

УДК 551.43

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА МИНУСИНСКИХ ВПАДИН И ИХ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ

БАБАК В. И.

(Кафедра геологии и минералогии)

Для рельефа Минусинских впадин и окружающих их горных сооружений Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна характерна ярусность междуречий. В итоге каждого геоморфологического цикла, обусловленного активизацией, а затем затуханием напряженности тектонических процессов, частично разрушался старый и формировался новый ярус эрозионно-денудационного рельефа, приспособленный к относительно более низкому общему базису эрозии. Указанные особенности рельефа изучены при полевых исследованиях в течение ряда лет [2].

В отдельных районах Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна на междуречьях насчитывается до пяти-шести эрозионно-денудационных ступеней, причем в это количество не входят неогеновые и четвертичные террасы, осложняющие склоны речных долин.

По геоморфологическим данным, в развитии рельефа может быть намечена цикличность разного порядка. Отчетливо выделяются главные рубежи, с которыми связаны коренная перестройка рельефа и изменения структурного плана, охватывающие регион в целом. В то же время в пределах локальных морфоструктур, где развиты дополнительные уровни, улавливается более дробная ритмичность рельефообразования, не вызывающая существенных изменений орогидрографии. Основными этапами развития рельефа горного обрамления Минусинских впадин являются предъюрский, юрский — раннемеловой, позднемеловой — палеогеновый и позднеолигоценый — четвертичный. Возраст их подтверждается прямыми геологическими данными, которые приводятся ниже. Однако этих данных пока недостаточно, чтобы достоверно судить о времени формирования каждого уровня.

Раннемезозойский (предъюрский) этап развития рельефа. Основные черты современного рельефа — конфигурация впадин и ограниченных разломами выступов складчатого фундамента, представляющих собой ядра поднятий, сформировались в процессе позднегерцинского орогенеза. Изучение деформаций поверхностей выравнивания показывает, что унаследованное развитие общего плана морфоструктур проявлялось в многократно повторяющейся активизации разломов и возобновлении дифференцированных движений крупных блоков земной коры. В эти эпохи оживления тектонических движений соответственно возрастала общая контрастность рельефа, увеличивались относительные превышения сопряженных поднятий и впадин. В разделяющие их периоды спада тектонической активности выраженность в рельефе главных морфоструктур сглаживалась.

Имеющиеся данные позволяют предполагать, что наиболее выровненным рельеф был в послегерцинскую эпоху тектонической стабилизации (средний и поздний триас), когда сформировался раннемезозойский (предъюрский) исходный пенеппен. Денудационная равнина зани-

мала всю территорию Минусинских впадин и их обрамления, а на севере распространялась в пределы юго-восточной окраины Западно-Сибирской низменности, где предъюрская кора выветривания, фиксирующая древний пенеппен, вскрыта бурением на глубине до 1152 м (Мариинская опорная скважина). На западной окраине хребта Арга и северной периклинали сводового поднятия Кузнецкого Алатау верхние горизонты триасовой коры выветривания обладают повышенным содержанием глинозема — до 30—32% [6, 9], что позволяет говорить о возможной ее бокситоносности. Отсутствие осадков триасового возраста, с одной стороны, и развитие коры выветривания в днищах современных впадин — с другой, свидетельствуют о незначительной контрастности рельефа в эту эпоху и о приподнятости региона в целом (до 200—300 м) над общим базисом денудации.

Реликтам предъюрского пенеппена, погребенного во впадинах под мезо- и кайнозойскими осадками, в горном обрамлении, по-видимому, соответствует «вершинная поверхность», соединяющая одновысотные уплощенные вершины гор. Эта условно реконструированная поверхность, в настоящее время почти полностью уничтоженная процессами денудации, в Кузнецком Алатау достигает высоты 1850 м, а в Восточном Саяне — более 2200—2400 м. Суммарная амплитуда послетриасовых тектонических деформаций предъюрского пенеппена составляет, таким образом, более 3—3,5 км.

