Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, № 4—5, 179—182, 1977

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. Т. АСЛАНЯН

ВОЗБУЖДЕНИЕ ЧАНДЛЕРОВСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПОЛЮСА КАК ПРОЯВЛЕНИЕ КОНТРАКЦИИ ЗЕМЛИ

Согласно эйлеровской теории прецессии чандлеровскому колебанию (свободной нутации) полюса вращения Земли соответствует гироскопический момент, эквивалентный внешнему вращательному моменту

$$N_e = -\omega^2 JH \sin\alpha = \omega^2 \Delta J = NH \sin\alpha, \tag{1}$$

где ω — угловая скорость вращения, J — средний момент инерции, H — динамическое сжатие, $N = J\omega^2$ — вращательный момент Земли, а α — угловое расстояние между полюсом вращения и полюсом инерции Земли [см. 1, 4].

Согласно закону постоянства углового момента $Q = J\omega = \text{const.}$, при малых изменениях J и ω, соблюдается пропорция

$$\frac{\Delta J}{J} = -\frac{\Delta\omega}{\omega} \tag{2}$$

и, кроме того, для случая гомологического сжатия планеты из выражения $J = kMR^2$ при $k = \text{const.}$ следует, что

$$\frac{\Delta J}{J} = -\frac{\Delta\omega}{\omega} = \frac{2\Delta R}{R}, \tag{3}$$

де k — постоянная жирации, M — масса, R — средний радиус Земли, а ΔJ, $\Delta\omega$, ΔR — малые изменения J, ω, R.

При изменении радиуса Земли на малую величину ΔR вращательный момент $N = kMR^2\omega^2 = \text{const.}\,\omega$ меняется на величину

$$\Delta N = J\omega^2 \cdot \frac{2\Delta R}{R} = +J\omega^2 \cdot \frac{\Delta\omega}{\omega}. \tag{4}$$

Сравнивая (3) и (4) и полагая $N_e = \Delta N$, приходим к равенству

$$\frac{2\Delta R}{R} = -\frac{\Delta\omega}{\omega} = H\sin\alpha. \tag{5}$$

Входящие в выражение (5) величины известны. По данным Международной службы широты, линейное значение α колеблется в пределах от 3 *м* до 15 *м* при среднеквадратичном значении угла $\bar{\alpha} = 0'',14$ ($\sin\alpha = 7{,}06 \cdot 10^{-7}$); динамическое сжатие, определенное по астрономо-геодезическим данным, равняется $H = 1/305{,}51$, а среднее значение момента инерции $J = 8{,}025 \cdot 10^{44}$ *г. см²* [см. 1, 3, 5]. При этих данных из (4) и (5) получаем соответственно величину приращения момента инерции $\Delta J=1,85\cdot10^{36}$ *г. см²* и величину изменения радиуса планеты $\Delta R=0,736$ *см,* необходимые для возбуждения колебания полюса вращения до уровня $\bar{\alpha}=0,''14$[1].

Согласно теореме вириала за время 2τ уменьшения радиуса Земли на величину $\Delta R=\frac{1}{2}RH\sin\alpha$, выделяется кинетическая энергия

$$U=\tau\Delta W=\frac{1}{3}Mg\Delta R=\frac{1}{6}MgRH\sin\alpha. \tag{6}$$

Если причиной возбуждения колебаний являются упругие деформации, возникающие вследствие уменьшения объема Земли, то ΔW должна равняться энергии колебания полюса

