

О. А. ВОТАХ

## ПАРАМЕТРЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ИХ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЭНЕРГИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

(Представлено академиком Ю. А. Косыгиным 28 VI 1972)

В теоретической тектонике имеется множество гипотез, изображающих механизм формирования и общую направленность развития земной коры за счет различных источников энергии и способов ее преобразования: контракции, изостазии, пульсации, радиоактивных распадов, перемещения материков, подкоровых магматических течений, гравитационного складкообразования, глубинной дифференциации вещества Земли и внешних астрономических факторов.

Обзор этих гипотез (<sup>1, 6, 7, 13</sup>) показывает, что все источники энергии, влияющие на структуру земной коры, сводятся к трем связанным взаимными переходами видам: гравитационной, тепловой и механической энергии полей напряжения. Изменение доли участия какого-либо вида энергии неизбежно приводит к нарушению равновесия в решетке земной коры и вызывает ее перестройку. Поэтому соотношение гравитационного, теплового и механического полей можно считать главным фактором, обуславливающим эволюцию и современную структуру твердой оболочки Земли.

На пути установления количественных законов, описывающих связь энергии физических полей со структурой земной коры, стоят пока еще неопределенные трудности. Одна из них — отсутствие в системе тектонических комплексов (<sup>4</sup>) «меры», зависящей одновременно от трех видов энергии, перестраивающей структуру коры путем преобразования одних ее элементов в другие.

Многочисленные попытки объемного тектонического расчленения земной коры и построение тектонических карт частей света и континентов привели к выделению (в разных местах под разными названиями) четырех главных типов тектонических комплексов: плитных, комплексов орогенных впадин, гессинклинальных комплексов и комплексов элементарных глубинных разломов. Вертикальные и латеральные ряды формаций, если их рассматривать в объеме, образуют в каждом типовом комплексе свою «структурную решетку», которая отличается от решеток тектонических комплексов других типов пространственными параметрами, обусловленными различным расположением в земной коре элементарных петрографических формаций и их групп.

Структурные решетки плитных комплексов обладают типичными чертами платформенных формаций в понимании Н. С. Шатского, Ю. А. Косыгина, А. В. Пейве и др. (<sup>14</sup>). Плитные формации спокойно залегают на больших площадях, имеют значительную выдержанность фаций и мощностей по простиранию при быстрой сменяемости в вертикальном разрезе, мощность которого по сравнению с простиранием (табл. 1) очень незначительна.

Орогенные тектонические комплексы в складчатых областях выделяются как молассовые, а на платформах — как впадины и авлакогены (<sup>3, 6, 11-13</sup>). Они представлены относительно мощными толщами осадков, заполняющих межгорные и краевые прогибы, впадины, котловины и гра-

Примерные размеры типовых тектонических комплексов земной коры

Типовые ряды тектонических комплексов	Примеры, источник	Размер, км		
		Длина <i>l</i>	Ширина <i>s</i>	Высота <i>h</i>
I. Плитные комплексы	Западно-Сибирская плита, Мезозойская плита Сахары и юга Европейской части СССР (3, 11, 12, 15)	2000	1300	3
		1400	900	3
		2200	900	3
II. Комплексы орогенных впадин	Гусиноозерская в Забайкалье, Минусинский прогиб Саяно-Алтайской складчатой области, Шелифский межгорный прогиб на севере Африки (5, 8, 9, 11, 12, 15)	25	10	4
		200	150	4
		200	50	4
III. Геосинклинальные комплексы	Геосинклиналь Большого Кавказа, Калбинско-Новосибирская геосинклиналь, Тельская геосинклиналь севера Африки (1, 9, 12, 13, 15)	1000	100	15
		1200	120	15
		900	100	12
IV. Комплексы элементарных глубинных разломов	Тарнаузская шовная зона Большого Кавказа, Главный разлом Восточного Саяна, Чингизский и Таласо-Ферганский разломы Казахстана, Иртышская зона смятия в Горном Алтае (1, 2, 10, 12, 13)	>300	10	30
		800	10	30
		600	10	30
		>400	10	30

бены, унаследованные или резко наложенные на другие комплексы и обладающие иным по сравнению с ними планом строения.