Юрский — раннемеловой этап развития рельефа. Общая продолжительность этапа около 70—80 млн. лет. Тектонические движения и обусловленные ими процессы рельефообразования имели в эту эпоху своеобразный блоковый характер, отличающийся от такового во все последующие стадии развития рельефа. Выступы фундамента, ограниченные разломами земной коры, по-видимому, испытывали в это время слабые поднятия, в то время как днища сопряженных с ними впадин интенсивно погружались. Абсолютные прогибания компенсировались накоплением терригенных угленосных осадков более чем километровой мощности. Эрозионным расчленением были охвачены борта впадин. Остатки юрских долин глубиной до 100 м наблюдались в пределах хребта Арга южнее г. Ачинска и на южном обрамлении Назаровской впадины, где юрские отложения залегают в «заливах» среди выступов древнего структурно-денудационного рельефа. Однако это расчленение не распространялось на всю площадь разделявших впадины плоских возвышенностей, поверхность которых служила ареной для интенсивного развития карста и выветривания линейного типа, проникавшего в хорошо дренируемых зонах разломов на глубину более 250—300 м. Со среднеюрскими карстово-элювиальными образованиями генетически связаны наиболее значительные в описываемом регионе месторождения вторичных фосфоритов, геологический возраст которых подтверждается данными спорово-пыльцевых анализов образцов рыхлых фосфоритов Сейбинского месторождения.

Важной особенностью описываемой эпохи была приуроченность контрастных блоковых структур — впадин и грабенов — к протяженным зонам «растяжения» земной коры. В нашем случае одна из таких полос структур растяжения располагалась вдоль северного края Алтае-Саянской горной области, другая — южнее на территории современной Тувы. Наличие кор выветривания предположительно нижнемелового возраста и отсутствие юрских отложений указывают на развитие в промежутке между намеченными зонами растяжения в общем приподнятого разбитого разломами свода с характерным структурно-денудационным рельефом. Отдельные грабены, выполненные юрскими конгломератами, отмечаются в Восточном Саяне в зонах глубинных разломов древнего заложения (в долинах рр. Кизира, Кандата и др.). Но они имеют локальное развитие, хотя, возможно, намечают положение древних речных долин,

по которым осуществлялся вынос грубообломочного материала из областей максимальных поднятий в прилегающие впадины.

В конце юры — начале раннего мела в рыхлых отложениях впадин проявилась складчатость, сопровождавшаяся надвиганием на них жестких выступов фундамента. Юрский — раннемеловой этап развития рельефа завершился общими опусканиями, региональным выравниванием рельефа и формированием коры выветривания каолинового состава с проявлением локальной латеритизации. Нижнемеловой возраст сформировавшейся поверхности подтверждается находками в продуктах близкого переотложения коры выветривания и в бокситах, выполняющих карстовые депрессии Солгонского кряжа (бассейн р. Козыреева), единичных (до 16 в отдельных образцах) зерен нижнемеловых (барремских) спор и пыльцы. Наложенное выветривание проявилось на сформировавшихся ранее и частично денудированных месторождениях гипергенных фосфоритов в разрушении, аллитизации последних на глубину 60—90 м и образовании алюмофосфатов (крандаллита и вавеллита), являющихся индикаторами латеритного процесса [4].

Раннемеловая поверхность выравнивания в центральной части Кузнецкого Алатау наблюдается на отметках 1400 м, в Восточном Саяне (хребет Крыжина) она прослеживается до высоты 1800—2000 м. Максимальная разница высот по сравнению с предшествовавшим уровнем, а следовательно, и суммарная амплитуда поднятий за этап составляла около 400—500 м. Суммарная величина опусканий во впадинах была примерно вдвое больше. Общий размах тектонических движений достигал 1,5 км. В пределах развития раннемеловой поверхности выравнивания местами наблюдаются останцы дополнительного, более высокого уровня, возможно, позднеюрского возраста.

Позднемеловой — палеогеновый этап развития рельефа. Общая продолжительность этапа около 60—70 млн. лет. Тектонические движения в эту эпоху имели сложный колебательный характер, на что указывает наличие в отдельных местах одной — двух дополнительных и нечетко выраженных ступеней, помимо основной региональной поверхности выравнивания, формированием которой завершилось развитие описываемого геоморфологического цикла. Дополнительные уровни предположительно можно сопоставлять с сантон-кампанской и дат-палеоценовой трансгрессиями Западно-Сибирского бассейна. Эоценовый — раннеолигоценовый возраст основного уровня убедительно доказывается результатами анализа спор и пыльцы, выделенных из бурых углей, подстилающих бобовые бокситы Алгаштыкского рудопроявления на Беллыкском белогорье в Восточном Саяне [1].

Как и в предыдущем цикле, оживление поднятий сопровождалось усилением карстовых процессов и формированием гипергенных карсто-элювиальных фосфоритов новой возрастной генерации, содержащих единичные споры и пыльцу растений позднемелового возраста (Коржельское рудопроявление на Беллыкском белогорье). В завершающую стадию выравнивания рельефа происходили захоронение карста глинистыми продуктами смыва кор выветривания и образование залежей бокситов.

