

# СТРУКТУРА ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ АЛЬПИЙСКО-ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОГО ПОЯСА НОВЕЙШЕГО ГОРООБРАЗОВАНИЯ: ОПЫТ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА

В. И. МАКАРОВ

Геологический институт АН СССР, Москва, СССР

Сопоставление неотектонических структур, позднекайнозойских отложений и отвечающих неотектоническому этапу развития проявлений магматизма, геофизических характеристик, сейсмичности и других особенностей горных областей Альпийско-Центральноазиатского пояса интенсивного новейшего горообразования (Родопский массив, Кавказ, Тянь-Шань, Монгольский и Гобийский Алтай, Хангайское и Хэнтэйское нагорья, Северный Вьетнам и Куба) показывает как большое их сходство, так и значительные, в том числе принципиальные, различия между ними.

Близкими являются начало и стадийность развития неотектонической структуры указанных областей, которые подтверждают мнение о единстве и глобальном характере новейшей тектонической активизации Земли. Эта активизация как самостоятельное явление в тектонической истории, по крайней мере, рассматриваемого пояса началась в конце эоцена. В областях Альпийского пояса (Кавказ, Куба) она наступила непосредственно вслед за мощным тектоническим скучиванием, интенсивными покровно-складчатыми деформациями коры, которая приобрела существенно континентальный характер. Неотектонический этап здесь отмечен деформациями нового стиля — формированием крупных поднятий и впадин, охватывающих значительную по мощности часть коры или всю кору, т. е. складок основания [Арган, 1935; Шульц, 1948] или складок коры [Пенк, 1961], характеризующихся большими радиусами кривизны. Сохраняются условия горизонтального сжатия, однако существенную роль приобретает вертикальная составляющая тектонических движений, которая в ряде случаев может иметь самостоятельное значение.

В других областях самостоятельность неотектонических движений более очевидна: они охватили территории, в пределах которых континентальная кора сформировалась значительно раньше, в палеозое (Тянь-Шань, Монголия) или мезозое (Вьетнам). В дальнейшем они развивались как области завершенного складко- и покровообразования в режиме, близком к платформенному. На ряде участков Тянь-Шаня в конце триаса и юре и более широко — на территории МНР в триасе — раннем мелу имела место активизация тектономагматических процессов.

Центрально-Азиатская эпиплатформенная часть рассматриваемого пояса характеризуется преимущественным развитием складок основания, которые группируются в сопряженные линейные зоны поднятий и зоны впадин. Исключение составляют Хангайское и Хэнтэйское нагорья, Прихубсугулье и сопряженная область Байкальской рифтовой зоны, где основными формами неотектонических деформаций являются не складки, а блоки основания и разделяющие их разрывы преимущественно сдвигового и сбросового типа. Деформации изгиба здесь развиты слабо.

Своебразна неотектоника Родопского массива. По особенностям основания и неотектонической структуре он близок к эпиплатформенным орогенам. Вместе с тем это основание, как предположил в свое время А. В. Пейве [1965], находится в аллохтонном залегании среди покровно-складчатых структур Альпийского пояса, что предопределило ряд особенностей формирования и развития неотектонической структуры описанного массива.

В большинстве рассматриваемых областей неотектонический этап начался горообразовательными движениями, значительной тектонической, топографической и орогидрографической дифференциацией прежде относительно пониженных выровненных территорий и общим их поднятием в целом. Судя по составу осадочного разреза позднекайнозойских отложений, не во всех областях это начало было столь интенсивным, чтобы его можно было назвать орогеническим. На Тянь-Шане неотектонические движения приобрели орогенический характер, в прямом смысле этого слова, лишь в олигоцене, скорее всего в позднем олигоцене. В Кавказском секторе, по заключению Е. Е. Милановского [1968], на первой «раннеорогенной» стадии (олигоцен и миоцен до позднего сарматы включительно) темп воздымания Большого и Малого Кавказа был весьма умеренным, и оно в общем компенсировалось денудацией, поэтому на большой части площади обоих складчатых сооружений существовал относительно низкий рельеф денудационных равнин. В позднем сармате произошел важнейший перелом в истории геологического развития и рельефа Кавказа — началось интенсивное воздымание и рост горных сооружений. На территории МНР это произошло еще позже (в пределах Хангая и Хэнтэя — в позднем плиоцене).

