

Л. И. РОЗЕНБЕРГ

МАСШТАБЫ ДЕНУДАЦИОННОГО СРЕЗА ГОРНОГО АЛТАЯ ЗА КАЙНОЗОЙСКОЕ ВРЕМЯ

Впервые попытка количественно оценить роль денудационных процессов в истории развития рельефа Алтая сделана В. А. Растворовой (1973), рассмотревшей вопрос о скоростях осадконакопления в Чуйской впадине Горного Алтая, средней скорости снижения междуречий и размерах денудационного среза за кайнозой. В. А. Растворова выделяет в кайнозойской истории Алтая три этапа: палеоцен-олигоценовый, мало-активный в тектоническом отношении, начавшийся, возможно, еще в конце позднего мела, продолжительностью 32—35 млн. лет; олигоцен-плиоценовый этап преимущественно слабых тектонических движений, несколько активизировавшихся в конце миоцена — начале плиоцена, длительностью 30—32 млн. лет; плиоцен-плейстоценовый, наиболее активный в тектоническом отношении, охватывающий последние 5—6 млн. лет. Средние скорости осадконакопления в Чуйской впадине по этим подсчетам составили соответственно 0,001, 0,01 и 0,1 мм/год, т. е. скорость осадконакопления возрастала от этапа к этапу на порядок. Эти же цифры, по мнению В. А. Растворовой, характеризуют среднюю скорость снижения междуречий по тем же этапам, а абсолютная величина денудационного среза оценивается в 32 м для первого этапа, 300 м для второго и 500 м для последнего или же величиной порядка километра за весь период новейшей тектонической активизации.

При этих расчетах были учтены представления В. С. Ерофеева (1969), указавшего на необходимость понижения возраста наиболее древних свит, выполняющих Чуйскую впадину, но в остальном (данные о мощностях отложений и их взаимоотношениях) использованы представления Е. В. Девяткина (1965). Последний выделял четыре этапа проявления новейших тектонических движений и осадконакопления: палеогеновый, неогеновый, эоплейстоценовый и плейстоценовый, причем первый из них характеризовался, как этап стабильных пассивных тектонических условий, лишь в конце которого (поздний олигоцен) началось медленное поднятие территории Алтая в целом. Легко увидеть, что в схеме В. А. Растворовой, по сравнению с представлениями Е. В. Девяткина, изменилось лишь время начала ранних этапов неотектонических движений, а два последних, по Е. В. Девяткину, этапа рассматриваются вместе. Но новейшие данные по строению и стратиграфии кайнозойских отложений Чуйской впадины указывают на необходимость более кардинального пересмотра прежних схем.

В результате исследований, выполненных на Горном Алтае за последнее десятилетие, существенно изменились представления о строении палеоген-неогеновых отложений (Ерофеев, Ржаникова, 1969; Розенберг, 1973а, в; Богачкин и др., 1974). Установлено, в частности, что ряд выделявшихся ранее в самостоятельные свиты комплексов пород имеет иные соотношения, доказан более древний возраст ряда свит, выделены новые свиты. Наиболее важным моментом для рассматриваемых вопросов является то, что установлено существование мощных палеогеновых отложений в Чуйской впадине. Все это позволяет по-новому подойти к выделению тектонических этапов и оценке возможных скоростей осадконакопления и денудации междуречных пространств.

В разрезе палеоген-неогеновых отложений Чуйской впадины выделяется ряд свит, образующих своеобразные серии осадков — повторяющиеся закономерные чередования литологически и генетически сходных

