Известия АН Армянской ССР. Науки о Земле, 1, 20—30, 1976.

УДК 525.2+525.6+551.14

А. Т АСЛАНЯН

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МОЩНОСТИ И ПРОЧНОСТИ ЛИТОСФЕРЫ В СВЕТЕ ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИОННОГО СЖАТИЯ И ПРИЛИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ЗЕМЛИ

Естественным состоянием литосферы принято считать изостатическое состояние, предполагающее взаимодействие между крупными блоками литосферы и подстилающими их полужидкими массами астеносферы по закону Архимеда (компенсация топографических излишков на поверхности литосферы недостатком масс на глубине и топографических недостатков на поверхности—излишками масс на глубине).

Узкие зоны складчатых горных цепей, срединноокеанических хребтов, глубинных разломов и тектогенов (поясов Венинг-Мейнеса) рассматриваются при этом как пластические шарниры, которые обеспечивают взаимное перемещение блоков литосферы и возникают при крупных нарушениях изостатического равновесия литосферы, могущих быть следствием, например, уменьшения объема и контракционной усадки мантии или ротационного уменьшения эллиптичности Земли.

Если обозначить давление колонны литосферы на астеносферу $q_k = \rho_k g H$, противодавление астеносферы на литосферу q_s, приращение давления колонны литосферы, возникающее при горизонтальном ее сжатии, $\Delta q = \rho_k g \Delta H = \rho_s g w$ (ρ_k, ρ_s — плотность литосферы и астеносферы, ΔH — увеличение толщины литосферы, w — глубина прогибания литосферы в случае ее изгиба, g — ускорение силы тяжести литосферы), то равновесие системы литосфера-астеносфера выразится, уравнением

$$q_k - q_s = \Delta q, \tag{1}$$

причем условием изостатического равновесия, характеризующегося минимумом потенциальной энергии, будет равенство $q_k = q_s$, $\Delta q = 0$.

I. Возможность уменьшения объема Земли

Критерием уменьшения объема Земли является неравенство Гельмгольца.

$$3(\gamma - 1)\,U + 2K + W < 0, \tag{2}$$

в котором U — тепловая энергия, K — энергия осевого вращения, W — потенциальная энергия Земли, а γ — отношение Грюнайзена.

Если обозначить массу Земли M и удельную теплоемкость C_v то вследствие контракции под воздействием тепловой энергии U температура Земли как полузамкнутой системы повысится от начального значения T_0 до текущего значения T согласно уравнению

$$T - T_0 = \frac{U}{MC_v}. \tag{3}$$

Абсолютное значение потенциальной энергии гравитационного поля определяется выражением

$$W = \frac{3}{5-n} \cdot \frac{GM^2}{R} = \frac{3}{5-n} \cdot gRM, \tag{4}$$

а значение кинетической энергии вращения выражением

$$K = \frac{1}{2} J\omega^2, \tag{5}$$

где G — гравитационная постоянная, R — радиус Земли, n — индекс политропии, J — момент инерции, ω — угловая скорость вращения Земли.

Постоянная Грюнайзена определяется из выражения

$$\gamma = \frac{2m+3}{2m+1}$$

и равняется: 3—для сильно сжатого газа ($m=0$), 5/3—для идеальных газов ($m=1$), 7/5 — для двухатомных газов ($m=2$). Для значений $\gamma=3$, $n=0$, $J=8\cdot10^{44}$ *г/см*^{2} получаем $W=2{,}25\cdot10^{39}$ *эрг*, $2K=4{,}3\times\times10^{38}$ *эрг*, $U=4.7\cdot10^{38}$ *эрг*, $dU/dR = GM^2/8R^2 = 7{,}3\cdot10^{29}$ *эрг/см* Расчетное значение выхода радиогенного тепла хондритовой модели Земли за $4{,}6.10^9$ лет составляет $4{,}5.10^{37}$ *эрг* (10^{28} *эрг/г*), а для модели из лунного вещества $1{,}4.10^{38}$ *эрг* (3.10^{28} *эрг/г*) [3, 14].

