

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ
ПРИ ОНЗ РАН
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ГИН РАН)
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАНТИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ-2023

Материалы LIV Тектонического совещания

Том 2

Москва
ГЕОС
2023

**В.Г. Трифионов¹, С.Ю. Соколов¹, С.А. Соколов¹,
С.В. Мазнев¹, К.И. Юшин¹**

Хангайский внутримантийный плюм и его воздействие на кайнозойскую структуру земной коры севера Центральной Азии

Цель сообщения – определить соотношения Хангайского внутримантийного плюма с кайнозойской структурой севера Центральной Азии в пределах 42–58° с.ш. и 88–118° в.д.

Признаками Хангайского плюма стали, прежде всего, многократные проявления мелового и кайнозойского базальтового вулканизма в одних и тех же местах [2]. На существование плюма указывали предшествовавшие сейсмологические исследования, но предлагавшиеся в них контуры и размеры плюма существенно различались. Это побудило нас провести новое исследование, основанное на анализе объемной модели МІТР08 вариаций скоростей *P*-волн, выраженных отклонениями скоростей от средних значений (δV_p) в процентах [3]. Составлена серия разноглубинных сечений и ортогональных разрезов мантии, где наряду со значениями δV_p на разрезах показана граница значения $\delta V_p = -0.22\%$ между разрезами. Это позволило построить 3D модель плюма.

Установлено, что Хангайский плюм расположен под Центральной и Восточной Монголией и соседними территориями и представляет собой обширный объем мантии с существенно пониженными скоростями продольных (*P*) волн. Главное тело плюма находится под Гобийским Алтаем и Хангайским нагорьем и протягивается на север до края Южной Сибири. Плюм восходит с глубины ~1300 км. На уровне переходного слоя мантии он разделяется на отдельные струи, а в верхней мантии расширяется и

¹ Геологический институт РАН, Москва, Россия

отличается особенно низкими значениями скоростей (до $\delta V/p \leq -0.6\%$). Литосфера над плюмом утонена до 50 км. Восточнее основного тела плюма обособляется его Хэнтэйское ответвление, расположенное к ЮВ от Хэнтэйского нагорья и соединяющееся с основным телом плюма на глубинах 800–1000 км. Низкоскоростные потоки от Хангайского плюма и его Хэнтэйской ветви распространяются в Забайкалье. Подтверждено существование канала с пониженными скоростями *P*-волн, который, постепенно погружаясь, связывает мантию Забайкалья с низкоскоростными объемами Тихоокеанской окраины. Таким образом, низкоскоростная мантия Забайкалья может иметь смешанное происхождение.

Новейшая структура севера Центральной Азии образована поднятиями, впадинами, нарушающими и разделяющими их разломами. Форма поднятий определялась как вершинная поверхность, огибающая выступы доверхнемелового основания. На основе предпринятого анализа и обобщения выделены две группы новейших поднятий. Первая группа представлена Хангайским и меньшим по размеру и высоте Хэнтэйским нагорьями. Это изометричные сводовые поднятия. Наиболее поднятая южная часть Хангайского нагорья достигает высоты 3500–4000 м. Вторую группу образуют линейные сводово-глыбовые поднятия – Гобийский и Монгольский Алтай, Северная Тува, Восточный Саян. В их строении блоковые смещения по разломам сочетаются с изгибными деформациями, интенсивность которых уменьшается к северу. Большинство поднятий Прибайкалья и Забайкалья, сопряженных с грабенами, имеет форму односторонних горстов. Впадины представлены грабенами Байкала, Забайкалья и северной части Хангайского нагорья и депрессиями разных очертаний, группирующимися в пояса. С-образный пояс таких впадин (Южная впадина Байкала, Тункинская, Тувинская и Убсу-Нурская впадины, Котловина Больших Озер и Долина Озер) обрамляет Хангайское нагорье с севера, запада и юга. С ЮВ Хангайское и Хэнтэйское нагорья обрамлены кулисным рядом прогибов северо-восточного простирания, протягивающихся вдоль границы Монголии.

Анализ разрезов впадин, основанный на многочисленных публикациях, дополненных данными авторов доклада, позволил установить историю развития впадин и окружающих поднятий. Для ее описания использовано разделение разреза на три тектоно-стратиграфических комплекса, предложенное для Байкала [1]. Они соответствуют трем этапам формирования новейшей структуры: верхний мел – ранний олигоцен, поздний олигоцен – ранний плиоцен, поздний плиоцен – квартал.

В течение первого этапа регион развивался в условиях вялых тектонических движений и планации. Между Тянь-Шанем и широтой южного края Хангайского нагорья формировался аккумулятивный пенеплен с накоплением маломощных тонкообломочных континентальных отложе-

ний. В похожем режиме развивался Селенгино-Витимский прогиб. На остальной территории, включая Монгольский Алтай, Саяны и Хангайское нагорье, возник денудационный пенеплен. На этом фоне погружались грабены Забайкалья и особенно интенсивно Южная и Центральная впадины Байкала, где накопилось до 3 км осадков. В течение второго этапа развития сформировался С-образный пояс впадин вокруг Хангайского нагорья. Мощность осадков в них возрастает с юга на север от 300 м в Долине Озер до 1400 м в Тункинской впадине и 2 км в Южной и Центральной впадинах Байкала. В Забайкалье возникли новые грабены. Характер осадков свидетельствует о росте соседних поднятий. В течение третьего этапа продолжалось развитие ранее образованных структурных элементов. Интенсивно погружалась Северная впадина Байкала. Восточнее ее северного окончания сформировался кулисный ряд грабенов, образовавших зону левосдвиговых деформаций. На фоне общего поднятия возросла контрастность рельефа. Сформировалась система активных разломов.