Различия во времени активного проявления новейшего орогенеза в пределах Родопского массива (поздний эоцен) и Кавказа (поздний миоцен), принадлежащих единому Альпийскому тектоническому поясу, связаны, вероятно, с высоким положением и обширными размерами массива, деформации которого уже на ранних стадиях привели к орогенным формам. Значительное запаздывание орогенеза в Хангай-Хэнтэйской области и на смежных территориях, видимо, объясняется большой удаленностью их от активных центров и зон тектогенеза, разогрева и возбуждения верхней мантии, от зон взаимодействия литосферных плит, а именно от Тетиического (Альпийско-Гималайского) и Тихоокеанского поясов.

Преобладающими формами неотектонических деформаций большинства рассматриваемых областей являются складки основания и сопряженные с ними разрывы преимущественно взбросонадвигового и сдвигового типа. Парагенезис этих форм свидетельствует об их развитии в условиях субгоризонтального сжатия. Однако некоторые участки орогенического пояса в этом отношении аномальны. Южный склон горного сооружения Родопского массива обнаруживает заметные структурно-геологические и геоморфологические признаки значительных растяжений. Они моложе времени формирования горного сооружения и являются наложенными, будучи связанными, очевидно, с агрессией впадины Эгейского моря. По-существу, здесь происходит уже разрушение орогена, созданного ранее в условиях сжатия. Это очень важное по своим прогностическим последствиям заключение.

Видимо, не случайно именно в южной части тектонической долины р. Струпа (в Санданском грабене) отмечены наиболее поздние (плиоценовые) проявления вулканизма кислого и среднего состава. Во всех более северных частях массива такой вулканизм прекратился в раннем миоцене. А в разрезах миоцена и плиоцена Североэгейско-Восточно-Фракийской области широко развиты основные вулканиты, сменившие эоцен-нижнемиоценовые лавы и туфы [Макаров, Спиридовон, 1982]. Не случаен и повышенный тепловой поток в этих же районах [Велинов, Бояджиева, 1981]. В районе того же грабена и восточнее, в высокогорной части у пос. Ерма, например, его значения превышают  $70 \text{ мВт}/\text{м}^2$ . С этим фактом согласуются результаты палеогеографических исследований, которые свидетельствуют о том, что в среднем миоцене и в сарматское время северная и средняя части Эгейского моря являлись сушей [Недялков и др., 1986].

Аналогичное взаимодействие континентальных орогенных структур и глубоководной впадины Южно-Китайского моря происходит, вероят-