По опытным данным для испарения одного грамма кристаллических пород требуется $1{,}1\cdot10^{11}$ *эрг* энергии, чему соответствует повышение температуры порядка 9.800°K, а для испарения всего вещества Земли потребуется энергии порядка половины потенциальной энергии ее гравитационного поля (10^{39} *эрг*).

Полагая для Земли $n_{min}=0$, $\gamma_{max}=3$, из (2) и (3) получим при $K \ll W$, $T_0 \ll T$, то значение T, ниже которого Земля будет, безусловно, сжиматься

$$T_{min} < \frac{gR}{10\,C_v}. \tag{6}$$

Подставляя сюда значения $g=980$ *см/сек*^{2}, $R=6{,}37\cdot10^8$ *см*, $C_v=10^7$ *эрг/г. град*, получаем $T=6300$°K. Поскольку средняя температура Земли по разным оценкам примерно вдвое меньше этого значения T, то сжатие ее можно считать неизбежным. Учет радиогенного тепла и энергии вращения почти не влияет на указанное неравенство, поскольку, как отмечалось, выход радиогенного тепла меньше выхода тепловой энергии гравитационного сжатия на один порядок, а кинетическая энергия вращения планеты меньше нее на два порядка. Следует указать, что уменьшение объема Земли, как это принималось в исследованиях Девисона, Джеффриса и др. [5], должно произойти за счет усадки верхней мантии и будет сопровождаться возникновением в мантии глобальной сети зон растяжения и зияющих разломов, контролирующих эвгеосинклинальные зоны, зоны глубинных разломов и пояса вулканической активности [2].

Существуют веские основания полагать средний состав Марса соответствующим составу метеоритов [6]. Средняя плотность Земли равнялась средней плотности Марса (3.95 *г/см³*) при радиусе Земли 7100 *км*. Поскольку угловой момент Земли ωJ при гомологическом сжатии остается постоянным, то для нее $\omega R^2 = \text{const}$, $2\omega R \Delta R + R^2 \Delta\omega = 0$, или

$$\frac{2\Delta R}{R} = -\frac{\Delta\omega}{\omega} = -\frac{\Delta\tau}{\tau}, \tag{7}$$

где ΔR, $\Delta\omega$, $\Delta\tau$ — соответствующие приращения R, ω и $\tau = 2\pi/\omega$.

Согласно астрономическим данным, для исторического времени относительное изменение расчетного приливного ускорения вращения Земли $\Delta\omega/\omega$ за год составляет $-24{,}5 \pm 1{,}1 \cdot 10^{-11}$, в то время как значение наблюдаемого ускорения составляет $-15{,}9 \pm 0{,}7 \cdot 10^{-11}$ *год*$^{-1}$ [4]. Недостающее замедление порядка 40% от расчетного обусловливается, очевидно, уменьшением радиуса Земли, сопровождающимся увеличением скорости ее вращения. Для последних двух тысячелетий $\Delta\omega/\omega$ достигало значения $+3{,}3 \cdot 10^{-7}$ [10], чему, согласно (7), соответствует уменьшение радиуса Земли на 5,3 *см* за каждые 100 лет; в астрономической литературе чаще встречаются оценки порядка 4,5—5 *см* за 100 лет [1].

2. Возможность потери устойчивости литосферы вследствие уменьшения эллиптичности Земли

Эллиптичность Земли уменьшается вследствие лунно-солнечного приливного торможения ее суточного вращения.

В работах Макдональда, Юри, Фиша и др. [14] показано существование эмпирической зависимости между массой и моментом количества движения планет солнечной системы. Согласно этой зависимости в прошлом, до значительного удаления Луны от Земли, продолжительность земных суток была примерно вдвое меньше современного ее значения и находилась в пределах 9,9—13,1 *ч*, причем расстояние между ними было минимальным 1,75.10⁹ лет тому назад.