Анализ морфологии и кинематики элементов кайнозойской структуры приводит к заключению о существовании на севере Центральной Азии двух кайнозойских структурных парагенезов. Один из них (назовем его Хангайским) образован сводовыми поднятиями Хангайского и Хэнтэйского нагорий и обрамляющими их поясами межгорных впадин – С-образным поясом вокруг Хангайского нагорья и кулисным рядом впадин северо-восточного простирания к юго-востоку от Хангайского и Хэнтэйского нагорий. Элементами этого парагенеза являются также разломы, обрамляющие С-образный пояс впадин с внешней стороны.

Второй парагенез лучше всего выражен ансамблем активных разломов. Его общей чертой является доминирование сдвигов и зон сдвиговых деформаций при ориентировке осей относительного сжатия на СВ–ЮЗ и относительного растяжения на СЗ–ЮВ. При этом на западе и в центре региона (западнее 104° в.д.) сдвиги чаще всего сочетаются со взбросами, обозначая трансрессивные условия разломообразования, а на СВ региона преобладают сбросы, местами группирующиеся в зоны левосдвиговых деформаций или сопровождаемые левыми сдвигами, обозначая условия растяжения и транстенсии.

Первый парагенез связан с воздействием вертикальных сил. Второй парагенез является следствием латерального взаимодействия плит и блоков литосферы. Сочетание столь различных по своей природе динамических воздействий может объясняться тем, что парагенезы разновозрастны или являются результатом процессов, происходящих на разных уровнях тектоносферы. Хангайский парагенез формировался длительно. Впадины С-образного пояса развивались с позднего олигоцена до конца квартала, а Хангайский свод проявлялся как источник сноса обломочного материала с конца мезозоя. Активные разломы второго парагенеза развиваются с

позднего плиоцена поныне. Однако грабены Забайкалья, сходные с аналогичными образованиями этого парагенеза, формировались, начиная с мела. Южная и Центральная впадины активной Байкальской рифтовой зоны возникли в позднем мелу. Активные разломы участвуют в строении линейных сводово-глыбовых поднятий Восточного Саяна, Монгольского и Гобийского Алтая, рост которых фиксируется, по меньшей мере, с позднего олигоцена сносом с них обломочного материала. Следовательно, парагенезы развивались одновременно, и их различие обусловлено особенностями процессов на разных уровнях тектоносферы.

Сопоставление Хангайского парагенеза с контурами Хангайского плюма на разных его глубинах показывает, что Хангайское нагорье находится над главным телом плюма, а самая высокая южная часть нагорья совпадает с корнем плюма на глубине ~1300 км. Хэнтэйское нагорье находится непосредственно с СЗ от Хэнтэйского ответвления плюма и частично над ним. Пояса впадин обрамляют главное тело плюма и его Хэнтэйское ответвление. Мы предполагаем, что образование нагорий связано с вертикальным давлением плюма, а пояса впадин – с радиальными силами, возникающими при таком давлении. Все проявления базальтового вулканизма, который может считаться плюмовым [2], находятся внутри контуров Хангайского плюма.

Второй структурный парагенез возник в результате взаимодействия плит и блоков литосферы. На северо-востоке региона это более высокая скорость юго-восточного дрейфа Амурской плиты по сравнению с соседней частью Евразии, приводящая к отодвиганию плиты от Сибирской платформы. На западе и в центре региона это коллизия Индийской и Евразийской плит, а конкретно – литосферных блоков Центральной Азии и Сибирской платформы. Из-за утонения и разупрочнения литосферы над Тибетским и Хангайским плюмами структурообразующий эффект давления Индийской плиты к северу ослабевает, и более важную роль приобретает встречное давление Сибирской платформы.

На глубинах низов верхней и верхов нижней мантии выявлена связь Хангайского плюма с Тибетским плюмом, расположенным под Центральным и Восточным Тибетом севернее блока Лхаса. Тибетский плюм восходит с глубин 1400–1600 км и имеет форму воронки, расширяющейся в верхней мантии. Над Хангайским и Тибетским плюмами литосфера утонена, и с обоими плюмами связаны поднятие земной поверхности и существенные, хотя и ограниченные по площади деформации земной коры смежных территорий. Мы полагаем, что эти плюмы представляют особый класс мантийных плюмовых образований, восходящих из верхней части нижней мантии. Этим они отличаются как от верхнемантийных плюмов, так и от Африканского и Тихоокеанского суперплюмов, восходящих от границы мантии и ядра Земли. На разных глубинах верхней мантии и

верхов нижней мантии выявлены объемы с пониженными в разной мере скоростями *P*-волн, которые могут рассматриваться как каналы связи Хангайского и Тибетского плюмов с удаленными ветвями Африканского и Тихоокеанского суперплюмов. Это дает основание предположить, что суперплюмы могли питать Хангайский и Тибетский плюмы. Допускается, однако, и их самостоятельное образование.

Литература

1. *Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др.* Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2001. 252 с.
2. *Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Иванов В.Г.* Внутриплитная позднемезозойская–кайнозойская вулканическая провинция Азии: проекция горячего поля мантии // *Геотектоника*. 1995. № 5. С. 41–67.
3. *Li C., van der Hilst R.D., Engdahl E.R., Burdick S.* A new global model for P wave speed variations in Earth's mantle // *Geochemistry Geophysics Geosystems* G³. 2008. V. 9. N. 5. P. 1–21. doi:10.1029/2007GC001806