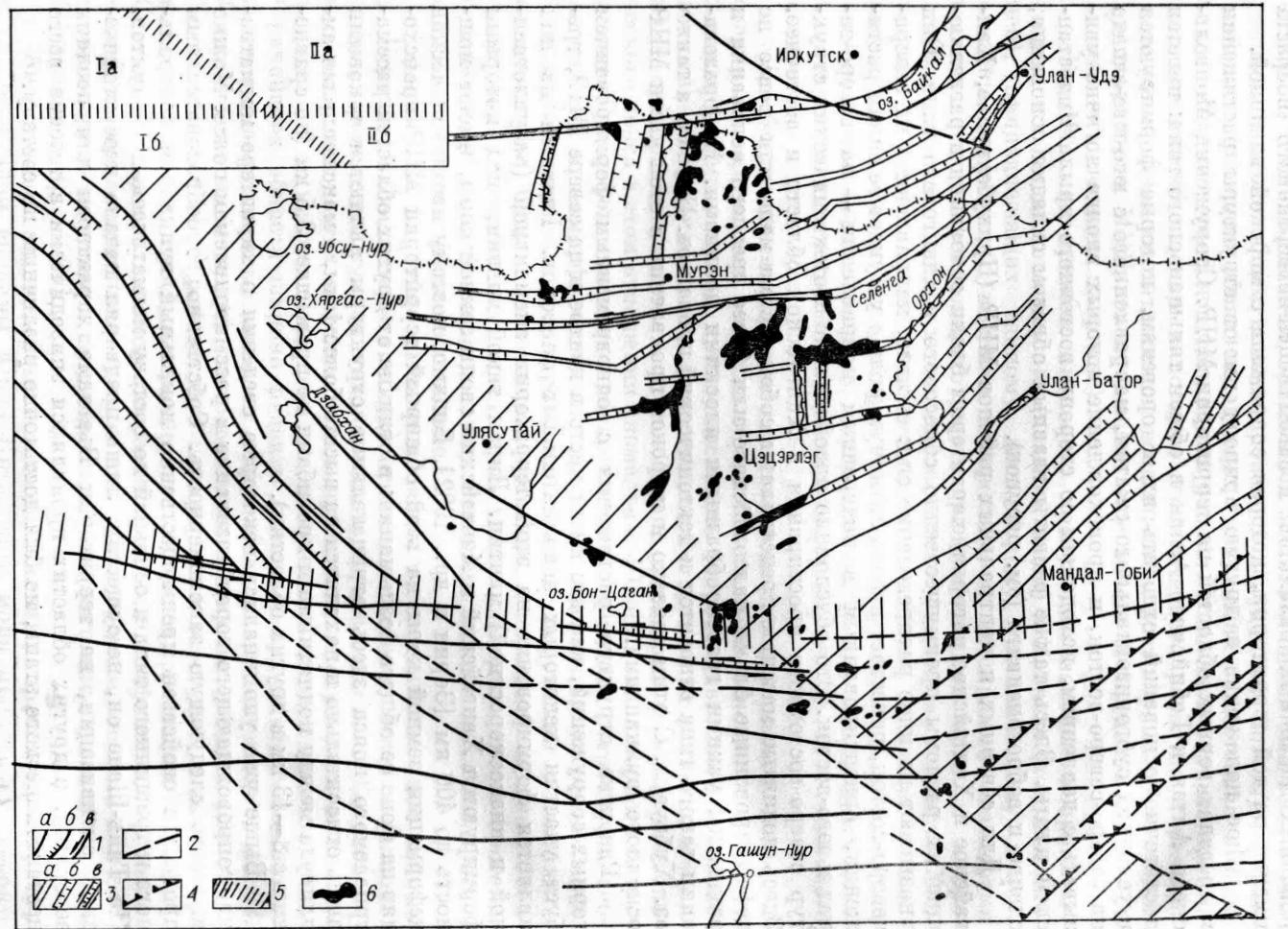
но, на территории Вьетнама. В северной части тектонической долины р. Красной отчетливо проявлены складки основания и правосторонний сдвиг вдоль реки. В породах неогена развиты менее крупные формы взбросонадвиговых деформаций и складок, свидетельствующих в целом о сжатии, направленном поперек основных структурных единиц или косо по отношению к ним [Макаров и др., 1988]. Южнее, в пределах Ханойской впадины, формы сжатия менее очевидны. Далее на юг, у побережья Южно-Китайского моря, некоторые геоморфологические особенности территории, прямые геологические и исторические данные свидетельствуют об активном погружении этой части прогиба и господстве условий растяжения. С этим согласуются сведения об излияниях недифференцированных щелочных базальтов позднеплиоцен-четвертичного возраста именно на той территории, которая сопряжена с морской впадиной.

Иное положение и другую природу имеют структуры растяжения в пределах горных областей на территории МНР. Сооружения Монгольского Алтая и Гобийского Алтая в общем тяньшаньского типа: имеется достаточно оснований относить их к орогенам, которые формируются в условиях субгоризонтального сжатия, направленного с юго-юго-запада на северо-северо-восток, и происхождение которых вполне логично связывать с давлением, исходящим со стороны восточного крыла Индостанской плиты. Здесь также развиты главным образом складки основания, сдвиги и взбросонадвиги (см. рисунок).

Для северных и центральных районов МНР (Прихусугулье, Хангайское и Хэнтэйское нагорье) характерны блоки основания и разделяющие их разломы преимущественно сбросового и сдвигового типа. Они указывают на иное распределение сил: сжатие, направленное на северо-северо-восток, перестает играть активную роль и уступает ее силам растяжения, ориентированным в поперечном направлении — на северо-запад и юго-восток. Это обусловило преобладание неотектонических структур северо-восточного простираия в Хангайской области и восточнее. Здесь поднятые массивы представляют собой весьма мало или вовсе не деформированные блоки палеозойского или более древнего основания и разделены узкими грабенообразными плоскими долинами. К образованиям такого типа относится и тектонический провал оз. Байкал, а также оз. Хусугул. С этим связано и широкое проявление в этой части МНР основного вулканизма.

Развитие структур растяжения с одновременным формированием горных сооружений, как это имеет место в центре и на севере МНР, требует участия некоторых дополнительных факторов. Главным из них является формирование на этой территории аномальной (разуплотненной и низкоскоростной) мантии. Линзы такой мантии, над которыми формируются Хангайский и Хэнтэйский своды земной коры, имеют мощность до 400 км [Зорин и др., 1982]. Видимо, поэтому неотектонические деформации земной коры на всей обширной территории МНР происходят на фоне ее общего вздыmania: в отличие от других областей рассматриваемого пояса здесь отрицательные структуры являются таковыми лишь относительно и находятся на высоте более 1 км, а максимальная амплитуда между поднятиями и прогибами не превышает 3,5 км (по сравнению с 8–13 км в других областях).

