Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 1, 11—18
УДК: 550.31:521.93

А. Т. АСЛАНЯН

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЗЕМЛИ ПО ПАРАМЕТРУ ЕЕ ПОЛЯРНОГО СЖАТИЯ И ВЕКОВЫМ ЧИСЛАМ ЛЯВА

Рассматривается модель фиктивной Земли, внутри которой плотность повсюду равняется центральной плотности ρ_c реальной Земли при радиусе $R=6371$ *км* (модель Ньютона) и сравнивается она с моделью, в которой вся масса сосредоточена в центре на расстоянии R от поверхности (сингулярная модель Гюйгенса). Вековое число Лява h^0, зависящее от внутреннего строения и механических свойств вещества Земли и служащее косвенной мерой реакции Земли на ее деформации под влиянием центробежных сил в течение всей ее планетарной истории, связано с эллиптичностью ε и геодинамическим фактором q формулой $2\varepsilon \simeq h^0 q$, причем $1 < h < 2,5$ (неравенство Кельвина). Для однородной модели Ньютона $h=1$, $\varepsilon=1/231$; для сингулярной модели Гюйгенса $h^0_{max}=2,5$, $\varepsilon_{min}=1/577$ (при $q=1/288,37$). В выражении $q=\omega^2/\Omega^2$ знаменатель $\Omega^2=4/3\,\pi G\rho$. Если обозначить $\rho=\rho_c=\lambda\rho_m$ (ω—угловая скорость вращения Земли, ρ_m—средняя плотность реальной Земли, G—гравитационная постоянная) и для первой модели положить $\rho_c=\lambda\rho_m=\rho_m\Omega^2/\Omega_c^2=4/3\,\pi G\rho_c$, $\rho_m=5,517$ *г/см³* соответственно получим $2\lambda_{max}=\varepsilon_{min}\cdot h_{max}\cdot q$, $\lambda_{max}=2,5$ и $\rho_{c\,max}=2,5\cdot\rho_m=13,79$ *г/см³*. Данные о свободных сфероидальных колебаниях дают для наибольшего периода колебаний $P_{max}=3229$ *сек* значение $\lambda_{max}=4\pi^2/4/3\,\pi G\rho_m P^2_{max}=2,457$ и значение плотности в центре Земли $\rho_c=\lambda_{max}\rho_m=13,56$ *г/см³*. (В одной из широко известных современных параметричных моделей Земли принято $\rho_c=13,40$ *г/см³*).

Связь между геометрическим сжатием (эллиптичностью) ε и геодинамическим фактором $q=\omega^2/\Omega^2$ Земли выражается формулой (с точностью до первого порядка малости сжатия поверхности)

$$\varepsilon=\frac{1}{2}\cdot h^0\frac{\omega^2}{\Omega^2}, \tag{1}$$

где h^0—второе „вековое" число Лява, зависящее от внутреннего строения и механических (реологических) свойств вещества планеты, ω—угловая скорость суточного вращения,

$$\Omega=\sqrt{\frac{4}{3}\pi G\rho_m} \tag{2}$$

угловая скорость, эквивалентная первой космической скорости $v_k=\Omega R=\sqrt{GM/R}$, G—гравитационная постоянная, M—масса, R—радиус, ρ_m—средняя плотность планеты.

Первое число Лява k связано с вторым приливным числом Лява h, являющимся функцией числа Пуассона ν, уравнениями

$$1+k-h=\eta, \quad \eta=\frac{1-2\nu}{1-\nu}, \quad k\simeq\frac{\nu}{1-\nu}$$

(Асланян, 1976); для жидкого тела $\eta=0$, $h=1+k$; при $h^0=5/2$, $k=k_0=3/2$. Для модели Гюйгенса $k=0$; для реальной (современной) Земли $0,275\leqslant k\leqslant 0,301$, причем из формулы Лармора $k=(2\varepsilon/q-1)\times(1-T_c/T_{ch})$ при известных значениях $\varepsilon=1/298,275$, $q=1/288,37$,

$T_E = 305$ суток (период нутации Эйлера), $T_{Ch} = 434$ сутки (период нутации Чандлера) получается значение $k = 0{,}278$, а из формулы Молоденского $h \cong 2k$, $h = 0{,}556$, $\eta = 0{,}722$, $\nu = 0{,}218$.

