

ОРОКЛИНАЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ АНД:  
ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ

М.Г. Ломизе

Ороклинали – горизонтальные изгибы орогенов дугообразной или иной формы - широко известны в межконтинентальных складчатых поясах, где они формируются течением горных масс при неравномерном коллизионном сжатии. Гораздо меньше исследованы ороклинали окраинно-континентальных складчатых поясов, где у границы с океаном они образуются в принципиально иных геодинамических обстановках, главным образом надсубдукционных. Наиболее полный геолого-геофизический материал, палеомагнитные определения и данные GPS есть для Боливийской ороклинали Центральных Анд.

Обсуждая происхождение и формирование этой структуры мы исходим из следующей модели развития андской континентальной окраины в позднем мезозое – кайнозое:

I. Предорогенный этап (110-50 млн.лет) – на смену растягивающим напряжениям установилось горизонтальное сжатие, которое в это время (и в дальнейшем) определялось и поддерживалось западным дрейфом континента, давлением его края на закоренный в мантии океанический слэб. Незначительные деформации сжатия сопровождались некоторым утолщением коры и поднятием окраины над уровнем моря;

II. Орогенный этап (50-0 млн. лет); II-1. Ранняя и зрелая стадии орогенеза (50-10 млн. лет) – возросшие сжимающие напряжения привели к вязкопластичному горизонтальному сокращению уже разогретой и механически ослабленной коры между жесткой фронтальной зоной и Южно-Американским кратоном. Соразмерное увеличение толщины коры сопровождалось ростом горного рельефа. II-2. Поздняя стадия орогенеза (10-0 млн. лет) – дальнейший разогрев и снижение вязкости утолщенной коры с ее частичным плавлением изменили механизм горизонтального сокращения континентальной окраины под действием сжимающих напряжений. Началось латеральное внедрение края кратона под Анды, в размягченные коровые массы. Их нагнетание привело к быстрому воздыманию горного сооружения до максимальных отметок.

Место заложения будущей Боливийской ороклинали мог контролировать небольшой в то время излом простираения тихоокеанской береговой линии на 18° ю.ш. – там, где впоследствии образовался современный «угол Арики». Формирование ороклинали началось вместе с орогенным этапом развития континентальной окраины, когда усилилось её сжатие, а на некотором расстоянии от желоба появилась область с механически ослабленной корой, разогретой над зоной субдукции. Именно эти условия сделали возможным деформационное сокращение коры, неравномерное распределение которого вдоль континентальной окраины

(продольный градиент такого сокращения) определяло ороклинальный изгиб Анд. Отчетливо различаются две фазы развития Боливийской ороклинали с разным механизмом деформаций: главная фаза и фаза шарьяжной проградации.

**Главная фаза** (в условиях ранней и зрелой стадий орогенеза), длительность около 40 млн. лет. Произошло многокилометровое деформационное сокращение обширной области, зажатой между фронтальной зоной континентальной окраины и кратоном (в пределах Альтиплано с обрамляющими Прекордильерой и Восточной кордильерой). В упруго-хрупкой верхней коре оно выражено системами взбросов, надвигов и сдвигов (thick-skinned thrusting), господствуют структуры «чистого скола» (pure shear). Сокращение было максимальным на широте Арики (до 250 км [1]) и убывало как на север, так и на юг, формируя ороклиналь. Соответствующие развороты на ее крыльях выражены в палеомагнитных данных. Расчетные векторы горизонтального смещения блоков ороклинали выявили меридиональные компоненты движения, направленные встречно к ее оси.

**Фаза шарьяжной проградации** (в условиях поздней стадии орогенеза), длительность около 10 млн. лет. С началом пододвигания Южно-Американского кратона под Анды аккомодация сжимающих напряжений сосредоточилась на их границе, где горизонтальное сокращение более чем на 100 км выражено срывами и шарьяжными смещениями платформенного чехла - деформациями «простого скола» (thin-skinned thrusting, simple shear). Формировалась система Субандских хребтов, которая распространялась все дальше в пределы кратона, наращивая Боливийскую ороклиналь. Западнее, в Альтиплано (и на его обрамлениях) сохранялся прежний характер деформаций, но они стали значительно слабее (сокращение там около 30 км). Продолжающееся в настоящее время развитие ороклинали, в том числе разворот крыльев и течение горных масс, прослеживается по данным GPS [2].

За время формирования Боливийской ороклинали суммарное сокращение коры на ее оси могло быть около 400 км, а развороты -  $37^{\circ}$  на северном крыле и  $29^{\circ}$  на южном [1].

#### *Литература*

1. Arriagada C., Roperch P., Vpodosis C., Cobbold P.R. Paleogene building of the Bolivian Orocline: tectonic restoration of the Central Andes in 2-D map view // Tectonics. 2008. Vol. 27. № 6. TC6014, doi:10.1029/2008TC002269.
2. Kendrick E., Brooks B.A., Bevis M., Smalley R., Lauria E., Araujo M., Parra H. Active orogeny of the South-Central Andes studied with GPS geodesy // Revista Asociacion Geologica Argentina. 2006. Vol.61. № 4. P. 555-566.