Ловеринг, Дилл и Джохансон [17] показали, что изменения линий нарастания на раковинах морских организмов пропорциональны уменьшению числа дней в году. Ими было установлено, что примерно 420 *млн. лет* тому назад (в силуре) сутки состояли из 21 современного часа, а год—из 421 короткого дня. Аналогичными исследованиями показано, что для среднего девона сутки имели 22 *ч*. [18]. При таком темпе уменьшение продолжительности суток за все фанерозойское время (около 600 *млн. лет*) составит 4 *ч* за все послекарельское время

(1,75.10^9 *лет)* около 12 *ч* и уменьшение продолжительности суток составляет за каждые 100.000 *лет* в среднем 2,5 *сек* (по астрономическим данным 2 *сек* за 100.000 *лет)*.

Сделан ряд попыток оценить то значение замедления вращения (уменьшение эллиптичности) Земли, при котором разность накапливаемых в коре радиального σ_r и тангенциального σ_θ напряжений превосходит предел прочности литосферы и приводит к ее разрушению путем возникновения пластических шарниров (геосинклинали) или разрывных нарушений (глубинные разломы). Л. С. Лейбензон [8] выразил это условие формулой

$$\sigma_s = \frac{1}{3} \rho_k gRm \gamma a \cdot \frac{\Delta\tau}{\tau}, \tag{8}$$

где ρ_k — плотность, R — радиус, g — ускорение силы тяжести литосферы, $m = \omega^2 R/g$, ω — угловая скорость вращения Земли, γ — фактор Лява в теории приливной деформации Земли (отношение возмущающей литосферу деформирующей силы к той же силе для абсолютно твердой модели Земли), a—зональный коэффициент (для экватора a равняется 148,1, для полюсов—102,8 и имеет минимум 73,7 на широте 45°), $\Delta\tau/\tau$ — относительное изменение продолжительности суток, необходимое для разрушения литосферы при достижении предела текучести $\sigma_r - \sigma_\theta = \sigma^s$

Недостатком прежних попыток определения $\Delta\tau/\tau$ является постулирование ненапряженного состояния литосферы в начальный момент торможения ($\tau - \Delta\tau$). При такой постановке задачи, как увидим ниже, формула (8) дает $\Delta\tau = 15$ *мин* (при $\sigma_s = 2700$ *кг/см*^{2}, $a = 148,1$) и требует для замедления на $\Delta\tau = 17$ *мин* время около 40 *млн. лет*.

Другую возможность оценки $\Delta\tau/\tau$ дают следующие соображения.

Если в настоящее время угловая скорость вращения Земли составляет $\omega = 2\pi/\tau$, а в прошлом она равнялась $\omega_0 = 2\pi/\tau_0$, то разность плотностей энергий вращения при таком изменении скоростей будет

$$\Delta\varepsilon = \frac{1}{2} k_0 \rho_m gRm \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right), \tag{9}$$

где k_0 — постоянная жирации Земли, равная 0,331, $m = \omega^2 R/g = 1/288,37$.

Если ω не очень сильно отличается от ω_0, то можно положить $\omega + \omega_0 = 2\omega$, $\omega_0 - \omega = \Delta\omega$, $\Delta\omega/\omega = \Delta\tau/\tau$ и далее, если положить в (9) ρ_m, равную плотности литосферы ρ_k, получим

$$\Delta\varepsilon_k = \frac{1}{2} k\rho_k gRm \cdot \frac{2\Delta\tau}{\tau}, \tag{10}$$

где $\Delta\varepsilon_k$— разность плотностей энергии вращения шара, имеющего среднюю плотность литосферы ρ_k.