Второе вековое число Лява h^0 служит мерой реакции Земли на ее деформацию под влиянием центробежных сил, действовавших в течение всей планетарной истории Земли, продолжительностью 4—5 *млрд. лет* (см. Манк и Макдональд, 1964). Оно получается из формулы Лармора в виде $K = K_3\ (2\varepsilon/q - 1)$ при условии, что в этом случае период нутации Эйлера (305 суток), характеризующий модель абсолютно твердой Земли, равняется нулю.

Как показал Кельвин, для гидростатической модели Земли величина h^0 лимитируется условием

$$1 \leqslant h^0 \leqslant 5/2, \tag{3}$$

где $h^0_{min} = 1$ характеризует модель, в которой вся масса планеты сосредоточена в центре (сингулярная модель Гюйгенса), а $h^0_{max} = 5/2$—модель, в которой по всему объему тела плотность имеет одно и то же постоянное значение (однородная модель Ньютона)*.

Другим выражением показателя центральной конденсации концентрически расслоенного тела планеты является зависимость Калландро (см. Субботин, 1949)

$$n = 3\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_я}\right), \quad 0 \leqslant n \leqslant 2, \tag{4}$$

в которой ρ_0—средняя плотность мантии планеты, $\rho_я$—средняя плотность ядра. Аналогично для сжатия планеты η_f пользуются неравенством Калландро

$$n > \eta_f < 3\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_я}\right), \quad 0 \leqslant \eta_f \leqslant 3. \tag{5}$$

---

* Модель Ньютона основана на допущении, что отношение силы притяжения на полюсах z к силе притяжения на экваторе x для условия малого сжатия однородной жидкой модели Земли

$$\frac{z}{x} = 1 + \frac{1}{10} e_0^2 = 1 + \frac{\varepsilon}{5}, \quad e_0^2 = \frac{R_e^2 - R_p^2}{R_e^2} \cong 2\varepsilon,$$

$$x = \frac{g_e}{1 - q}, \quad z = g_p, \quad \frac{g_p}{g_e} = \frac{1 + \varepsilon/5}{1 + 4\varepsilon/5} \cong 1 + \varepsilon$$

и соответственно

$$(g_p - g_e)/g_e = (R_e - R_p)/R_e \cong \varepsilon, \quad \varepsilon = 5q/4,$$

где e_0—эксцентриситет земного эллипсоида, g_e, g_p—ускорение силы тяжести на экваторе и полюсах, R_e и R_p—экваториальный и полярный радиусы Земли.

Модель Гюйгенса основана на формулах

$$g_p = GM/R_e^2, \quad g_e = GM/R_e^2 - \omega^2 R_e$$

и условии, согласно которому, если потенциальная энергия GmM/R_p тела массы m на полюсах Земли уравновешивается потенциальной энергией $GmM/R_e + m\omega^2 R_e^2/2$ той же массы на экваторе, то поверхность Земли оказывается эквипотенциальной поверхностью, на которой всюду плотность и давление имеют одинаковое значение. Из указанного условия для сингулярной модели Гюйгенса при $R_p = R_e(1-\varepsilon)$, $g \cong g_e \cong g_p$, $\omega^2 \cdot R_e/g = q$ получается $2\varepsilon = q$, а для однородной модели Ньютона $4\varepsilon = 5q$ (см. Цубой, 1982).

