия. Вследствие большого веса вышележащих обломочных масс здесь существует сильнейшее взаимное сцепление обломков между собой и со скальным ложем.

Кроме того, придонный коллювиальный слой корразионных долин цементируется хрящевато-алевритовым материалом и карбонатами, приносимыми из верхних горизонтов коллювиальной толщи просачивающимися водами. Заметим, что остатки сцементированных глыбово-щебнистых брекчий, некогда бывших частью придонного слоя коллювиальных толщ корразионных долин часто описывались, например, в горной Фергане, как разновидности так называемых «брекчий осыпей» или «брекчий трамплинов» (Вебер, 1934; Резвой, 1957).

Неподвижный сцементированный придонный слой коллювия защищает скальное ложе корразионных долин от выскабливания медленно движущимися обломочными массами. Поэтому активная корразия затрагивает лишь борта. Следствием этого является преобладание бокового расширения корразионных долин над их углублением (последнее осуществляется практически только ослабленной водной и химической эрозией). Отсюда характерные ящикообразные и коробообразные поперечные профили с округлыми углами.

Каналы сноса и зоны разгрузки корразионных долин в основных чертах ничем, кроме размеров и общего меньшего угла наклона, не отличаются от каналов сноса и зон разгрузки корразионных трогов. В некоторых случаях в зонах разгрузки корразионных долин развиваются гигантские коллювиальные конусы — обширные глыбовые поля. От селевых конусов выноса их отличает полное отсутствие алевритового материала. От других сходных форм — обвалов — они отличаются веерообразной в плане формой и отсутствием беспорядочного бугристого рельефа, значительной удаленностью от скальных обрывов.

В заключение отметим, что корразионные долины всегда связаны с районами наиболее древнего горного рельефа. Известные нами палеогеновые горные сооружения восточной части бассейна р. Исфайрамсай (реки Пум и Аустан), миоценовые горные поднятия юго-западной части массива Баубашата и северной части массива Бозбутау (Северная Фергана), меловые горные поднятия участков стыков Зеравшанского и Гиссарского, Ферганского и Алайского хребтов и др. характеризуются наибольшим распространением и наилучшей выразительностью корразионных долин, достигающих здесь 2,5—3 км в длину и 75—120 м в ширину, при мощности коллювия до 20—25 м.

Связь корразионных долин и наиболее древних горных массивов не случайна. Выработка корразионных долин чистой корразией, как ясно из вышеизложенного, — процесс длительный, требующий продолжительного существования горных скальных склонов. С этим же связана и большая редкость корразионных долин. В большинстве случаев медленный про-

цесс линейной корразии нарушается и прерывается активными подвижками глыб горных массивов.

Генетический ряд линейных корразионных форм не исчерпывает всего морфологического разнообразия скального рельефа. Данная работа является попыткой лишь частичного освещения неразработанных вопросов скальной морфологии среднегорья. Естественно, что повышенный интерес к скальной морфологии, выявившийся особенно в последнее время в связи с интенсивным хозяйственным освоением горных территорий и широким размахом гидротехнического, промышленного, гражданского и дорожного строительства в горах, должен быть удовлетворен еще многими и многими детальными исследованиями скального рельефа.

ЛИТЕРАТУРА

- Вебер В. Н., Геологическая карта Средней Азии, Лист VII-6 (Исфара), северная половина.— Тр. ВГРО, вып. 134, М.— Л., ОНТИ, 1934.
Иверонова М. И. Каменные глетчеры Северного Тянь-Шаня.— Тр. Ин-та географии АН СССР, т. 45, М.— Л., 1950.
Пенк В. Морфологический анализ, М., Географиз, 1961.
Резвой Д. П. «Брекчи осыпей» Южной Ферганы как своеобразный тип четвертичных отложений.— Землеведение, нов. серия, т. 4 (44), 1957.
Тушинский Г. К. Значение снежников и лавин в возникновении ледников и формирования рельефа. Уч. зап. МГПИ, т. 66, Тр. геогр. ф-та, вып. 5, 1957.
Шук и И. С. Общая геоморфология суши. Т. I. М., ОНТИ, 1933.

Институт географии
АН СССР

Поступила в редакцию
9.1.1970

A GENETIC ORDER OF LINEAR CORRASION FORMS OF THE ROCK RELIEF OF MOUNTAINOUS MIDDLE ASIA

G. N. PSHENIN

Summary

Rock landforms of the mountain countries of arid climate are characterized by an intensive development of specific gravitational and denudational forms, the deposition of which is connected with tectonic fracturing, while their development depends on the corrasion of an impact or scrape type. Described is a genetic order of corrasion forms of rock relief. The corrasion forms are the following: rock joints and chimneys rock chutes, corrasion troughs and corrasion valleys. The analysis of corrasion forms is very important for studying the history of development of mountain relief.

УДК 551.311.243 : 551.311.24 (571.54)

Г. Ф. УФИМЦЕВ

ДРЕВНЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ ВЫРАВНИВАНИЯ НА ЮГЕ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Степень геолого-геоморфологической изученности древних поверхностей выравнивания Забайкалья (погребенных и выраженных в современном рельефе) в настоящее время далеко недостаточна и не отвечает требованиям практики. Слабо разработан вопрос о количестве и возрасте поверхностей выравнивания. В. П. Чичагов (1965, 1966) считает,