$$E=\frac{1}{2}JH\omega^2\sin^2\alpha \tag{7}$$

и, следовательно, время затухания колебаний будет равняться

$$\tau=\frac{g}{3kR\omega^2\sin\alpha}. \tag{8}$$

Подставляя значения ускорения силы тяжести на поверхности Земли $g=980$ *см/сек²*, постоянной жирации $k=0,3308$, $R=6,371\cdot10^8$ *см*, $\sin\alpha=7,06\cdot10^{-7}$, $\omega=7,29\cdot10^{-5}$ *рад/сек,* получим $\tau\approx13$ лет, что равняется примерно 10 периодам чандлеровских колебаний полюса. Таким образом, если амплитуда последних уменьшается в отношении 1:2 в течение 13 лет и соответственно уменьшение радиуса на величину $\Delta R=0,736$ *см* происходит в среднем за 26 лет, то согласно (3), (5) получим $\Delta\omega/\omega=-2\Delta R/R=9,92\cdot10^{-9}$ за 100 лет. В недавнем критическом обзоре Л. Моррисона (1972) на основе анализа лунно-солнечных затмений за последние 2000 лет среднее значение $\Delta\omega/\omega$ принято на уровне $9\cdot10^{-9}$ за 100 лет. Что касается значения τ, то оно по методу максимального правдоподобия оценено на уровне 12,4 лет [см. 3, 4].

Под углом зрения предлагаемой гипотезы возбуждение чандлеровских колебаний полюса связывается с упругими деформациями, возникающими в ходе гравитационного сжатия (контракции) планеты, а релаксация упругих напряжений и затухание колебаний полюса связываются с процессами ползучести, катаклаза и разломообразования, развивающимися как в периоды перманентной контракции, так и при кратковременных эпизодах расширения планеты.

В заключение укажем, что предлагаемый механизм чандлеровских колебаний полюса допускает более полное и строгое толкование в рамках понятий релятивистской механики. Автор надеется вернуться к этому вопросу в другой связи.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР
Поступила 1.VII.1977.

[1] Момент инерции, соответствующий крупным катастрофическим землетрясениям, оценивается обычно в 10^{33}—10^{34} *г. см²*, а темп уменьшения радиуса Земли 4—5 *см* за 100 лет.

A. T. ASLANIAN

EXCITATION OF CHANDLER WOBBLE AS DISPLAY OF THE EARTH CONTRACTION

According to Euler theory of precession Chandler wobble (free nutation) of the Earth's rotation pole is associated with gyroscopic moment, equivalent to the external moment of rotation

$$N_e = -\omega^2 JH \sin\alpha = \omega^2 \Delta J = NH \sin\alpha, \tag{1}$$

where ω is the angular speed of rotation, J is the mean moment of inertia, H is the dynamic compression, $N = J\omega^2$ is the rotation moment of the Earth, and α is the angular distance between the Earth's rotation pole and the pole of inertia (see 1, 4).

In accordance with the constancy law of angular moment $Q = J\omega = \text{const.}$ for small changes J and ω the following proportion is observed:

$$\frac{\Delta J}{J} = \frac{\Delta\omega}{\omega}. \tag{2}$$

Besides, for the case of homologous contraction of the planet from the expression $J = kMR^2$ with $k = \text{const.}$, it can be inferred, that

$$\frac{\Delta J}{J} = -\frac{\Delta\omega}{\omega} = \frac{2\Delta R}{R}, \tag{3}$$

where k is the constant of gyration, M is the mass, R is the mean radius of the Earth, and ΔJ, $\Delta\omega$, ΔR are the small changes of J, ω, R.

During the change of the Earth's radius for a small value ΔR the rotation moment $N = kMR^2\omega^2 = \text{const.}$ ω is changed for the value

$$\Delta N = J\omega^2 \cdot \frac{2\Delta R}{R} = -J\omega^2 \cdot \frac{\Delta\omega}{\omega}. \tag{4}$$