свит (Розенберг, 1973а, в). Нижнюю из таких серий образуют талды-дюргунская и красногорская, верхнюю — кошагачская и туерькская свиты. Серии отделены друг от друга и от подстилающих и перекрывающих их отложений глубокими размывами, а свиты, входящие в каждую из серий, либо связаны постепенными переходами, либо разделены незначительными перерывами, имеющими местное значение. С несомненностью можно утверждать, что свиты формировались в разных климатических условиях и существование определенной повторяемости свойств отложений связано с эндогенными причинами — с закономерным развитием тектонических процессов. Это позволяет наметить три основных рубежа тектонического развития территории: перед формированием талдыдюргунской свиты — на границе палеоцена и эоцена или в начале эоцена, в интервале между формированием красногорской и кошагачской свит — на границе раннего и среднего олигоцена, после формирования туерькской свиты — на границе среднего и позднего миоцена. Выявленные рубежи хорошо коррелируются с данными по юго-западному обрамлению Алтая, где В. С. Ерофеев (1969) выделяет ряд региональных фаз тектонических движений: южно-алтайскую (средний эоцен), нарымскую (средний олигоцен), тарбагатайскую (поздний миоцен) и верхнегобийскую (начало среднего плейстоцена). Выясняется, что по крайней мере три из них¹ имеют более широкое значение, проявлялись также на Горном Алтае и могут считаться общими для всего Алтая. Но активные проявления этих фаз на юго-восточном Алтае начались несколько ранее, чем на периферии Алтая. Можно допустить, однако, что такое «смещение» во времени связано с недостатком материалов, позволяющих судить о возрасте свит, но не позволяющих точно установить возрастное положение их границ.

Еще одна тектоническая фаза активно проявилась, по-видимому, в конце позднего мела, завершив период длительной тектонической стабилизации — период каолинового корообразования. Она также установлена не только на Горном Алтае: близкую по времени тектоническую фазу в южном Призайсанье выделяет Н. Н. Костенко (1973). Надо подчеркнуть, что и эта фаза, по нашим данным, на Горном Алтае проявилась несколько ранее, чем на его периферии. Таким образом, в истории развития Горного Алтая, запечатленной в осадках Чуйской впадины, отчетливо выделяется 5 крупных этапов, разделенных тектоническими фазами. Крайне любопытной особенностью этих этапов, требующей своего объяснения, является их примерно равная продолжительность, близкая к 20—21 млн. лет.

Исходя из приведенных данных об этапности развития Горного Алтая в кайнозой произведены подсчеты скоростей осадконакопления в Чуйской впадине (таблица)². При этом учитывались максимальные мощности каждой из свит, известные в пределах впадины, допущено, что они наиболее близки к реально существовавшим мощностям осадков. Но такой подход, верный в отношении доплейстоценовых осадков, представляющих собой преимущественно озерные и озерно-аллювиальные отложения, выполнявшие всю впадину в целом, не может быть признан достаточно верным в отношении плейстоценовых отложений. Последние представлены преимущественно ледниковыми комплексами, никогда не закрывавшими сплошным мощным слоем всю Чуйскую впадину³. Это же касается, по-видимому, средне-верхнеплиоценовой терек-

¹ Плейстоценовые отложения и тектонические условия автором не изучались.

² Упомянутая в таблице кубадринская свита в первых публикациях (Розенберг, 1973а, в) была неудачно названа башкауской.

³ Нужно подчеркнуть, что речь идет не о возможном распространении льдов в эпохи оледенения, по этому вопросу имеются разные точки зрения, в том числе и мнение, что значительная часть впадины заполнялась льдами. Но сплошного чехла отложений эти ледники не создали.

Скорость снижения междуречий и мощность денудированных пород

Этапы тектонического развития	Возраст этапа	Продолжительность этапа, млн. лет	Свиты, сформированные за этап	Суммарная мощность отложений в Чуйской впадине, м	Средняя скорость осадконакопления за этап, мм/год	Примерная величина средней скорости снижения междуречий за этап, мм/год	Средняя мощность денудированных пород за этап, м
I	$K_2 ?$		кора выветривания				
II	$K_2 - Pg_1$	15 (20?)	карачумская	41	0,002—0,003	0,001	20
III	$Pg_2^1 - Pg_3^1$	20	талдыдюргунская, красногорская	>275	>0,014	0,003	60
IV	$Pg_3^2 - N_1^2$	21	кошагачская, туерыкская	410	0,020	0,004	80
V	$N_1^3 - Q$	10,5	тархатинская, бекенская, кубадринская, терекская, плейстоценовый комплекс	240 (200?)	0,023 (0,019)	0,004	40

ской свиты. Поэтому величина суммарной мощности отложений за V этап должна быть уменьшена, что приводит к уменьшению величины средней скорости осадконакопления за этап (таблица, цифры в скобках).