Плотность потенциальной энергии упругой деформации материала такого шара с коэффициентом твердости $\mu = \rho_k gR/4(1+\nu)$ и коэффициентом Пуассона ν равняется

$$\Delta W_e = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_s^2}{\mu}, \tag{11}$$

а предел текучести при полярном сжатии α [5].

$$\sigma_s = \frac{2}{5} \alpha \rho_k g R. \tag{12}$$

Принимая, что при приливном торможении вращения Земли энергия $\Delta\tau$ преобразуется полностью в энергию ΔW_e, из сравнения (10), (11), (12) получаем

$$\frac{\Delta\tau}{\tau} = \frac{192}{450} \cdot \frac{(1+\nu)}{k_0} \cdot \frac{\alpha^2}{m}. \tag{13}$$

Подставляя $\nu = 0{,}25$, $k_0 = 0{,}331$, $\alpha = 1/298{,}25$, $m = 1/288{,}37$ $\tau = 24$ *ч* $= 1440$ *мин*, получим $\Delta\tau = 6{,}7$ *мин*.

3. Вопрос гравитационной устойчивости литосферы; критическая мощность литосферы

Наиболее характерными и широко распространенными тектоническими элементами литосферы являются изгибные структуры, осложненные по краям разломами глубокого заложения. Рассматривая достаточно крупные блоки литосферы как твердые пологие сферические оболочки, залегающие на текущем квазимагматическом основании (астеносфере) и руководствуясь теорией продольного изгиба Жермен-Лагранжа, можно считать, что при таком изгибе и энергетически наиболее выгодном синусоидальном профиле изогнутых структур, литосфера, теряя устойчивость, на первых порах будет образовывать прогибы и поднятия шириною

$$L = \pi a = \pi \sqrt[4]{\frac{B}{\rho_s}}, \tag{14}$$

где $B = EH^3/12$ — жесткость изгиба, E — модуль упругости, H — мощность литосферы, ρ_s — плотность субстрата литосферы, в предположении, что в условиях чрезвычайно длительного времени действия тектонических сил материал субстрата ведет себя как жидкость [1, 2, 5].

В соответствии с теорией Эйлера вертикальная весомая колонна литосферы будет терять устойчивость тогда, когда действующая на данную полосу литосферы горизонтальная сила достигнет величины

$$P = P_1 + Q = \frac{2\pi B}{a} \tag{15}$$

$$P_1 = 2\rho_s a^2 - \pi H \rho_k a, \tag{16}$$

где $P_1 = H\sigma_1$ — внешняя горизонтальная сила, действующая на край изгибающейся литосферы (тектогена), σ_1 — осевое напряжение в момент потери устойчивости литосферы, $Q = \rho_k L$ — сила давления собственного веса изогнутой зоны литосферы шириной L, ρ_k — плотность литосферы [2, 13].

Если литосфера теряет устойчивость под влиянием лишь собственного веса, без участия внешней силы ($P_1 = 0$) — по достижении некоторой критической толщины, то из (15) при $P_1 = 0$, $\sigma = 0$, получим [2]

$$Pa = 2\pi B, \quad Qa = 2\pi B, \quad QL = 2\pi^2 B \tag{17}$$

или

$$H_{кр} = \frac{2}{3}\left(\frac{\rho_s}{\rho_k}\right)^3 \cdot \frac{R}{\pi^4}\,. \tag{18}$$

Средняя плотность континентальной коры над границей раздела M_0, $\rho_k = 2{,}76$ *г/см*^{3}, плотность вещества ниже границы M_0, $\rho_s = 3{,}31$ *г/см*^{3}. При $R = 6371$ *км* из (18) получаем $H_{кр} = 73$ *км*[1]. Для модели Буллена „Земля—В“ $\rho_k = 3{,}13$ *г/см*^{3}, $\rho_s = 3{,}86$ *г/см*^{3}, $q_k = \rho_k g H = 2{,}5 \cdot 10^{10}$ *дин/см*^{2}, $H_{кр} = 80$ *км*. Для областей земного шара, где можно ожидать $\rho_k = \rho_s$, (18) дает $H_{кр} = 43$ *км*.