Для однородной модели $\rho_0=\rho_я$, $n=0$; для сингулярной модели $\rho_0=0$, $n=3$; для реальной Земли $\rho_0=(4/5)\ \rho_m=4{,}413\ г/см^3$, $\rho_я=2\rho_m=$ $=11{,}03\ г/см^3$, $n=3/5=0{,}6$. По данным спутниковых исследований $\gamma_0=0{,}5854$ (параметр n фигурирует под названием индекса политропии в формуле для потенциальной энергии гравитационного поля планеты $W=-\dfrac{3}{5-n}\cdot\dfrac{GM^2}{R}$).

Параметр Гюйгенса

$$q=\frac{\omega^2}{\Omega^2}=\frac{\omega^2}{\frac{4}{3}\pi G\rho} \tag{6}$$

по результатам спутниковых исследований равняется $q=1/288{,}37$ (при $\omega=7{,}292\cdot10^{-5}$ *рад/сек*, $\rho=\rho_m=5{,}517\ г/см^3$, $\Omega=\frac{4}{3}\pi G\rho_m=1{,}2413\cdot10^{-3}$ *рад/сек*.

Для однородной модели (модель Ньютона) эллиптичность Земли равняется

$$\varepsilon_N=\frac{1}{2}h^0_N q=\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{2}\cdot\frac{1}{288{,}37}=\frac{1}{230{,}696},$$

а для сингулярной (переконденсированной) модели (модель Гюйгенса)

$$\varepsilon_H=\frac{1}{2}h^0_H q=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{288{,}37}=\frac{1}{576{,}740};$$

эллиптичность реальной Земли ε_E находится в пределах

$$\varepsilon_H<\varepsilon_E<\varepsilon_N. \tag{7}$$

Для *гидростатически уравновешенной модели Земли* с реальным распределением плотности и значением $q=1/288{,}37$, как показали спутниковые исследования, эллиптичность $\varepsilon_0=1/299{,}25$, а $h^0_0=$ $=1{,}975$. *Для реальной Земли* соответственно $\varepsilon_E=1/298{,}275$, $h^0_E=1{,}936$, а экваториальное вздутие больше такового для гидростатической модели на величину $R\varepsilon^2=72\ м$ (Жарков, 1983; Манк и Макдональд, 1964; Субботин, 1949).

Пусть дана модель Ньютона ($h^0_N=5/2$) при условии, что объем ее равняется объему реальной Земли, а плотность повсеместно равняется центральной плотности реальной Земли $\rho_c=\lambda\rho_m$, т. е. масса этой сверхплотной модели в λ раз больше массы реальной Земли. Эллиптичность такой модели согласно (1), (2), (3) будет определяться из выражения

$$\varepsilon_H=\varepsilon_{\min}=\frac{1}{2}h_N\cdot\frac{\omega^2}{\Omega_c^2}=\frac{1}{2\lambda}h^0_N q, \tag{8}$$

$$\Omega_c^2=\frac{4}{3}\pi G\rho_c=\lambda\Omega^2=\frac{1}{q}\lambda\omega^2. \tag{9}$$

Как уже указывалось, согласно (3) $h^0_{\min}=1$, а $\varepsilon_{\min}=q/2$, т. е. для этой модели эллиптичность равняется эллиптичности сингулярной модели Гюйгенса (1/576, 64). Такой результат очевиден уже из (8), где $\varepsilon_{\min}$ обратно пропорционально (при неизменности ω) центральной плотности ρ_c. Он соответствует утверждению, что *эллиптичность тела, имеющего объем Земли и однородную массовую плотность, равную центральной плотности реальной Земли, эквивалентна эллиптичности той модели Земли, масса которой сосредоточена всецело в ее центре.*

Из сравнения выражений (8) и (9) и условий, что ε_{min} (1/576,64) следует $2\varepsilon_{max}=\varepsilon_{min}h^0_{max}\cdot q$ (10), чему соответствует $h^0_{max}(5/2)$ и $\lambda=\rho_c/\rho_m$. При $q_{min}=1/288,37$ получаем $\varepsilon_{max}=5/2$ и $\rho_{c\,max}=5/2\cdot\rho_m=13,7925$ *г/см³*. Это верхний предел плотности в центре Земли (средняя плотность ρ_m, по новым данным, равняется 5,517 *г/см³*)