В целом полученные величины средней скорости осадконакопления в Чуйской впадине за III, IV и V этапы являются однопорядковыми. Некоторые расхождения в абсолютном значении этих величин связаны, по-видимому, помимо отмеченной выше причины с различной степенью диагенеза осадков — максимальной для отложений III этапа и минимальной для последнего этапа. Кроме того, наиболее древняя из свит, сформированных на III этапе, — талдыдюргунская — изучена лишь в прибортовых частях впадины, где она имеет уменьшенную мощность; в тех же районах, где исследовалась эта свита, перекрывающие ее красногорская и кошагачская свиты также обладают мощностями в десятки метров, но по данным бурения в центральных частях впадины полные их мощности превышают 200 м. Все скважины в центральной части впадины не вышли из пределов красногорской свиты, и есть основания предполагать, что здесь могут быть установлены большие мощности талдыдюргунской свиты, а следовательно, есть основания ожидать, что средние скорости осадконакопления за III и IV этапы окажутся весьма близкими.

Переходя к подсчетам скорости разрушения водораздельных пространств, можно принять, что коэффициент разуплотнения разрушаемых пород примерно равен коэффициенту уплотнения пород в процессе их диагенеза. В таком случае можно допустить, что сумма осадков, накопившихся во впадине в течение исследуемого отрезка времени, примерно равна объему пород, смытых с водораздельного пространства за то же время. Нет никаких оснований для того, чтобы ожидать, что Чуйская впадина в течение какого-то отрезка времени являлась областью транзита для твердого стока. Нами уже показано (Розенберг, 1973в), что начиная со времени формирования карачумской свиты, т. е. с конца позднего мела Чуйская впадина была четко обособлена в рельефе, представляя собой замкнутое или полузамкнутое понижение. В таких условиях наиболее вероятно, что ручьи и реки, протекавшие через впадину,

разгружались здесь от переносимых ими твердых частиц, а объем выносимого за пределы впадины материала был ничтожно мал и для наших расчетов им можно пренебречь. Следовательно, те величины, которые характеризуют скорости осадконакопления в Чуйской впадине, прямо пропорциональны скоростям разрушения пород водораздельных пространств. Однако при расчете последних необходимо учесть также соотношение площадей возможного размыва и осадконакопления.

Площадь Чуйской впадины в настоящее время равна примерно $1700-1800 \text{ км}^2$, а площадь осадконакопления в течение всего палеогена, миоцена и большей части плиоцена не превышала, по имеющимся данным, 1500 км^2 . Современная площадь водосборного бассейна Чуйской впадины, включая саму впадину, примерно равна $8100-8200 \text{ км}^2$ и нет никаких данных, указывающих на существование значительных перестроек гидросети в течение кайнозоя. Это означает что территория, подвергавшаяся денудации в течение кайнозоя, оставалась практически неизменной, что площадь развития процессов денудации ($6400-6600 \text{ км}^2$) постоянно превышала площадь осадконакопления в 4—4,4 раза. При таком соотношении площадей денудации и осадконакопления вряд ли правомерно принимать, что порядок величин скоростей осадконакопления окажется равным порядку величин скоростей денудации. Поэтому при расчете величины средней скорости снижения водоразделов учтено указанное соотношение площадей и установлено, что скорости измеряются тысячными долями мм в год.

Если исключить сделанное выше допущение о том, что коэффициенты разуплотнения скальных пород и уплотнения осадков примерно равны, и учесть, что плотность пород водоразделов лежит в пределах 2,6—2,7, а плотность осадков Чуйской впадины равна примерно $2,2 \text{ г/см}^3$, то приведенные в таблице величины придется увеличить примерно на 15%, т. е. на величину меньшую, чем вероятная точность расчетов. Самое главное — порядок величин при этом не изменится. А расценивать все приведенные нами расчетные показатели можно лишь как величины порядковые.