Геосинклинальные тектонические комплексы отличаются от плитных и орогенных более ясно выраженной линейностью, которая проявляется не только в конфигурации геосинклинальных прогибов, сравнительно узких и глубоких, но и в особом типе пространственного расположения формаций. По простиранию в этих комплексах наблюдается большая выдержанность состава осадков и порядка мощностей, вкрест простирания фации и мощности резко меняются.

Другую структурную характеристику имеют комплексы элементарных глубинных разломов. Их формационным решеткам свойственна (табл. 1) исключительная вытянутость и огромная по сравнению с шириной глубина проникновения в земную кору. В связи с наличием сравнительно узкой полосы сгущения разрывов и надвигов, фации и мощности вкрест простирания глубинных разломов изменяются скачкообразно. В зонах глубинных разломов отмечается резкое увеличение интенсивности складчатости, появляются сланцеватость, кливаж, метаморфизм и магматические проявления, интенсивность которых вкрест простирания резко возрастает.

Комплексы всех четырех типов могут быть выполнены различными группами или сочетаниями петрографических формаций — осадочных, магматических и метаморфических. Однотипные по структуре формационных решеток комплексы, сложенные разными петрографическими классами формаций, назовем «структурными рядами тектонических комплексов», а различные по структуре, но одинаковые по петрографическому составу комплексы — их «петрографическими рядами». Петрографические и структурные ряды, вместе взятые, составляют все множество известных в земной коре тектонических комплексов (4).

Сравнение размеров четырех типов «структурных» комплексов приводит к выводу, что все они не различаются между собой по какому-либо отдельно взятому параметру. Длина, ширина и высота (мощность, глубина проникновения в земную кору) у разных комплексов могут быть одинаковыми. Различными для всех типов структурных решеток оказываются многомерные параметры, взятые в долях по отношению один к другому, например длина относительно ширины и высоты и т. д. При таком измерении (рис. 1, табл. 1) плиты обнаруживают наименьшую относительную длину  $l^{(I)}$ , которая постепенно в относительных единицах нарастает по мере перехода к орогенным впадинам  $l^{(II)}$ , геосинклиналям

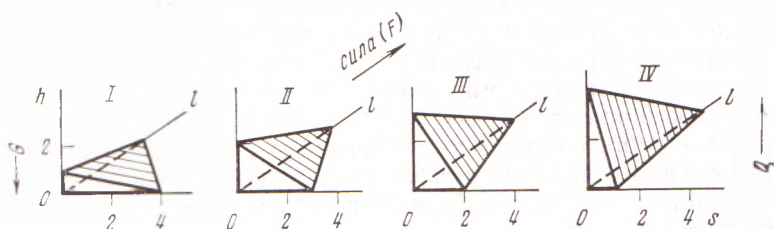


Рис. 1. Пространственные параметры типовых тектонических комплексов земной коры. I — плита, II — орогенная впадина, III — геосинклиналь, IV — глубинный разлом

$l^{(III)}$  и глубинным разломом  $l^{(IV)}$ . В этом же направлении увеличивается относительная мощность комплексов  $h^{(I-IV)}$  при одновременном сокращении ширины  $s^{(I-IV)}$ . Получается, что «сжатость» или «плотность», замеренная вкрест простирания тектонических комплексов на поверхностных срезах земной коры, прогрессивно увеличивается от плит к глубинным разломам. Это дает возможность ввести в «осадочный» петрографический ряд тектонических комплексов общую меру по одному трехмерному свойству — плотности формационных решеток, под которой понимается

$$P = h^2 / (ls). \quad (1)$$

В принятых на рис. 1 относительных единицах, отражающих количественные различия рассматриваемых параметров на уровне «больше», «меньше» или «равно», удельная плотность плитных  $P^{(I)}$ , орогенных  $P^{(II)}$ , геосинклинальных  $P^{(III)}$  и разломных  $P^{(IV)}$  комплексов будет иметь значения  $1/20$ ,  $2/9$ ,  $9/14$ , 2 соответственно.

Полученные цифры выражают на принятом уровне количественных различий линейную последовательность взаимнопереходящих качеств, каждое из которых характеризуется собственным интервалом количественных значений. Именованными числами указанные значения можно будет представить только после выбора эталонов на основе большого числа измерений  $l$ ,  $s$  и  $h$  в ряду: плита — орогенная впадина — геосинклиналь — глубинный разлом (тире здесь означает опущенные количественные характеристики удельной плотности в критических или узловых точках перехода одних комплексов в другие).