Таким образом, выясняется возможность спонтанной потери устойчивости литосферы, если она залегает на текучем субстрате и достигает мощности 70—80 *км*. По-видимому, в таком состоянии находится литосфера в зонах молодых высокогорных складчатых цепей типа Гималаев, Памира, Кавказа, Анд и др., где мощность коры составляет 60—70 *км* и иногда достигает 80 *км*.

Ширина прогибов литосферы (тектогенов), на месте которых возникли альпинотипные горные сооружения, с учетом смятия пластов на 20%, составляет $L = 240 \pm 20$ *км*. Отсюда, согласно зависимости $L = \pi a$, $a = 80$ *км*, т. е. $H_{кр} = a$.

4. Модуль упругости литосферы

При уменьшении радиуса R Земли на величину ΔR, поверхность литосферы $S = 4\pi R^2$ уменьшается на величину

$$\Delta S = 4\pi R^2 \cdot \frac{2\Delta R}{R}$$

и в литосфере выделяется энергия

$$W_k = 4\pi R^2 \cdot \rho_k g H \Delta R. \tag{19}$$

Следуя классическому методу Брайена, предположим, что эта энергия расходуется полностью на равномерную переработку материала всей литосферы до состояния ультраметаморфизма, происходящего при напряжении, равном модулю упругости этого материала E. Эта энергия равна работе сил ультраметаморфизма литосферы

$$W_m = 4\pi R^2 \cdot \frac{2\Delta R}{R} \cdot HE \tag{20}$$

---

[1] В серии разночастотных свободных колебаний внешних слоев (оболочек). Земли отчетливо выделяется радиальное колебание с периодом $T_k = 502$ *сек*. Представляется вероятным, что этот период соответствует колебанию литосферы мощностью $h = 65$ *км* вычисленную по приближенной зависимости $h = gT_k^2/4\pi^3$.

и поскольку $W_k = W_m$, то в первом приближении[1]

$$E = \frac{\rho_k g R}{2}. \tag{21}$$

Для коры плотностью 2,76 *г/см³* формула (21) дает $E = 8{,}8 \times 10^{11}$ *дин/см²*, а для литосферы модели „Земля—В" с $\rho_k = 3{,}13$ *г/см³*, $E = 1{,}0 \cdot 10^{12}$ *дин/см²*. По экспериментальным данным, для гранитоидных пород плотностью 2,62 *г/см³*, находящихся под всесторонним давлением 4—5 *kb* и при температуре 200—300° среднее значение $E = 8{,}5 \cdot 10^{11}$ *дин/см²*, а для габброидных пород плотностью 3 *г/см³*, $E = 1{,}1 \cdot 10^{12}$ *дин/см²* [12]. Энергия, необходимая для расплавления всей земной коры при ее массе $2 \cdot 10^{25}$ *г*, составляет $4 \cdot 10^{35}$ *эрг*, а энергия испарения—$2{,}2 \cdot 10^{36}$ *эрг*.

5. Предел прочности литосферы

Для горных пород понятия предел прочности, предел упругости и предел текучести практически совпадают. Согласно многочисленным экспериментальным данным, для поликристаллических материалов предел прочности в среднем меньше модуля упругости примерно в 500 раз [12].

По натурным тензометрическим исследованиям, начатым замечательными опытами Гаста, в шахтах глубиной до 3 *км* фиксируется разность главных напряжений до 2000 *кг/см²*. Приведенные ниже соображения дают непротиворечивые результаты. Если обозначить расстояние исследуемой точки эквипотенциальной поверхности литосферы от центра Земли r, плотность у этой точки ρ, гравитационное ускорение g, коэффициент Пуассона ν, радиальное напряжение σ_r, тангенциальное напряжение σ_θ и согласно теории прочности Сен-Венана положить предел текучести литосферы $\sigma_s = \sigma_r - \sigma_\theta$, то упруго-пластическое равновесие литосферы представится известными уравнениями [7]

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{2\sigma_s}{r} - \rho g = 0, \tag{22}$$

$$2\frac{d\sigma_\theta}{dr} + \frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{1+\nu}{1-\nu}\rho g = 0. \tag{23}$$

Центральное расстояние определяется из выражения

$$r = R - \alpha R S_2, \quad S_2 = \frac{1}{3} - \sin^2\varphi, \tag{24}$$

где R—радиус шара, имеющего объем Земли (сфероида) с полярным сжатием α, φ—географическая широта исследуемой точки, S_2—сферическая функция второго рода.