В работе автора [1] по данным свободных сфероидальных колебаний Земли из зависимости $\lambda=4\pi^2/\frac{4}{3}\pi G\rho_m\mathcal{P}^2$, основанной на формулах (8), (9), было получено значение $\lambda=2,457$ и $\rho_c=13,557$ *г/см³*, при условии, что наибольший период этих колебаний $\mathcal{P}_{max}=2\pi/\Omega=53,8$ *мин* $=3229$ *сек* соответствует предположению, что средняя плотность такой модели равняется центральной плотности ρ_c реальной Земли. При этом допускалось упрощение, согласно которому при больших размерах тела частота сфероидальных колебаний практически не отличается от частоты радиальных колебаний (см. Исакович, 1973).

В известной модели Ванга Земля—3 (Wang, 1970) в наблюденный период $P_{max}=3229$ *сек* вносится поправка—11,8 *сек*, т. е. принимается в расчет значение $P_{max}=3217,9$ *сек*, что при подстановке в формулу (9) дает $\rho_c=13,658$ *г/см³*. В указанной модели Ванга принято $\rho_c=13,63$ *г/см³*, давление в центре $p_c=3,702\cdot10^{12}$ *дин/см²*.

В заключение укажем на пропорцию (см. Асланян, 1984)

$$\frac{Z_n}{Z_m}=\frac{\rho_n}{\rho_m}, \tag{11}$$

устанавливающую связь между репрезентативным зарядным (атомным) числом вещества Z_n и плотностью ρ_n на искомой глубине и средними их значениями для Земли $Z_m=12$ (оливиновая модель: $FeO\cdot MgO\cdot SiO_2$), $\rho_m=5,517$ *г/см³*. При $\rho_n=\rho_c=13,7925$ *г/см³* получаем $Z_n=Z_c=30$—репрезентативное число, соответствующее, вероятно, железо-никелевой эвтектике с примесью некоторых тяжелых элементов—Au, Pt, Os, Ir, Cr, Cu, Mo, W и др. Для ядра Земли в целом при $\rho_n=2\rho_m$ пропорция (11) дает $Z_n=24$, чему статистически может соответствовать состав Fe_7NiSSi. Для земной коры $\rho_k=\frac{1}{2}\rho_m$ [см. 4].

Вещество в центре Земли находится, вероятно, в состоянии внутренней ионизации, т. е. хотя и все электроны здесь лишены электростатических связей с ядрами своих атомов, но продолжают находиться под их эгидой (Резикян, 1971). Для такого вещества молекулярный вес $\mu\simeq A/Z\simeq2$ (A—массовое число).

По закону Клапейрона, распирающее температурное давление в центре Земли равняется

$$\mathcal{P}_{Tc}=\frac{\rho_c}{\mu}\cdot A_0T_c. \tag{12}$$

Если $\mathcal{P}_T$ уравновешивается гравитационным давлением, равным в центре Земли $4{,}03 \cdot 10^{12}$ *дин/см²*, то равновесное значение температуры T_c должно равняться здесь около 7500°С (при $\rho_c = 13{,}6$ *г/см³*, $\mu = A/Z = 2$ и при значении газовой постоянной $A_0 = 8{,}314 \cdot 10^7$ *эрг/град · мол* (см. Асланян, 1977б). Значение температуры, ниже которой начинается процесс внутренней ионизации под давлением (по модели твердого тела Томаса-Ферми),

$$T_{кр} = 15000 \cdot Z^{1/3}\,°К. \tag{13}$$

При $Z_c = 30$ получается $T_{кр} = 47000$°К, т. е. внутренняя ионизация атомов вблизи центра Земли неизбежна, поскольку $T_c \ll T_{кр}$ (см. Асланян, 1977б).

