

А. П. ТАРКОВ

ПЛАНЕТАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕКТОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ ГРАВИМЕТРИИ

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 7 V 1970)

Близость средних значений аномалий Фая и изостатических аномалий к нулю доказывает, что земная кора в общем изостатически уравновешена.

Материалы региональных гравиметрических съемок широко привлекаются для приближенной оценки мощности земной коры и для определения избыточной плотности вещества верхней мантии (¹, ⁴⁻⁷, ¹⁰). Предложены различные варианты корреляционных графиков зависимости между толщиной земной коры и осредненными аномалиями Буге. Эти графики в интервале значений от -200 до $+200$ мгл (основная масса материковых и субокеанических структур) аппроксимируются прямолинейными отрезками, по угловым коэффициентам которых определялась величина избыточной плотности вещества верхней мантии ((², ⁶, ⁷, ¹⁰) и др.). Однако полученные таким способом эффективные значения избыточной плотности подкорового вещества недостаточно обоснованы (⁵, ¹⁰). Разброс отдельных точек и их групп, соответствующих крупным регионам, настолько велик, что объяснить его случайными, преимущественно геологическими причинами или недостаточной точностью определения мощности коры нельзя. Скорее всего, большая дисперсия точек фактического материала на корреляционных графиках обусловлена горизонтальной плотностной неоднородностью всей тектоносферы, простирающейся на несколько сот километров в глубину. Это подтверждается отклонениями орбит искусственных спутников Земли (¹², ¹³) и другими геофизическими исследованиями. Убедительные доказательства о существовании в верхней мантии физических неоднородностей получены также при помощи электромагнитных и особенно сейсмологических исследований (⁹⁻¹¹, ¹⁴, ¹⁶).

Для уточнения влияния планетарных неоднородностей строения тектоносферы на характер эмпирической зависимости аномалий Буге от мощности земной коры при проведении осредненного графика были выделены в земной коре так называемые эталонные районы, различающиеся геологическим строением, историей развития и глубиной структурой (рис. 1). Число используемых точек на графике ограничено, потому что выбирались наиболее представительные группы, характеризующие различные эталонные районы. Последние включают акватории внутренних и эпиконтинентальных морей с субокеанической корой, докембрийские платформы и щиты, лишенные коровых корней, складчатые сооружения палеозойской орогении, области альпийской складчатости и горные сооружения неотектонической активизации. Кроме эталонных районов, аппроксимируемых осредненным графиком $\delta g_0''(H)$, выделены «аномальные» районы (структуры), значительно отклоняющиеся от общей корреляционной зависимости (см. рис. 1).

Наклон осредненного графика не постояен, меняется от одного эталонного района к другому, отражая изменения в строении тектоносферы и распределение в ней плотностей.

В интервале значений от -60 до $+20$ мгл зависимость между толщиной земной коры и величиной аномалий Буге близка к линейной. Осред-

ненный график на этом участке аппроксимируется отрезком прямой линии с угловым коэффициентом 5 мгл/км. В структуре земной коры рассматриваемому интервалу значений аномалий Буге соответствуют древние консолидированные платформы, щиты и складчатые сооружения палеозойской эрозии со средней мощностью коры (45—30 км), практически лишенные погруженных в мантию «базальтоидных» корней (рис. 1). Земная кора таких геоструктур сильно силицирована и состоит обычно из «гранитного» и «базальтового» слоев примерно одинаковой мощности.

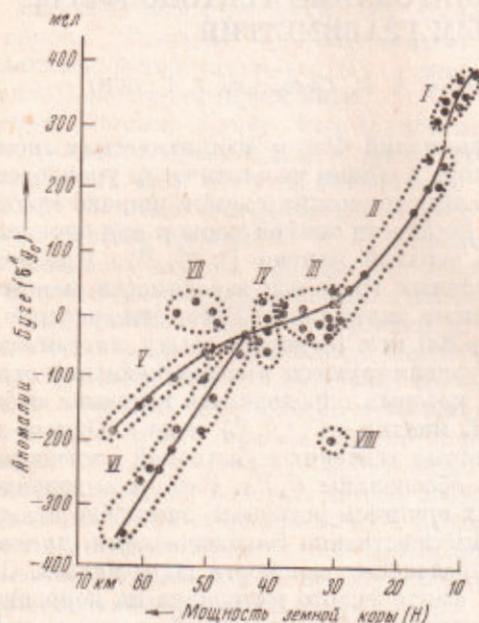


Рис. 1. Осредненные графики зависимости между мощностью земной коры и аномалиями Буге. I — акватории глубоководных океанических впадин; II — области внутренних и окраинных морей с субокеанической и субконтинентальной корой; III — области древних платформ с корой нормальной мощности; IV — области палеозойской складчатости; V — области альпийской складчатости; VI — области неотектонической активизации; VII — области древних стабильных массивов и щитов с корой увеличенной мощности; VIII — орогенные области с аномально тонкой корой

Мигматизация, гранитизация и щелочной метасоматоз, наиболее интенсивно проявленные на древних докембрийских щитах (Канадский, Африканский, Скандинавский и некоторые другие), явились результатом направленно развивающегося процесса дифференциации глубинного вещества верхней мантии.