Тем не менее полученные цифры позволяют оценить среднюю возможную мощность денудированных пород, рассчитанную исходя из предположения, что смыв происходил по всей поверхности равномерно: за весь кайнозой с поверхности водоразделов смыто всего около 200 м горных пород, т. е. в 5 раз меньше, нежели было получено в результате расчетов В. А. Растворовой.

Приведенный подсчет величины денудационного среза является примерным. Более точный расчет может быть сделан путем определения объема осадочных накоплений кайнозоя в Чуйской впадине, но имеющихся материалов для этого пока недостаточно. В целом расчеты указывают на очень низкие скорости денудации, а следовательно, на то, что многие формы высокогорного рельефа Алтая обладают значительной древностью — вывод, к которому разными методами в последнее время приходят разные исследователи (Адаменко, 1973; Розенберг, 1973б). Расчеты указывают также на относительную равномерность развития эндогенных и экзогенных процессов во времени, на отсутствие длительных периодов ускоренного разрушения поверхности и осадконакопления. Эти выводы представляют интерес не только с точки зрения историко-геологической и палеогеографической, но позволяют по-новому оценить перспективы поисков экзогенных месторождений на территории Горного Алтая.

ЛИТЕРАТУРА

Адаменко О. М. О соотношении мезозойско-палеогеновых поверхностей выравнивания Алтая и Салаира с погребенными поверхностями Кулундинской впадины. В сб. «Поверхн. выравнив.». М., «Наука», 1973.

- Богачкин Б. М., Розенберг Л. И., Цеховский Ю. Г. Вопросы стратиграфии неогеновых отложений юго-восточного Алтая. «Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол.», т. 49, № 2, 1974.
- Девяткин Е. В. Кайнозойские отложения и неотектоника юго-восточного Алтая. «Тр. ГИН АН СССР», вып. 126, 1965.
- Ерофеев В. С. Геологическая история периферии Алтая в палеогене и неогене. Алма-Ата, «Наука», 1969.
- Ерофеев В. С., Ржаникова Л. Н. Палеоген Чуйской впадины Горного Алтая. «Изв. АН КазССР. Сер. геол.», № 5, 1969.
- Костенко Н. Н. Основные этапы геологического развития Алтая в альпийское время. «Сов. геол.», № 9, 1973.
- Растворова В. А. Величина денудационного среза Алтая за неотектонический этап. «Геоморфология», № 3, 1973.
- Розенберг Л. И. К стратиграфии кайнозойских (доледниковых) отложений Горного Алтая. «Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол.», т. 48, № 2, 1973а.
- Розенберг Л. И. О характере раннекайнозойской поверхности выравнивания Алтая и времени начала ее деформации. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 4, 1973б.
- Розенберг Л. И. Стратиграфия кайнозойских (доледниковых) отложений Горного Алтая (на примере Чуйской впадины). Автореф. канд. дис. М., 1973в.

Второе гидрогеологическое
управление МГ СССР

Поступила в редакцию
28.III.1974

SCALE OF DENUDATIONAL LOWERING OF THE GORNY ALTAI MOUNTAINS FOR CENOZOIC TIME

L. I. ROZENBERG

Summary

Calculations of accumulation rate and approximate value of watersheds lowering based on recent data on the Chuya Basin (Gorny Altai) stratigraphy show the lack of important changes of the parameters during the Cenozoic time (table, columns 6, 7), which indicates relative uniformity of the Altai uplifts and the surface denudation. Thickness of the rocks washed off averages 200 meters for the Cenozoic time (table, column 8), the value allows to suppose preservation of very ancient topographic elements within the limits of the Gorny Altai.

УДК 551.4(471.0)

З. С. ЧЕРНЫШЕВА

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГЛАВНОГО ВОДОРАЗДЕЛА РУССКОЙ РАВНИНЫ

Восточную часть Главного водораздела Русской равнины образуют Северные Увалы, представляющие собой невысокую (абс. высоты до 250—270 м), с мягкими очертаниями возвышенность, которая протягивается с юго-запада на северо-восток более чем на 300 км. Недостаточно изученная до последнего времени, она рассматривалась большинством исследователей как область поднятий, глубоко и густо расчлененная