В связи с этими данными укажем, что в 1987 г. американские исследователи под руководством Р. Джинлоса и Т. Аренса [см. 16], пользуясь результатами сжатия железа в алмазной камере (500 опытов над 15 образцами), оценили значения температуры плавления железа в ядре Земли: для поверхности ядра на глубине около 2900 *км* при давлении $P = 1{,}36 \cdot 10^{12}$ *дин/см²*, $T_{max} = 4800$°К±200°К (для чистого железа здесь $T_{пл} = 4800$°К); для поверхности внутреннего ядра (в основании переходного слоя к внешнему ядру) на глубине 5200 *км*, где $P = 3{,}3 \cdot 10^{12}$ *дин/см²*, $T_{min} = 7600 \pm 500$°К, а для центра Земли $T_{max} = 6900° \pm 1000$°К. Учитывая наличие примесей, снижающих точку плавления вещества в ядре, авторы с некоторой условностью принимают для поверхности внешнего ядра температуру плавления железа 3800°К, для поверхности внутреннего ядра 6600°К, а для центра Земли 6900°К [см. 15]. Эти оценки не противоречат нашим результатам, полученным на основе уравнений Клапейрона-Менделеева и Дюлонга-Пти [2]. На высокие значения температуры в ядре Земли неоднократно указывал В. Н. Жарков [см. 5], а на высокую плотность в центре (до 13—15 *г/см³*)—Ф. Пресс, Дж. Дерр, Ш. Ванг и др. (м. Bullen, 1975; Жарков, 1983). Очевидно, эти оценки плотности также не очень сильно отличаются от тех, которые получены нами тремя независимыми способами. Ф. Берч (Birch, 1968) пользовался эмпирической формулой, связывающей скорость продольных волн с плотностью и репрезентативным атомным весом вещества. В более ранних работах (1961—1963), используя данные, полученные с помощью ударных волн, Ф. Берч оценил плотность в центре Земли около 13 *г/см³*. Последующие опыты в основном подтвердили оценку Берча и показали, что $\rho_c = 13{,}5$ *г/см³* или несколько больше (см. Bullen, 1975). Ф. Берч рассмотрел также возможность влияния увеличения объема Земли на центральную плотность, но пришел к выводу, что идея о направленной общей экспансии Земли создает непреодолимые трудности при решении других геофизических проблем (Birch, 1968).

Ф. Пресс (Press, 1970), пользуясь идеей В. И. Кейлис-Борока и Т. Б. Яновской [13] о возможности применения метода Монте Карло, дающего возможность создания большого количества (сотни тысяч) моделей и быстрого их сопоставления, получил пределы центральной плотности $(\rho_c)_{min} = 10{,}5$ *г/см³*, $(\rho_c)_{max} = 14{,}25$ *г/см³*. Болт и Камар указывают условие $12{,}7 \leqslant \rho_c \leqslant 14{,}25$ *г/см³*, а Дж. Деер условие $\rho_c = 14{,}76$ *г/см³* (см. Bullen, 1975).

В одной из широко известных современных моделей Земли (модель Дзевонского-Хейлза-Лепвуда)—параметрической модели PEM-A принято: $\rho_c = 13{,}40$ *г/см³*, коэффициент Пуассона $\nu = 0{,}5$ (для континентальной модели $\nu = 0{,}2263$), $v_p = 11{,}25$ *км/сек*. Если точность определения эллиптичности Земли считать вполне удовлетворительной (1/298, 275), то полученная из формул (9), (10) оценка $\rho_c = 13{,}55 \div 13{,}79$ *г/см³* может считаться адекватно удовлетворительной.

В известной модели Буллена-Хеддона НВ—1 (1967), представляющей ныне исторический интерес, принято $\rho_c=12{,}46$ *г/см*^{3}. Для модели земного ядра, в которой центральная часть состоит из чистого железа ($Z=26$), имеющего плотность при нулевом давлении $\rho_0=$ 7,88 *г/см*^{3} (при $T=20°$C), нижний предел плотности в центре согласно упрощенной расчетной формуле Берча

$$\rho_c=\rho_0(1+2f)^{3/2}$$

оказывается равной 12,8 *г/см*^{3} (f—минимальное значение сжатия вещества в центре Земли, равное 0,19 для железа). Считается, что добавление к железу небольшого количества никеля, а также фазовые переходы вещества в ядре увеличивают сжатие f и соответственно значение ρ_c.