В обе стороны от рассмотренного участка эмпирический график становится заметно круче. Однако и здесь за первое приближение к реальным условиям может быть принята линейная зависимость аномалий Буге от толщины земной коры. Правда, аппроксимирующие отрезки кривых наклонены к оси абсцисс под большими углами, отражая иное, более контрастное распределение плотности в тектоносфере океанических областей и молодых складчатых сооружений на материках по сравнению с консолидированными платформенными структурами (см. рис. 1). Для альпийских складчатых сооружений и областей неотектонической активизации на корреляционном графике выделяются две самостоятельные ветви с различными угловыми коэффициентами — соответственно $\Delta(\delta g'')/\Delta H = 10$ и $\Delta(\delta g'')/\Delta H = 18$ мгл/км. Для областей неотектонической активизации, отличающихся наибольшей энергетикой современных геологических процессов и аномально высокими тепловыми потоками, по-видимому, происходит более сильное резуплотнение вещества тектоносферы. Это допущение согласуется с результатами глубинных электромагнитных исследований, установивших в разрезе тектоносферы южной активизированной части Восточной Сибири несколько зон повышенной электропроводности (2).

Для эпиконтинентальных и внутренних морей с субокеанической корой наклон осредненного графика составляет 12 мгл/км. При переходе к

океаническим областям с изобатами 4 км и более крутизна корреляционной кривой увеличивается.

Далеко за пределами полосы осреднения, ниже и выше линии эмпирического графика располагаются две группы точек, соответствующие весьма характерным структурам с аномальным строением земной коры и верхней мантии, резко различающимся между собой геологическим строением, историей развития и активностью современных тектонических движений. Выше осредненного графика показана группа точек, отвечающая древним стабильным, асейсмичным массивам, выступам и сводам с глубокими и тяжелыми «эклогито-базальтовыми» корнями (провинция оз. Верхнее, свод Адирондак в США, Воронежский и Кокчетавский массивы и Украинский кристаллический щит в СССР). Тектоносфера в этих районах состоит из вещества повышенной плотности. Средняя скорость в кристаллической коре равна 6,6—6,7 км/сек., т. е. несколько выше значения скорости в гранитном слое. На территории Воронежского массива по данным ГСЗ⁽⁸⁾ установлено, что пластовые скорости в земной коре и верхней мантии монотонно возрастают, достигая на глубине 70—75 км значений 8,5—8,9 км/сек. Граница Мохоровичича (M_1) в пределах восточной половины массива погружается на глубину 50 км. Граничная скорость на этой границе изменяется в диапазоне от 8,2 до 8,6 км/сек, достигая максимального значения в восточной части массива. На глубине 75—80 км в верхней мантии выделена устойчивая сейсмическая граница M_2 , образующая зеркальную структуру по отношению к границе M_1 . Поведение и общий характер гравитационного поля больше согласуется с гипсометрией подкорковой границы M_2 и в меньшей степени со строением кристаллической коры и рельефом границы M_1 . Устанавливается зависимость между величиной скоростных параметров в кристаллической коре и глубиной залегания границы M_2 . Максимальные значения: $V_T = 8,6$ км/сек, $V_{cp} = 6,6$ км/сек — приурочены к восточной, Липецко-Воронежской, половине массива, где подкорковая граница M_2 наиболее приближена к земной коре ($H_{M_1} = 50$ км, $H_{M_2} = 75$ км). В этой связи подкорковая граница M_2 в известном смысле может рассматриваться как фронт метаморфизма, содействовавший преобразованию вещества коры и верхней мантии в более плотные фазы, такие как эклогитовая или гиперстен-гранатовая. Однако метаморфизм в пределах описываемых докембрийских структур протекал при весьма ограниченном выносе в верхние слои тектоносферы главных литофильных элементов — K, Na, Si, Al.

