

А. Т. Асланян

### Энергетический баланс Земли и контракционный механизм

(Представлено Н. Х. Арутюняном 25 I 1952)

Рассмотрим энергетический баланс тектонического процесса, исходя из предпосылок контракционного механизма.

Положим, что путем гравитационного сжатия внутренняя часть земного шара радиусом  $r$  уменьшается в объеме на величину  $4\pi r^2 \Delta r$ , равную величине уменьшения объема эластичной коры при пределе ее упругости. В этом состоянии оседающая кора уступает возникающим при оседании усилиям либо разрывами, либо переходом в текучее состояние.

При пределе упругости относительное изменение объема  $\epsilon$  коры выразится (с ошибкой менее  $0,1\%$  при  $\Delta r$  не более  $15 \text{ км}$ ) отношением

$$\epsilon = \frac{4\pi r^2 \Delta r}{\frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3)}, \quad (1)$$

а количество выделившейся энергии  $W$ , равное произведению веса коры (однородной и неслоистой) и пройденного ею пути—уравнением

$$W = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) Dg \Delta r, \quad (2)$$

где  $R - r$  — мощность коры,  $D$  — средняя плотность коры,  $g$  — напряжение силы тяжести.

Расходуясь частично (менее  $1\%$ ) на ускорение вращательного движения планеты, эта энергия будет накапливаться в коре в виде потенциальной энергии деформации, которая выразится уравнением

$$U = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) \cdot \frac{\sigma \epsilon}{2} + \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) \cdot \frac{\sigma}{6} \cdot \frac{\sigma}{\mu}, \quad (3)$$

где  $\sigma$  — предел текучести материала коры, принимаемый в данном уравнении приблизительно равным пределу упругости, а  $\mu$  — модуль сдвига.

Первый член правой части этого уравнения отражает, как известно, величину упругой энергии объемного сжатия коры, а второй член — величину упругого формоизменения.

Учитывая, что  $\varepsilon = 3k\sigma$ ,  $k = (1 - 2\nu)/E$  и  $\mu = E/2(1 + \nu)$  ( $k$  — коэффициент объемного сжатия коры,  $\nu$  — коэффициент Пуассона,  $E$  — модуль упругости) можем написать:

$$\frac{\sigma}{\mu} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\varepsilon(1 + \nu)}{(1 - 2\nu)}. \quad (4)$$

Заменяя во втором члене уравнения (3)  $\sigma/\mu$  его значением из (4) и приравнявая  $W$  из (2) к  $U$  из (3) получим

$$\sigma = 6 Dg \cdot \frac{1 - 2\nu}{11 - 16\nu} \cdot \frac{R^3 - r^3}{r^2} \text{ дин/см}^2. \quad (5)$$

Подставляя сюда  $D = 2,7 \text{ г/см}^3$ ,  $g = 1000 \text{ см/сек}^2$ ,  $\nu = 0,25$ ,  $R = 6,37 \times 10^8 \text{ см}$  и  $r = 6,34 \times 10^8 \text{ см}$  получаем  $\sigma = 1,04 \times 10^{10} \text{ дин/см}^2$  или около  $10000 \text{ кг/см}^2$ . Для случая гранитной коры мощностью 20 км и плотностью  $2,67 \text{ г/см}^3$  получаем  $\sigma = 7000 \text{ кг/см}^2$ . В существующей литературе для  $\sigma$  (по теоретическим вычислениям и экспериментальным данным) указываются значения от 1000 до  $10000 \text{ кг/см}^2$ , причем Веннинг-Мейнес, Гутенберг и Магницкий приемлемой считают последнюю цифру (7).

Вычисление прочности оболочки при сжатии центрального ядра не представляется пока возможным, поскольку фигурирующий в формуле (5) коэффициент Пуассона вычислен для оболочки по скорости прохождения через нее волн высокой частоты (волн землетрясений и искусственных взрывов), в отношении которых, как теперь известно, вязкие жидкости с  $\nu = 0,5$  проявляют себя как твердые тела (1,7). При  $\nu = 0,5$  оболочка, согласно формуле (5), должна иметь почти нулевую прочность, что хорошо согласуется как с изостатической тенденцией, так и с геологическими фактами.

Согласно астрономическим данным средняя скорость уменьшения радиуса Земли, вычисленная статистическим методом, составляет для исторического времени  $0,05 \text{ см/год}$  (9).

По данным автора (3) для того, чтобы объяснить распределение климатов геологического прошлого необходимо допустить скорость сокращения радиуса порядка  $0,1 \text{ см/год}$  (1 км за 1 млн. лет).