---

[1] Второе приближение дает $E = \rho_k g R^2/(2R - \Delta R)$ [2].

А. Ляв [16] впервые указал, что если вещество гравитирующего шара первоначально находилось под влиянием одних лишь гидростатических напряжений, то при нарушении гидростатического равновесия появляются добавочные упругие напряжения, которые накладываются на первые, притом каждый элемент тела при всех перемещениях несет свое первоначальное гидростатическое напряжение.

Для определения предела прочности литосферы, часто привлекаются дифференциальные уравнения (22, 23), причем рассматривается равновесие слоя коры мощностью $z = R\text{-}r = R\alpha\ S_2$. Решения этого уравнения известны [см., например, 7]:

$$\sigma_r = \rho g z, \quad \sigma_\theta = \frac{\nu}{1-\nu}\rho g z \tag{25}$$

и соответственно предел текучести, равный $\sigma_r - \sigma_\theta$,

$$\sigma_{s\,\max} = \frac{1-2\nu}{1-\nu}\rho g z = \frac{2}{3}\cdot\frac{1-2\nu}{1-\nu}\cdot\rho g \alpha R. \tag{26}$$

Это известные соотношения в гипотезе бокового распора для бесконечного полупространства[1]. Максимум z равняется разности между средним и полярным радиусами Земли, равной 14 *км*, а минимум—разности между экваториальным и средним ее радиусами, равной 7 *км*.

Подставляя в (28) $\nu = 1/4$, $\rho = 2{,}76$ *г/см*³, $g = 9{,}8\cdot 10^2$ *см/сек*², $z = 1{,}4\cdot 10^6$ *см*, получим $\sigma_s = 2{,}5\cdot 10^9$ *кг/см*².

При уменьшении радиуса Земли со скоростью 4—5 *см* за 100 лет, согласно указанному вначале значению $dU/dR = GM^2/8R^2 = 7{,}3\cdot 10^{29}$ *эрг/см*, Земля должна выделять ежегодно 2,9—3,7.10²⁸ *эрг* энергии, в том числе литосфера при мощности 80 *км* 5—5,7·10²⁷ *эрг* (годовая энергия землетрясений порядка 10²⁶ *эрг*).

Астрономические данные о том, что Земля в начале протерозоя вращалась в $T_2/T_1 = 2\div 2{,}5$ раза быстрее, чем в настоящее время предполагают увеличение полярного сжатия $\alpha_1/\alpha_2 = 4$—6,5 раза (согласно пропорции $\alpha_1/\alpha_2 = T_1^2/T_2^2$). Поскольку разность напряжений в литосфере, обусловленная полярным сжатием, имеет величину $\sigma_s = \frac{8}{9}\alpha E$, то указанным большим значениям α в прошлом должна соответствовать разность напряжений в пределах $\sigma_s = 12000\div 20.000$ *кг/см*². Поскольку эта разность напряжений, по меньшей мере, в 3—4 раза превышает предел прочности литосферы, то в архее сплошность литосферы должна была быть нарушена довольно густой сетью радиальных разломов. И далее, поскольку полярное сжатие Земли в архее, по меньшей мере, была больше современного в 16—40 раз, то замедление осевого вращения

---

[1] Согласно *Г. Джеффрису* («Земля», 1963) при периодических нагрузках $\sigma_s = \frac{2}{e}\rho g z$.