Образовавшаяся земная кора слабо силицирована: в ее разрезе преобладают метасланцевые и базитовые фации при резко подчиненном распространении гранитных и щелочных интрузий.

В отличие от других древних щитов здесь слабо проявлены калиевый метасоматоз и трашловый магматизм; практически не представлены среди докембрийских базитов и гипербазитов щелочные фации, производные глубинных магматических очагов верхней мантии. Все сказанное свидетельствует об относительно слабой химической дифференциации мантийного вещества, из которого так и не смогли выделиться значительные количества силикатного материала, необходимые для «нормальной» гранитизации земной коры рассматриваемых «аномальных» районов. Вполне возможно, что горизонты верхней мантии под такими структурами содержат недостаточно радиоактивных теплопроводных элементов⁽¹⁵⁾.

Ниже линии осредненного графика выделяется вторая группа «аномальных» точек, отвечающая современным орогенным и высокосейсмичным структурам (провинция Бассейнов и Хребтов и отчасти плато Колорадо в Западном горном поясе США) с очень тонкой и изостатически неуравновешенной корой⁽⁹⁾. В отличие от других современных орогенных структур, земная кора рассматриваемых «аномальных» районов лишена легких компенсационных корней, проникающих в верхнюю мантию. Вместо них в провинции Бассейнов и Хребтов американские геофизики в самой верхней части мантии выделяют область с аномально низкими значе-

ниями сейсмических скоростей и плотностей. Интенсивные гравитационные депрессии, аномально высокие тепловые потоки и низкие значения граничной скорости в кровле мантии (7,3—7,8 км/сек⁽¹⁷⁾) подчеркивают особенности строения тектоносферы и указывают на значительный разогрев и большую разуплотненность подкорового вещества этих районов. Интерпретация гравиметрических материалов показала, что разуплотнение вещества в верхней мантии распространяется до глубины по крайней мере 70—80 км. Провинция Бассейнов и Хребтов и соседние с ней районы плато Кблорадо являются частью современного рифтового пояса, выделяемого на западе США. Эти районы территориально, а также по интенсивности тектонических процессов, активности вулканической деятельности в кайнозое и величине тепловых потоков примыкают с севера к центральному трогу Восточно-Тихоокеанского хребта⁽¹⁸⁾.

Отмеченные особенности строения тектоносферы находят подтверждение и в другой эмпирической зависимости — между мощностью земной коры и рельефом ее поверхности.

Воронежский государственный университет
им. Ленинского комсомола

Поступило
5 V 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. А. Андреев, ДАН, 119, № 2 (1958). ² А. П. Булмасов, Сборн. Байкальский рифт, «Наука», 1968. ³ М. В. Гаовский, Сборн. Современные движения земной коры, № 1, Изд. АН СССР, 1963. ⁴ Н. П. Грушинский, Сообщ. гос. астроном. инст. им. П. К. Штернберга, № 119 (1961). ⁵ Г. З. Гурарий, И. А. Соловьева, Междунардн. геол. конгресс, XXII сессия, Доклады сов. геол., Проблема 12, 1964. ⁶ а) Р. М. Деменецкая, Сов. геол., № 8 (1958); б) Р. М. Деменецкая, Кора и мантия Земли, М., 1967. ⁷ А. П. Тарков, С. Н. Закутский, В. М. Максимов, ДАН, 184, № 3 (1969). ⁸ А. П. Тарков, С. С. Уамо, Н. И. Надёжка, ДАН, 198, № 1 (1971). ⁹ K. Aki, F. Press, The Geophys. J. Astron. Soc., 5, № 4 (1961). ¹⁰ W. Belousov, I. P. Kosminskaya, Canad. J. Earth Sci., 5, № 64, Part 2 (1968). ¹¹ J. Dorman et al., Bull. Seismol. Soc. Am., 50, № 1 (1960). ¹² N. H. Guier, R. R. Newton, J. Geophys. Res., 70, № 18 (1965). ¹³ W. M. Kauula, J. Geophys. Res., 68, № 2 (1963). ¹⁴ D. L. Anderson, R. L. Kovach, J. Geophys. Res., 68, № 2 (1963). ¹⁵ L. E. Ringwood, Adv. in Earth Sci. London, 1966. ¹⁶ T. A. Santo, Bull. Earthquake. Res. Univ. Tokyo, 39, Part 4 (1961). ¹⁷ D. L. Stuart, W. H. Jackson, Geophysics, 29, № 2 (1964). ¹⁸ G. A. Thompson et al., The Rift System, Canada, 1965. ¹⁹ G. P. Woollard, J. Res. Geophys., 64, № 10 (1959).