Подставляя в уравнение (2)  $\Delta r = 0,05 \text{ см}$  и приведенные выше данные о плотности, силе тяжести и мощности коры (30 км) получим  $W = 2,05 \times 10^{27} \text{ эрг/год}$ .

Среднегодовая энергия всех землетрясений составляет по новейшим данным  $1,2 \times 10^{27} \text{ эрг}$ , причем  $1,023 \times 10^{27} \text{ эрг}$  приходится на неглубокие землетрясения (8).

Количество энергии, выделяемое всеми радиоактивными элементами Земли, при спорном предположении, что вещество большей внут-

ренней части планеты выделяет такое же удельное количество радиогенной энергии, что и метеориты, оценивается в пределах от  $6 \times 10^{27}$  до  $10 \times 10^{27}$  эрг/год<sup>(5)</sup>. Таков же порядок цифр теплотеря Земли при спорном предположении, что глубокие океанические области, лишенные гранитного слоя и оставляющие около 40% земной поверхности, выделяют с единицы поверхности столько же тепла, сколько континенты и шельф.

Таким образом, на основании вышеизложенных данных можно сделать вывод, что наблюдаемый энергетический баланс Земли, в рамках точности принятых цифровых величин, вполне согласуется с энергетическим балансом контракционного механизма тектонической деформации Земли, который в толковании автора дает с единой точки зрения удовлетворительное объяснение всему комплексу геологических явлений<sup>(2,3,4)</sup>.

В заключение необходимо отметить, что расчеты, аналогичные вышеприведенным, были недавно выполнены также Е. Н. Люстихом<sup>(6)</sup>, приведшие его к противоположному выводу о разогревающейся и расширяющейся Земле. Этот вывод позднее неоднократно привлекался к геологическому и геофизическому обоснованию новой космогонической гипотезы О. Ю. Шмидта<sup>(1)</sup>.

Погрешность в расчетах указанного автора, давших для прочности коры цифру  $1700000 \text{ кг/см}^2$  против  $10000 \text{ км/см}^2$  по нашим расчетам (если восстановить пропущенный множитель 0,5 в правой части уравнения 10 на странице 2 его работы) вызвана досадным пропуском в составленных им уравнениях члена, выражающего колоссальный расход энергии на объемное сжатие коры.

Ереванский политехнический институт им. К. Маркса

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

**Երկրի էներգետիկական բալանսը եւ կոնտրակցիոն մեխանիզմը**

Հոգովածում ապացուցվում է, որ երկրի տեկտոնական դեֆորմացիայի դասական կոնտրակցիոն մեխանիզմի էներգետիկական բալանսը, ի տարբերություն նախորդ հետազոտողների սխալ դրույթներից ելնող տվյալների, ներդաշնակում է երկրի ընդհանուր էներգետիկական բալանսի հետ և ապացուցում իր հերթին այն դրույթը, որ երկրագունդը ոչ թե ընդարձակվում այլ կծկվում է:

Հոգովածում արտածվում է նաև երկրի կեղևի ամրությունը արտահայտող մի բանաձև՝

$$\sigma = 6Dg \frac{1-2\nu}{11-16\nu} \cdot \frac{R^3-r^3}{r^2} \text{ դին/սմ}^2,$$

որտեղ  $\sigma$ —կեղևի որոնելի առաձգականության սահմանն է,  $D$ —խտությունը,  $g$ —ծանրություն ուժը,  $\nu$ —Պուասսոնի գործակիցը, իսկ  $R-r$ —կեղևի հաստությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Т Р У Д Ч И Ц И П Р О З П Р Ы

<sup>1</sup> Труды первого совещания по вопросам космогонии, издание АН СССР, 1951. <sup>2</sup> А. Т. Асланян, ДАН Арм. ССР, т. XII, № 5, 1950. <sup>3</sup> А. Т. Асланян, Изв. АН Арм. ССР, т. IV, № 3, 1951. <sup>4</sup> А. Т. Асланян, ДАН Арм. ССР, т. XIII, № 5, 1951. <sup>5</sup> Л. Н. Кропоткин, Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1948. <sup>6</sup> Е. Н. Люстих, Изв. АН СССР, серия геофиз., № 3, 1951. <sup>7</sup> В. А. Магницкий, Бюллетень Моск. о-ва исп. природы. Отд. геол., том XXIII (2), 1948. <sup>8</sup> В. Gutenberg and С. F. Richter, Princetion Univ. Press. № I. 1949. <sup>9</sup> В. Meyermann, Zeitschr. Geophysik, № 4, 1928.