Выше уже упоминались некоторые сведения о характере магматизма, сопровождающего горообразование в рассматриваемом поясе. Можно наметить следующую закономерность. Собственно горообразовательным процессам свойствен преимущественно локальный вулканизм центрального и трещинного типа и основной по составу магматических продуктов. На Тянь-Шане он, по-существу, лишь предварял начало неотектонической активизации, на территории Вьетнама характерен для поздних ее стадий, в других областях проявлялся эпизодически в течение всего неотектонического этапа, но был достаточно различным по составу.



Принципиальная схема неотектонического районирования (на врезке) и структурного плана Западной и Центральной Монголии.

1 — главные направления и оси новейших структурных форм складок основания и зон разрывов (а), в том числе с активным проявлением взбросонадвиговых (б) и сдвиговых (в) смещений; 2 — второстепенные проявления тех же форм; 3 — главные долины и впадины преимущественно раздвигового типа (а), в том числе с проявлением сбросовых (б) и сбросо-сдвиговых (в) смещений; 4 — зоны флексурно-сдвиговых (?) нарушений; 5 — главнейшие зоны глубинных флексурно-разрывных деформаций и структурных несогласий; 6 — участки развития позднекайнозойских базальтов. Римскими цифрами на врезке обозначены области: Ia — Монголо-Алтайская, IБ — Гоби-Алтайская, IIa — Хангай-Хэнтэйская, IIБ — Восточно-Гобийская.

Своеобразие всей Памиро-Тяньшаньской области состоит в том, что нахождение ее во фронтальной полосе активного сжатия, вызываемого сближением двух континентальных плит (Евразийской и Индостанской), препятствует развитию структур растяжения, делает кору практически непроницаемой для глубинных расплавов. Отдельные излияния произошли здесь лишь накануне этапа новейшей активизации, когда начался разогрев и разуплотнение подкоровых масс, а сама кора была еще сравнительно тонкой.

Монгольский и Гобийский Алтай в этом отношении подобны Тянь-Шаню, но далее на восток или северо-восток, где сжатие потеряло свою активность и проницаемость коры велика, вулканизм проявился достаточно активно. Самые ранние (эоценовые) датировки базальтов относятся к области Гобийского Алтая, олигоцен-миоценовые базальты распространены в районах, расположенных северо-восточнее (Долина Озер и Южно-Хангайское плато); далее на север и восток в Центральном Хангае и Прихубсугулье, на плато Дариганга известны миоценовые, плиоценовые и четвертичные базальты [Девяткин, 1981]. Создается впечатление о последовательной миграции фронта новейшего вулканизма с юго-запада на северо-восток. Это согласуется с более молодым (поздне-плиоцен-четвертичным) воздыманием и тектоническим расчленением территории Хангайского нагорья по сравнению с Монгольским и Гобийским Алтаем.

Молодой возраст вулканизма в орогенных сооружениях на территории Вьетнама связан, очевидно, с развитием глубоководной впадины Южно-Китайского моря, как бы наступающей на континентальные структуры. Аналогичная ситуация наблюдается в пределах Родопского массива, где проявления основного магматизма плиоцен-четвертичного возраста также приурочены главным образом к южным краям массива, сопряженным со впадиной Эгейского моря, а его «метастазы» по отдельным структурно благоприятным направлениям (зонам растяжения глубинного типа) проникли далеко на север, достигнув Мизийской плиты.

Но особенность Родопского массива состоит в том, что на ранних стадиях новейшего орогенеза здесь широко проявился вулканизм кислого и среднего состава. Причиной этого является, по-видимому, нахождение массива среди альпийских сооружений, для которых характерен именно такой магматизм, а также аллохтонный характер самого массива. На Кавказе, в пределах того же альпийского пояса, кислый — средний магматизм продолжался с конца эоцена до середины плиоцена. В среднем плиоцене извергались лавы преимущественно среднего состава, а в позднем плиоцене — базальт-липаритового. Четвертичный магматизм характеризуется лавами андезитобазальт-дацитового состава.