Земли до современного значения должно было сопровождаться значительными большими деформациями глобального масштаба, к которым могут быть отнесены как геосинклинали, так и георифтогенали с характерными для них ядрами протыкания. При этом наличие зонального множителя $S_2 = \left(\frac{1}{3} - \sin^2 \varphi\right)$ в указанных выше формулах показывает, что в георифтогеналях (срединноокеанических хребтах) должны действовать силы сжатия (в широтном направлении) в низких широтах ($\varphi < 45$) и силы растяжения на больших широтах ($\varphi > 45°$).

В заключение следует отметить, что приведенные выше представления не согласуются с интенсивно развиваемой в последнее время гипотезой «раздвигающихся океанических плит и срединноокеанических рифтовых зон» [см., например, 15].

Гипотеза гравитационного сжатия Земли в целом и изгибно-сдвиговые деформации литосферы, в частности, допускают большие возможности для объяснения многих задач гипотезы «платтентектоник», если исходить из условий, что при гравитационном сжатии Земли в ее верхней мантии возникает глобальная сеть зон растяжений и сбросов, литосфера в целом перемещается по поверхности астеносферы, а платформенные области скользят в направлении к геосинклиналям, являющимися зонами концентрации деформаций и зарождающимися на основе зон растяжений мантии. В такой постановке гипотеза контракции еще раньше развивалась Дэвисоном, Джеффрисом, Шейдеггером и др. [5].

Вместе с механизмом гравитационного сжатия механизм приливного торможения дает возможность объяснить глобальную систему срединноокеанических хребтов как систему деформаций, отражающую процесс уменьшения эллиптичности Земли—вытягивание планеты вдоль оси вращения, сокращение параллелей на низких широтах, увеличение их на высоких широтах и возникновение трансформных разломов как проявление крутильных колебаний мантии и коры в условиях приливного торможения и экваториальной массовой диссимметрии Земли.

В этой связи заслуживают внимания соображения Р. З. Левковского (1968, 1969, 1971) об элементах симметрии Земли. По его представлениям, собственная симметрия Земли наряду с элементами одноосного вращающегося эллипсоида выражается комбинацией двух антисимметричных друг относительно друга тетраэдров, изображающих поверхность мантии и поверхность коры, а наложенные элементы винтовой симметрии околосолнечного гравитационного поля выражаются на Земле «планетарной спиралью» с антисимметрией частей спиралей северного и южного полушарий и с совмещением оси вращения с винтовой осью симметрии. Исследования указанного автора привели его к выводу о том, что вулканическая активность Земли приурочена с одной стороны к мировой рифтовой системе, локализованной к ребрам мантийного тетраэдра, а с другой стороны-к глобальной спиралеобразной зоне сдвиговых разломов, ориентированной на северо-восток под углом 15° к параллелям. В ходе гравитационного сжатия и ротационного уменьшения полярной сплющенности Земли тектонические силы и деформации при прочих условиях должны концентрироваться в ребрах указанных тетраэдров и в зоне планетарной спирали.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 26.IX.1975.

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

ԼԻԹՈՍՖԵՐԱՅԻ ՀԱՍՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ԱՐԺԵՔՆԵՐԸ ԵՐԿՐԻ ԳՐԱՎԻՏԱՑԻՈՆ ԿԾԿՄԱՆ ԵՎ ՄԱԿԸՆԹԱՑԱՅԻՆ ԱՐԳԵԼԱԿՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԼՈՒՅՍԻ ՏԱԿ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում լուսաբանվում և հիմնավորվում են հետևյալ հարցերն ու դրույթները.