В генетическом аспекте удельная плотность  $P$  и параметры  $l$ ,  $s$  и  $h$  одновременно зависят от гравитационной  $G$ , тепловой  $Q$  и механической  $F$  энергий, за счет которых они создаются и изменяются.

Сравнительный анализ тектоники и истории формирования плит, орогенных впадин, геосинклиналей и глубинных разломов показывает, что плитные комплексы образуются практически за счет энергии гравитационного поля, равномерно распределяющего осадочный материал на поверхности планеты. Механические напряжения и связанные с ними деформации, не говоря уже о зонах повышенной проницаемости глубинного

тепла и магматизма, в истории развития плоских и обширных по площади распространения плит существенной роли не играют.

С увеличением относительной мощности комплексов  $h$  в орогенах, геосинклиналях и глубинных разломах заметно повышается доля энергии теплового поля, при этом общее удлинение комплексов по оси  $l$  обнаруживает явную связь с полями механических напряжений в земной коре. Энергия этих напряжений, как и теплового поля, в разломных комплексах оказывается наибольшей. Таким образом, энергию физических полей, взятую в долях по отношению к эталонам  $(G/G_0)$ ,  $(Q/Q_0)$  и  $(F/F_0)$ , можно поставить в функциональную зависимость от параметров  $h$ ,  $s$  и  $l$ . Выбрав затем на основании серии экспериментов некоторые коэффициенты тектонической энергоемкости структурных комплексов, можно с известной степенью приближения определить из уравнения (1) доли участия различных видов энергии в формировании тектонических комплексов земной коры. Если коэффициентом  $k$ ; обозначим количество энергии, необходимое для создания единицы объема тектонического комплекса (плитного, орогенного, геосинклинального или разломного ряда) тем или иным способом, то доля механической энергии будет возрастать с увеличением плотности формационных решеток.

Зависимость гравитационной и тепловой энергии от удельной плотности решеток — обратная. Отсюда следует, что структурный план земной коры и динамика ее тектонических процессов являются результатом непрерывного противодействия энергии механических напряжений земной коры двум другим «встречным» видам энергии — тепловой и гравитационной.

Институт геологии и геофизики  
Сибирского отделения Академии наук СССР  
Новосибирск

Поступило  
16 VI 1972

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. В. Белоусов, Основные вопросы геотектоники, 1962. <sup>2</sup> Н. А. Берзин, Зона Главного разлома Восточного Саяна, «Наука», 1967. <sup>3</sup> И. С. Вольвовский, Р. Г. Гарецкий и др., Тр. Геол. инст. АН СССР, в. 165, «Наука», 1966. <sup>4</sup> О. А. Вотах, Геол. и геофиз., № 8 (1972). <sup>5</sup> В. Д. Ермиков, В сборн. Тектоника мезозойского орогенного пояса Центральной Азии, «Наука», 1972. <sup>6</sup> Ю. А. Косыгин, Тектоника, М., 1969. <sup>7</sup> П. Н. Кропоткин, Геотектоника, № 5 (1967). <sup>8</sup> И. В. Луцицкий, Вулканизм и тектоника девонских впадин Минусинского межгорного прогиба, Изд. АН СССР, 1960. <sup>9</sup> А. Л. Матвеевская, Геосинклинальные прогибы Обь-Зайсанской геосинклинальной системы и ее обрамления, «Наука», 1969. <sup>10</sup> Е. Е. Милашовский, Сов. геол., № 5 (1962). <sup>11</sup> В. Д. Наливкин, В. А. Дедеев и др., Тр. ВНИГРИ, в. 236 (1965). <sup>12</sup> Тектоника Евразии. Объяснительная записка к Тектонической карте Евразии м-ба 1:5 000 000, «Наука», 1966. <sup>13</sup> В. Е. Хаин, Общая геотектоника, М., 1973. <sup>14</sup> Н. С. Шатский, Ю. А. Косыгин и др., В кн.: К вопросу о состоянии науки об осадочных породах, Изд. АН СССР, 1951. <sup>15</sup> Carte tectonique internationale de l'Afrique. 1/5 000 000. UNESCO — A.S.G.A., 1968.