В орогенной структуре Больших Антилл, принадлежащих также к Альпийскому поясу, на ограниченной площади встречены молодые лавы лишь основного состава. Рядом, в пределах дуги Малых Антильских островов, господствует вулканизм типичного островодужного типа. Объяснить это можно тем, что орогенез Больших Антилл весьма специфичен. Он происходит в сравнительно узких зонах с континентальной или редуцированной континентальной корой малой мощности в обрамлении активных структур с корой океанического типа, и местами горное сооружение подвергается разрушению.

Связь отмеченных и других особенностей орогенных структур Альпийско-Центральноазиатского пояса с мощностью земной коры и ее внутритектоноческими вариациями недостаточна ясна. По убыванию мощности коры выстраивается следующий ряд орогенов: Тянь-Шаня — Кавказа — Монголии — Родопов — гор Вьетнама и Кубы. Можно предполагать, что максимальные мощности коры характерны для территорий, испытавших наибольшее латеральное сжатие независимо от их предыстории. Для всех областей характерен широкий диапазон внутренних вариаций мощности земной коры (между поднятиями и впадинами), достигающий 15—25 км. Наиболее узок этот диапазон в Родопском массиве —

8 км. Создается впечатление, что в основном эти вариации происходят за счет изменений мощности нижних слоев коры (базальтовый слой). По-видимому, именно в них происходят наиболее значительные процессы перестройки и перераспределения глубинного вещества, наиболее значительные внутристолбовые разрывы и межслоевые смещения (тектоническая расслоенность), что, по-видимому, обуславливает повышение сейсмической активности.

Характерной особенностью новейших орогенических поясов, в том числе рассматриваемого Альпийско-Центральноазиатского пояса [Макаров, Спиридовон, 1982], является тектоническая расслоенность литосферы, что, очевидно, обеспечивает всю пластику и возможность значительных деформаций коры в целом и неизбежную автономию тектономагматических и других процессов на разных ее уровнях. Имеющиеся материалы показывают, что расслоенность и субгоризонтальные срезы не выдерживаются пространственно. В основной своей массе они локальны, хотя намечаются отдельные горизонты срезов и послойных перемещений, охватывающие достаточно большие объемы (в основании коры, в зоне раздела гранитного и базальтового слоев, между осадочным слоем и гранитно-метаморфическим основанием). Достаточно многочисленны горизонты разупрочнения и пониженной вязкости вещества в верхней мантии орогенных областей. Степень тектонической расслоенности литосферы, очевидно, можно считать не только свойством, но и определенным показателем тектонической активности и деформированности среды, которую следует связывать, в первую очередь, с воздействием латеральных тектонических сил и движений.

Общей чертой всех рассмотренных областей является отчетливо выраженный перекрестный характер их неотектонической структуры, который заключается во взаимном наложении или, точнее, интерференции тектонических зон разных направлений. Активность и форма их проявления в разных частях орогенов в разрезе и по простиранию, а также во времени весьма изменчивы. С этим свойством литосферы непосредственно связана, по крайней мере отчасти, ее тектоническая расслоенность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арган Э. Тектоника Азии.— М.; Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935.— 192 с.
- Велинов Т., Бояджиева К. Геотермични исследования в Българии.— София: Техника 1981.— 154 с.
- Девяткин Е. В. Кайнозой Центральной Азии.— М.: Наука, 1981.— 197 с.
- Зорин Ю. А., Новоселова М. Р., Рогожина В. А. Глубинная структура территории МНР.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982.— 94 с.
- Макаров В. И., Кожурин А. И., Игун Чонг Ем, Игун Линь Ту. Новейшая тектоническая структура Северного Вьетнама // Геотектоника.— 1988.— № 1.— С. 69—79.
- Макаров В. И., Спиридовон Х. Б. Новейшая тектоника Родопского массива и прилегающих территорий // Геотектоника.— 1982.— № 2.— С. 65—79.
- Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа.— М.: Недра, 1968.— 483 с.
- Недялков П., Черемисин Н., Куюмджиева Е. и др. Фациальные и палеогеографические особенности отложений неогена Санданско-Грабен // Geologica balcanica.— 1986.— Т. 16, № 1.— С. 69—80.
- Пейве А. В. Основные черты тектоники Балкано-Карпатской области // VII конгресс Карпато-Балканской геологической ассоциации: Доклады. Т. 1.— София, 1965.— С. 173—178.
- Пенк В. Морфологический анализ.— М.: Географгиз, 1961.— 359 с.
- Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня.— М.: ОГИЗ, 1948.— 222 с.