Институт геологических
наук АН АрмССР

Поступила 25.X.1988

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

ԵՐԿՐԻ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ԽՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ ԸՍՏ ՆՐԱ ԲԵՎԵՌԱՅԻՆ ՍԵՂՄԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԻ ԵՎ ԼՅԱՎԻ ԴԱՐԱՎՈՐ ԹՎԵՐԻ

Ամփոփում

Հոդվածում դիտարկվում է Երկրի մի ձևական մոդել, որի մեջ զանգվածային խտությունն ամենուրեք հաստատուն է, բայց հավասար է իրական Երկրի δ_c *կենտրոնական խտությանը, մակերևույթից* R=6371 *կմ հեռավորության վրա։ Այդ մոդելը համեմատվում է այն մոդելի հետ, որի ողջ զանգվածը խտացված է նրա կենտրոնում մակերևույթից* R *հեռավորության վրա (Հյույգենսի սինգուլյար մոդել)։ Լյավի դարավոր թվերը* k^0, h^0, η^0, *որոնց մեծությունը կախված է Երկրի ներքին կառուցվածքից և ընդերքի նյութի մեխանիկական հատկություններից և որոնք միաժամանակ հանդիսանում են Երկրի անուղղակի ռեակցիայի ցուցանիշներ կենտրոնախույս ուժերի ազդեցության տակ մոլորակային ողջ պատմության ընթացքում նրա կրած դեֆորմացիաների, էլիպտիկության* ε *և երկրադինամիկական* q *գործոնի հետ կապված են* $2\varepsilon\simeq h^0 q$ *բանաձևով, ըստ որում* $1\leqslant h^0\leqslant 5/2$ *(Կելվինի անհավասարությունը Երկրի հիդրոստատիկ մոդելի համար)։ Երկրի համասեռ (Նյուտոնյան) մոդելի համար* $h^0=1$, $\varepsilon=1/231$, *սինգուլյար (Հյույգենսյան) մոդելի համար* $h^0=5/2$, $\varepsilon=1/577$ ($q=1/288{,}37$ *արժեքի դեպքում)։* $q=\omega^2/\Omega^2$ *հայտնի բանաձևի մեջ* $\Omega=\sqrt{\frac{4}{3}\pi G\rho}$, *եթե նշանակենք* $\rho=\rho_c=\lambda\rho_m$ (ω — *Երկրի պտտման անկյունային արագությունն է,* ρ_m — *միջին խտությունը,* G — *գրավիտացիոն հաստատունը), և ընդունենք Նյուտոնյան մոդելի համար* $\rho_c=\lambda\rho_m=\rho_m'$, $\Omega=\Omega_c=\sqrt{\frac{4}{3}\pi G\rho_c}$, $\rho_m=5{,}517$ գ/սմ³, *ապա համապատասխանաբար կստանանք* $2\lambda_{max}=\varepsilon_{min}\cdot h^0_{max}\cdot q$, $\lambda_{max}=2{,}5\rho_m=13{,}79$ գ/սմ³։ *Երկրակեղևի միջին խտության համար ստացված է* $\rho_k=0.5\rho_m$ գ/սմ³։

Երկրի սեփական (ազատ) սֆերոիդալ տատանումներին վերաբերող տվյալները տատանման առավել երկարատև պարբերության $\mathcal{P}_{max}=3223$ *վրկ համար տալիս են* $\lambda\simeq 4\pi^2/{}^4/_3\pi G\rho_m\mathcal{P}^2_{max}=2{,}457$ *և Երկրի կենտրոնական խտության համար* $\rho_c=\lambda\rho_m=13{,}56$ գ/սմ³։ *Լայն տարածում գտած Երկրի ժամանակակից պարամետրիկ մոդելներից մեկում* (PEM—A) *ընդունված է* $\rho_c=13{,}40$ գ/սմ³։