Величина «вреза» палеогеновой поверхности выравнивания по отношению к более древнему раннемеловому уровню была сравнительно небольшой — 100—200, максимум 300 м. В целом это была эпоха выравнивания рельефа, развивавшегося в рамках ранее возникших морфоструктур. Интересно, что ложбины стока, приуроченные к раннемеловому и палеогеновому уровням, пересекают междуречья, при этом не проявляется никакой связи с современной гидросетью.

Позднеолигоценовый — четвертичный этап развития рельефа. Общая продолжительность этапа около 30 млн. лет. Для описываемой эпохи характерно резкое оживление тектониче-

ских движений, выразившихся в сводово-глыбовых поднятиях горных сооружений, обрамляющих Минусинские впадины, которые также продолжали воздыматься, но значительно слабее. К этому времени относится также перестройка древней и заложение современной речной сети. Судя по общему врезу неогеновых и четвертичных долин, суммарные поднятия за этот этап в Кузнецком Алатау составили около 1000 м, в Восточном Саяне они, по-видимому, превышали 1500 м. Примерно две трети этой величины приходится на олигоцен и неоген, а одна треть — на поздний плиоцен и четвертичный период продолжительностью всего 1,5—2 млн. лет. Скорость поднятий в этот отрезок времени была максимальной.

На протяжении олигоцена и неогена выносы рек формировали в межгорных впадинах и к северу от фаса Восточного Саяна ступенчатые наклонные равнины, перекрытые чехлом аллювиально-пролювиальных галечников бельской и кирнаевской свит. В горных районах им соответствуют реликты древних долин с пологими склонами, аллювиальные отложения которых содержат россыпи золота. В плиоцене речной сток во впадинах также стабилизировался, следуя направлениям современных речных долин. В Минусинских впадинах в это время получил развитие структурно-денудационный куэстовый рельеф, в понижениях которого отмечаются остатки маломощной коры выветривания преимущественно монтмориллонитового состава, свидетельствующей об аридизации климата. На границе плиоцена и четвертичного периода произошло редкое переуглубление речных долин, сменившееся аккумуляцией озерно-аллювиальных отложений и последующим развитием ряда врезов меньшей амплитуды. В горах получило развитие горно-долинное оледенение, которому во впадинах по времени отвечало перигляциальное облессование рыхлых отложений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Астахова В. А. Развитие рельефа юго-западной периферии Восточного Саяна и прилегающей части Минусинских впадин (в связи с поисками гипергенных бокситов и фосфоритов). Автореф. канд. дис. МГУ, 1973. — 2. Бабак В. И. и др. Поверхности выравнивания северо-западного окончания Восточного Саяна. Ломоносовские чтения и 6-я науч. отчетная конф. Геологического факультета. Тез. докл. МГУ, 1971, с. 171—174. — 3. Бгатов В. И. и др. Поверхности выравнивания, связанные с ними коры выветривания и гипергенные полезные ископаемые. В кн.: Поверхности выравнивания. Иркутск, Сиб. отд-ние, АН СССР, 1970, с. 78—82. — 4. Занин Ю. Н. Геология фосфатоносных кор выветривания и связанных с ними месторождений фосфатов. М., «Наука», 1969. — 5. Зяткова Л. К., Рако-

вец О. А. Минусинские впадины. В кн.: Алтае-Саянская горная область. М., «Наука», 1969, с. 261—273. — 6. Иваня Л. А. Мезозойско-палеогеновые коры выветривания западной части Алтае-Саянской области и их связь с древними поверхностями выравнивания. В кн.: Поверхности выравнивания. Новосибирск, «Наука», Сиб. отд-ние, 1971, с. 61—68. — 7. Казаринов В. П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. М., Гостоптехиздат, 1958. — 8. Кашменская О. В., Казакевич Ю. П., Шварева З. Н. Кузнецкое нагорье. В кн.: Алтае-Саянская горная область. М., «Наука», 1969, с. 123—132. — 9. Сухарина А. Н. Бокситоносные формации юго-востока Западной Сибири. «Сов. геология», 1973, № 2, с. 56—63.

*Статья поступила 4 июня 1977 г.*

#### SUMMARY

The development of the relief of Minusinsky depressions and of the surrounding mountains in mesozoic and Cainozoic periods is described in the paper. The layer structure of the relief and the frequency, the cyclic nature of its evolution varying with the direction and speed of tectonic movements has been revealed. The role of paleogeographic and tectonic conditions in the formation of deposits of such hypergenic minerals as bauxites and phosphorites connected with ancient weathering crusts has been shown.

All the conclusions are based on the data obtained by the author in his field investigations.