Comparing (3) and (4) and assuming that $N_e = \Delta N$, we obtain the equality

$$\frac{2\Delta R}{R} = -\frac{\Delta\omega}{\omega} = H \sin\alpha. \tag{5}$$

The values of the expression (5) are known. By the data of International Service of Latitude the linear value of α varies within the range of 3 m to 15 m, if the root-mean-square value of the angle $\bar{\alpha} = 0'',14$ ($\sin\alpha = 7{,}06 \cdot 10^{-7}$); dynamic compression determined by the astronomo-geodesic data, is equal to $H = 1/305{,}51$ and the mean value of the inertia moment $J = 8{,}025 \cdot 10^{44}$ g/cm^2 (see 1, 3, 5). To take these data from (4) and (5) we correspondingly obtain the increment value of the inertia moment $\Delta J = 1{,}85 \cdot 10^{36}$ $g \cdot cm^2$ and the planet radius alteration value $\Delta R = 0{,}736$ cm, which is necessary for the wobble excitation of the pole of rotation up to the level $\bar{\alpha} = 0'',14$[1].

According to the virial theorem during the time 2τ of decrease of the Earth's radius for value $\Delta R = (1/2)\ RH \sin\alpha$, there releases kinetic energy

$$u = \tau\Delta W = \frac{1}{3} Mg\,\Delta R = \frac{1}{6} Mg\,RH \sin\alpha. \tag{6}$$

If to assume that the cause of wobble excitation are elastic deformations emerging in the result of the Earth's volume decrease then ΔW should be equal to energy of the pole wobble

$$E = \frac{1}{2} JH\omega^2 \sin^2 \alpha \tag{7}$$

and consequently, the damping time of the wobbles should be equal to the following

$$r = \frac{g}{3\, KR\omega^2 \sin \alpha}, \tag{8}$$

Substituting the values of acceleration gravity on the Earth the surface $g = 980$ cm/sec^2, the constant of gyration $k = 0{,}3308$, $R = 6{,}371 \cdot 10^8$ cm, $\sin \alpha = 7{,}06 \cdot 10^{-7}$, $\omega = 7{,}29 \cdot 10^{-5}$ rad/sec^2, we can obtain $\tau = 13$ years, which is equal approximately to 10 periods of Chandler wobbles of the pole. Thus, if the amplitude of Chandler woobbles decreases in the ratio 1:2 during 13 years and correspondingly, the decrease of the radius for value ΔR=0,736 cm takes place during 26 years in the mean, the according to (3), (5) we obtain $\Delta\omega/\omega = -2\, R/R = 9{,}02 \cdot 10^{-9}$ during 100 years.

In the recent critical review of L. Morrison (1972) on the basis of lunar-solar eclipses analysis during the last 2000 years the mean value of $\Delta\omega/\omega$ is admitted on the level $9 \cdot 10^{-9}$ for 100 years. As concerning the value τ, it is estimated on the level of 12,4 years according to the maximum likelihood method (see 3, 4).

From the viewpoint of the suggested hypothesis Chandler wobble excitation of the pole is correlated with elastic deformations, emerging during gravitational contraction of the planet, and relaxation of the elastic strains, as well as the wobble damping of the pole is associated with the process of creepage, cataclase and breakings, developing in the periods of permanent contractions as well as during transitory episodes of the planet expansion.

It should he pointed out in the conclusion that the suggested mechanism of Chandler wobbles of the pole allows more complete and strict interpretation within the bounds of relativistic mechanics.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Куликов К. А.* Изменяемость широт и долгот. Физматгиз, М., 1962.
2. *Моррисон Л.* Вековые ускорения орбитального движения Луны и вращения Земли. Сб. «Приливы и резонансы в солнечной системе». «Мир», М., 1975 (1972).
3. *Мунк У., Макдональд Г.* Вращение Земли. «Мир», М., 1964 (1960).
4. *Стейси Ф.* Физика Земли. «Мир», М., 1972 (1969).
5. *Федоров Е. П.* Как найти полюс Земли? «Земля и Вселенная», № 4, 1977

[1] The moment of inertia corresponding to big catastrophic earthquakes is estimated usually as 10^{33}—10^{31} $g \cdot cm^2$, and the reduction rate of the Earth radius is estimated as 4—5 cm for 100 years.