A. T. ASLANIAN

ON THE EARTH'S CENTRAL DENSITY DETERMINATION POSSIBILITY BY BOTH ITS POLAR COMPESSION PARAMETER AND THE LOVE'S SECULAR NUMBERS

A b s t r a c t

The fictlcious Earth's model is considered inside of which the density is everywhere equivalent to the real Earth's central density ρ_c, when the radius R=6371 *km* (the Newton's model). This model is compared with another one in which all the mass is concentrated in the center at a distance R from the surface (the Huygens' singular model). The Love's secular number h^0, which depends on the internal structure as well as on the mechanical characteristics of the Earth's substance, and which serves as an indirect measure for the Earth's reaction to its deformations under the influence of centrifugal forces during all of its planetar history, is related with the ellipticity ε and the geodynamical factor q by the formula $2\varepsilon \simeq h^0 q$, where $1 \leqslant h \leqslant 2{,}5$ (the Kelvin's inequality). For the Newton's homogenous model $h=1$, $\varepsilon=1/231$; for the Huygens' singular model $h^0_{\max}=2{,}5$, $\varepsilon_{\min}=1/577$ (when $q=1/288{,}37$). In the expression $q=\omega^2/\Omega^2$ the $\Omega^2 = 4/3\, \pi G\rho$. If designate $\rho=\rho_c=\lambda\rho_m$ (ω—the Earth's rotation angular velocity, ρ_m—the real Earth's average density, G—the gravitational constant) and if for the first model put $\rho_c=\lambda\rho_m=\rho'_m$ $\omega^2=\omega'^2=\dfrac{4}{3}\pi G\rho_c$, $\rho_m=5{,}517$ *g/cm³* correspondingly we obtain $2\lambda_{\max}=\varepsilon_{\min}\cdot h^0\cdot q$, $\lambda_{\max}=2{,}5$ and $\rho_{c\max}=2{,}5\cdot\rho_m=13{,}79$ *g/cm³*. Data on the free spheroidal oscillations for their greatest period $\mathcal{P}_{\max}=3229$ sec the $\lambda_{\max}= =4\pi^2/\dfrac{4}{3}\pi G\rho_m\ \mathcal{P}^2_{\max}=2{,}457$ and the Earth's center density $\rho_c=\lambda_{\max}\rho_m= =13{,}56$ *g/cm³* (by the data of a well known Earth's parametric modern model the $\rho_c=13{,}40$ *g/cm³*).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Асланян А. Т.* Об одной возможности оценки центральной плотности Земли.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 2, с. 3—6.
2. *Асланян А. Т.* Об одной возможности оценки равновесной температуры в центре Земли.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 1, с. 3—6.
3. *Асланян А. Т.* Об эквивалентности факторов Лява и Пуассона в теории приливной деформации и бокового распора земной коры. Ж. Проблемы геомеханики, № 7, Изд. АН АрмССР, Ереван, с. 99—105.
4. *Асланян А. Т.* Новая модель вещественного состава и внутреннего строения Земли. XXVII Международный геологич. конгр. Тез. докл., т. VIII, М.: 1984, с. 274—275.
5. *Жарков В. Н.* Внутреннее строение Земли и планет. М.: Наука, 1983, 415 с.
6. *Исакович М. А.* Общая акустика. М.: Наука, 1973, 495 с.
7. *Манк У., Макдональд Г.* Вращение Земли. М.: Мир, 1964, 384 с.
8. *Субботин М. Ф.* Курс небесной механики. М.: Гостехиздат, 1949, 280 с.
9. *Резикян А. М.* Число свободных электронов в конденсированном веществе в зависимости от его плотности. Ж. Астрофизика, Изд. АН АрмССР, т. 7, вып. 4, 1971, с. 655—662.
10. *Цубои Т.* Гравитационное поле Земли. М.: Мир, 1982, 286 с.
11. *Birch F.* On the poscibility of large Scale, changes in the Earth's volume. Phys. Earth, planet interiors, 1, 141—147, 1968.
12. *Bullen K. E.* The Earth's density. Bondon, Chapman and Hall, p. 450, 1975.
13. *Keilis-Borok V. I., Yanovskaya T. B.* Inverse problems of seismology. Rey. Astr Soc. Geophys. Journ., 13, 223—235, 1967.

