

УДК 523.31

ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ ИЗОСТАТИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ НА ВЕНЕРЕ

Р. В. Габбасов

(ГАИШ)

На основе данных разложения гравитационного поля и рельефа поверхности Венеры в ряд по сферическим функциям до 18-го порядка и степени методом передаточных функций оценена средняя глобальная глубина изостатической компенсации на Венере.

Отсутствие сейсмических экспериментов на Венере не позволяет однозначно определить среднюю мощность или толщину ее коры. С толщиной коры планеты связаны такие параметры, как глубина изостатической компенсации при построении изостатических моделей, распределение давления, температуры и ускорения силы тяжести по глубине при построении моделей внутреннего строения планеты. Поэтому необходимы некоторые приближенные оценки толщины коры планеты, исходя только из имеющейся информации о внешнем гравитационном поле и рельефе планеты по данным космических аппаратов.

В работе [1] на основе различий в температурах поверхностей Земли и Венеры делается вывод, что изостазия на Венере должна иметь место при значительно меньших глубинах компенсации, чем на Земле. Приводимое авторами работы [1] значение в 10 км является неубедительным хотя бы потому, что кора толщиной в 10 км не может выдерживать такую мощную нагрузку, как горы Максвелла, простирающиеся на 400—500 км в северо-восточном направлении, примерно в 700 км в северо-западном и достигающие 12 км высоты над средним уровнем ($R_0=6051,45$ км). Согласно гипотезе Эри для изостатического равновесия такой горы толщина коры должна составлять не менее 60 км при нормальной толщине в 10 км. Горы Максвелла приурочены к Земле Иштар, которая считается континентом геологически большого возраста с заметными разрушениями.

Известно, что средняя мощность коры Земли при нулевом рельефе в континентальных областях принимается равной примерно 34 км. Если исходить из того, что Земля и Венера очень близки по их массе, радиусу, средней плотности и плотности топографических масс, то, по-видимому, также можно принять за среднюю мощность венерианской коры значение около 30 км.

Предположим, что изостатическая компенсация на Венере осуществляется так же, как и на Земле, согласно законам гидростатики. Тогда изостатические аномалии, вычисленные по формуле [2]

$$\Delta g_i(\theta, \lambda) = \frac{fM_Q}{r^2} \sum_{n=2}^N (n-1) \sum_{m=0}^n \left(\frac{R_0}{r(\theta, \lambda)} \right)^n (\bar{A}_{nm} \cos m\lambda + \bar{B}_{nm} \sin m\lambda) \bar{P}_{nm}(\cos \theta), \quad (1)$$

будут полностью обусловлены распределением масс на границе кора—мантия и можно вычислить вариации мощности коры M [3]:

$$M = M_0 + H + kH + k_g \Delta g, \quad k = \rho_k / (\rho_M - \rho_k), \quad k_g = -1 / [2\pi f (\rho_M - \rho_k)], \quad (2)$$

где $\rho_k=2,8$ г/см³ — плотность топографических масс, H — высота рельефа относительно нулевого уровня $R_0=6051,45$ км, $\rho_M=3,1$ г/см³ — плотность верхней мантии, M_0 — нормальная мощность коры, \bar{A}_{nm} и \bar{B}_{nm} — нормированные гармонические коэффициенты изостатически редуцированного потенциала. Ввиду неопределенности величины M_0 оценим разности $M-M_0$, т. е. вариации мощности коры.

Изостатические аномалии силы тяжести Δg можем вычислить, используя метод передаточных функций, разработанный для исследования изостазии континентальных областей Земли [4]. Суть данного метода сводится к следующему. Гравитационное поле планеты представляется в виде суммы линейной свертки поверхностной нагрузки h (в данном случае слой топографических масс) с некоторой функцией z , называемой функцией изостатического отклика, и аномальной части поля i , обусловленной полем

компенсационных масс, распределенных равномерно вокруг точки приложения нагрузки:

$$\Delta g = z * h + i. \quad (3)$$

При этом считается, что изостатическая компенсация осуществляется за счет изменения плотности под точкой приложения нагрузки, которое пропорционально нагрузке и не может происходить скачкообразно. Альтернативной этому предположению является случай, когда компенсация осуществляется также единообразно, но путем изменения глубины до плотностной границы, например по Эри.

Для сферического случая соотношение (3) можно представить в следующем виде:

$$G_{nm} = Z_n H_{nm} + I_{nm}. \quad (4)$$

где G_{nm} , H_{nm} и I_{nm} — нормированные гармонические коэффициенты разложений гравитационного потенциала, рельефа и изостатического потенциала соответственно, а Z_n — спектральный адмиттанс или функция изостатического отклика степени n .

Используя данные гравитационного поля [5] и рельефа [6] Венеры, представленные в виде разложения по сферическим гармоникам до 18-го порядка и степени, можем оценить спектральный адмиттанс Z_n в функции степени n :

$$Z_n = V(G, H; n) / V(H, H; n), \quad (5)$$

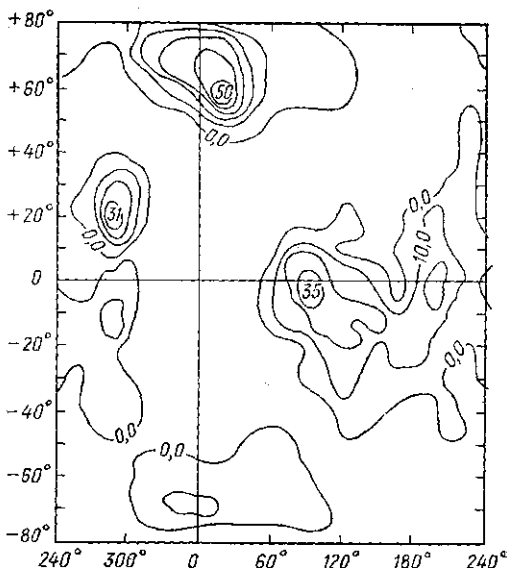
где $V(G, H; n)$ и $V(H, H; n)$ представляют собой степенные дисперсии.

Таким образом, определив Z_n и используя соотношения (5), (1) и (2), можем вычислить разности $M - M_0$. Результаты разностей, представленные на рисунке, показывают, что наибольшего значения они достигают в районе гор Максвелла до 50 км. Далее, в районах Область Бета и Земля Афродиты разности $M - M_0$ достигают величин 31 и 35 км соответственно. Среднее значение максимальных разностей $M - M_0$ для этих наиболее крупных и высокогорных районов составляет 38 км.

Следовательно, если принять $M_0 = 30$ км, то средняя глобальная глубина изостатической компенсации, т. е. глубина, на которой достигается изостазия, на Венере должна быть не менее 68 км, что меньше значений глубины компенсации, полученных в работе [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Балди П., Боски Е., Капуто М. Использование искусственных спутников для геодезии. М., 1975. [2] Bills B. G., Ferragi A. J. // J. Geophys. Res. 1978. 83, N B7. P. 3497. [3] Фролов А. И. // Астрон. вестник. 1971. 5, № 4. С. 201. [4] Dogman L. M., Lewis B. T. R. // J. Geophys. Res. 1970. 75, N 17. P. 33. [5] Bills B. G., Kiefer W. S., Jones R. L. // J. Geophys. Res. 1987. 92, N B10. P. 10335. [6] Габбасов Р. В., Таджидинов Х. Г. // Астрон. вестник. 1989. 23, № 2. С. 150.



Карта разностей $M - M_0$ коры на Венере относительно сферы $R_0 = 6051,45$ км. Изогипсы проведены через 10 км

Поступила в редакцию
08.12.89