1. Երկրագունդը կծկվում է, եթե նրա միջին ջերմաստիճանը՝ $T < gR/10C_v$ *(g-ն ծանրության ուժի արագացումն է,* C_v*-ն ջերմունակությունն է R շառավիղն ունեցող Երկրագնդի մակերևույթի վրա)։*

2. Մակընթացային արգելակման պատճառով լիթոսֆերայի ամբողջականությունը խախտվում է, եթե օրվա տևողությունը աճի $\Delta\tau = \frac{192}{450}\cdot\frac{1+\nu}{K}\cdot\frac{\alpha^2}{m}$ *չափով (γ-ն Երկրի ինտեգրալ բնույթի Պուասոնի գործակիցն է, α-ն բևեռային կծկման գործակիցը, K-ն չափազերծ իներցիայի մոմենտը,* $m = \omega R/g$, $\tau = 2\pi/\omega$ *— օրվա տևողությունն է)։*

3. Լիթոսֆերայի հաստությունը կայուն վիճակում չի կարող գերազանցել $H = \frac{2}{3}\left(\frac{\rho_s}{\rho_k}\right)^3\frac{R}{\pi^4}$ *արժեքը, քանի որ հակառակ դեպքում այն կկորցնի իր կայունությունը սեփական ծանրության ազդեցության տակ. (*ρ_s*-ը աստենոսֆերայի խտությունն է,* ρ_k*-ը լիթոսֆերայի խտությունը, R-ը լիթոսֆերայի շառավիղը.* $H_{kp} = 80$ *կմ լիթոսֆերայի կրիտիկական հաստությունը)։*

4. Լիթոսֆերայի առաձգականության մոդուլ $E = 0{,}5\rho_k gR$.

5. Լիթոսֆերայի ամրության սահմանը $\sigma_s = 0{,}4\rho_k gR\alpha$.

6. Երկրի շառավիղը կծկման հետևանքով կրճատվում է միջին հաշվով տարեկան 1/2 մմ չափով. այս դեպքում Երկիրը տարեկան արտաբերում է $3{,}65.10^{28}$ *էրգ էներգիա։*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Асланян А. Т.* Исследования по теории тектонической деформации Земли. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1955.
2. *Асланян А. Т.* Динамическая проблема геотектоники. Международ. геол. конгр., XXI сессия. Доклады советских геологов. Изд-во АН СССР, М., 1960.
3. *Виноградов А. П.* Кратко о Луне. «Наука и жизнь», № 8, 1973.

4. *Дикки Г.* Теория гравитации и наблюдения. Эйнштейновский сборник, 1969—1970. «Наука», М., 1970.
5. *Джеффрис Г.* Земля. ИЛ, М., 1960.
6. *Жарков В. Н., Трубицын В. П. и Самсоненко Л. В.* Физика Земли и планет. «Наука», М., 1971.
7. *Крупенников Г. А.* О распределении напряжений в породах внешних слоев земной коры. Известия АН СССР, отд. техн. наук, № 9, 1940.
8. *Лейбензон Л. С.* Деформация упругой сферы Земли. 1911. Сб. трудов, т, IV, Изд-во АН СССР, М., 1955.
9. *Магницкий В. А.* Внутреннее строение и физика Земли. «Недра», 1965.
10. *Макдональд Г., Манк У.* Вращение Земли. «Мир», М., 1964 (1960).
11. *Мельхиор П.* Земные приливы. «Мир», М., 1968 (1966).
12. Справочник физических констант горных пород под ред. *С. Кларка.* «Мир», М., 1969.
13. *Тимошенко С. П.* Устойчивость стержней, пластин и оболочек. «Наука», М., 1971.
14. *Юри Г. С., Макдональд Г. Дж.* Ф. Возникновение к история Луны. Сб. «Физика и астрономия Луны». «Мир», М., (1971).
15. *Fuchs K.* Plattentektonik, Fridericiana. № 12, 13—29, 1973.
16. *Love A. E. H.* Some Problems in geodynamics, Cambridge Univ. Press 1911, Docver New-York, 1967.
17. *Lovering M. F., Dell C. I., Iohanson M. I.* Effect of a shorter day upon biotidiversity. Bull. Geol. Soc. Amer., 83, № 11, 3523, 1972.
18. *Wells I. W.* Coral growth and geochronometry. Nature, 197, 948—950, 1963.