14. *Press F.* Regionalized Earth's models. Journ. Geophys. Res., vol. 75, № 32, p. 6575–6581, 1970.
15. *Wang C. Y.* Density and constitution of the Mantle. Journ. Geophys. Res., vol. 75. № 17, p. 3264–3284, 1970.
16. *Williams Q., Jeanloz R., Bass J., Svendsen B., Ahrens Th.* The melting curve of iron to 250 Gigapascals: A constrain on the temperature at Earth's center. Science, v. 236, p. 181–182, 1987.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 1, 18—36
УДК 552.512 (479)

С. Б. АБОВЯН, Р. А. ТОРОСЯН

О ПРИРОДЕ ЛИНЗ КОНГЛОМЕРАТОВ ВНУТРИ УЛЬТРАМАФИТОВ КАРАИМАН-ЗОДСКОГО МАССИВА (ЗАКАВКАЗЬЕ)

Рассматриваются оригинальные линзы конгломератов внутри ультрамафитов Караиман-Зодского массива. Описываются их формы, условия залегания, состав обломков и цемента. Устанавливается принадлежность линз конгломератов к нормально-осадочным образованиям, которые в результате надвиговых перемещений частей массива оказались зажатыми между апоперидотитовыми серпентинитами. Последующие тектонические (складкообразовательные) движения нарушили горизонтальное залегание пород интрузива.

Время образования линз конгломератов определяется как досантонское.

Караиман-Зодский массив расположен на СВ побережье оз. Севан и входит в состав Севано-Акеринского офиолитового пояса Закавказья. Последний прослеживается вдоль СВ части Армянской ССР и бассейнов рр. Тертер и Акера в виде узкой полосы на протяжении 360 *км* при ширине от 1 до 15 *км*. Пояс сложен вулканогенно-осадочными образованиями сенона и многочисленными массивами мафит-ультрамафитовых пород [1].

Рассматриваемый массив является одним из крупных в Севано-Акеринском поясе, имеет субширотное (СЗ) простирание при длине 25 *км* и меняющейся ширине от 0,3 до 4,0 *км*. На СЗ массив начинается около сел. Караиман в виде узкой полосы, которая к востоку постепенно расширяется и на меридиане сел. Джанахмед достигает наибольшей ширины. К ЮВ массив вновь сужается и через Зодский перевал переходит в Азербайджанскую ССР, где прослеживается до сел. Гейдара. Он приурочен к ядру одноименной антиклинали, сложенной вулканогенно-осадочными образованиями нижнего сенона, трансгрессивно перекрываемыми известняками и мергелями верхнего сенона— палеоцена. Указанная антиклиналь представляет собой асимметричную складку с пологим северным и крутым южным крыльями. По форме массив представляет пластообразное тело, вытянутое в СЗ направлении с падением на СВ.

Массив сложен ультрамафитами и мафитами, которые пространственно тесно совмещены и встречаются в различных количественных взаимоотношениях в пределах отдельных его участков. Примерно две трети площади выхода массива сложены ультрамафитами, а одна треть—мафитами.

Ультрамафиты представлены гарцбургитами и лерцолитами, реже верлитами. Иногда встречаются полосчатые разновидности перидотитов, в которых взаимно параллельные полоски пироксенов ориентированы согласно с общим субширотным простиранием массива. Дуниты и пироксениты залегают среди перидотитов в виде небольших шлиро-, линзо- и реже дайкообразных тел,