

СТРУКТУРА ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ КОНВЕКЦИИ ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ЗЕМЛИ С ПЕРЕМЕННОЙ ВЯЗКОСТЬЮ

А.Н.Четырбоцкий

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН



Несмотря на широту охвата рассмотренных в серии работ [Cristensen, 1984; Schubert, 1985; Трубицын, 1991; Zhong, 1996; Трубицын, 2006] различных проблем верхнемантийной конвекции, открытыми остаются вопросы о влиянии на режим этого процесса условия, которое задается на границе литосферы и астеносферы. Актуальность изучения этого вопроса связана с изучением причин и результатов различий их реологий. А именно, снижению потоков тепла из астеносферы в литосферу. Такая ситуация, в силу закона сохранения энергии, обуславливает определенную аккумуляцию тепла и рост давления на границе этих сред. В зависимости от толщины литосферы, ее состава и ряда других факторов, здесь далее создаются вполне благоприятные условия либо для ее частичного проплавления («прожигания»), либо теплового взрыва (представляется также, что может иметь место и их определенное сочетание). После чего указанная последовательность процессов вновь повторяется.

Постановка задачи. Модельный пример представлением верхней мантии здесь выступает вязкая несжимаемая жидкость в поле силы тяжести. Для численного моделирования ее конвекции используются двумерные уравнения Стокса в приближении Обербека-Буссинеска.

$$R_a = \alpha g \rho_0 H^3 \Delta T / \chi \eta_0 \quad u = \psi_y \quad v = -\psi_x \quad \omega = v_x - u_y$$

$$V_0 = \chi / H$$

$$\nabla^2 \eta \omega = -R_a T_x - 2[\eta_{xx} \psi_{yy} - \eta_{yy} \psi_{xx} - 2\eta_{xy} \psi_{xy}]$$

$$\nabla^2 \psi = -\omega$$

$$T_t + \nabla \cdot (uT) = \nabla^2 T + a \eta (\psi_{xx} - \psi_{yy})^2$$

$$a = \eta_0 \chi \cdot (2c_p \rho_0 H^2 \Delta T)^{-1}$$

$$V_0 = \alpha g \rho_0 H^2 \Delta T / \eta_0$$

$$\nabla^2 \eta \omega = -T_x - 2[\eta_{xx} \psi_{yy} - \eta_{yy} \psi_{xx} - 2\eta_{xy} \psi_{xy}]$$

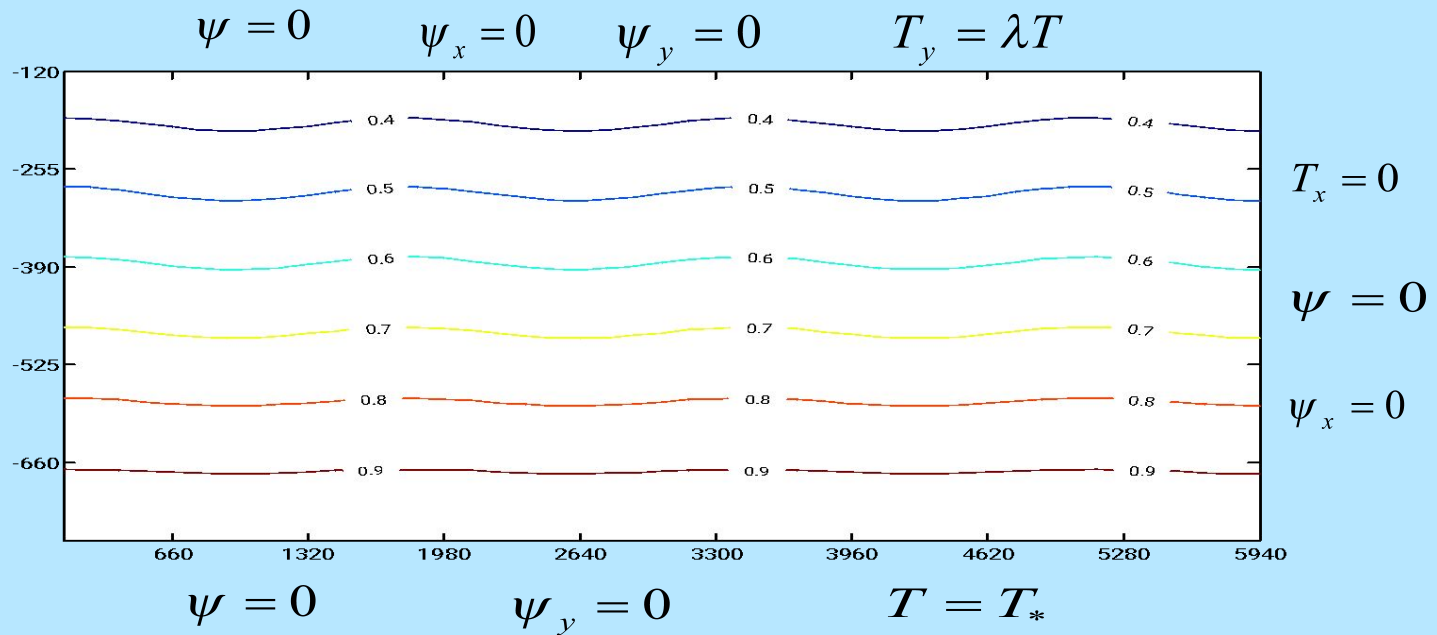
$$\nabla^2 \psi = -\omega$$

$$T_t + \nabla \cdot (uT) = R_a^{-1} \nabla^2 T + a \eta (\psi_{xx} - \psi_{yy})^2$$

$$a = \alpha g H / 2c_p$$

Начальные и граничные условия:

$$T(x, y, 0) = 1 - y + A \sin\left(\pi \frac{L}{H} x\right) \cos \pi y$$



Численные значения параметров модели: $H = (660 - 120) \text{ км} = 540 \text{ км}$

Численные значения параметров модели: $H = (660 - 120) \text{ км} = 540 \text{ км}$

$$\alpha = 3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/м}, \quad g = -9.8 \text{ м/с}^2, \quad c_p = 1.25 \times 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C},$$

$$\chi = 8 \times 10^{-7} \text{ м/с}^2, \quad T_* = 1800 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad T^* = 1320 \text{ } ^\circ\text{C}$$

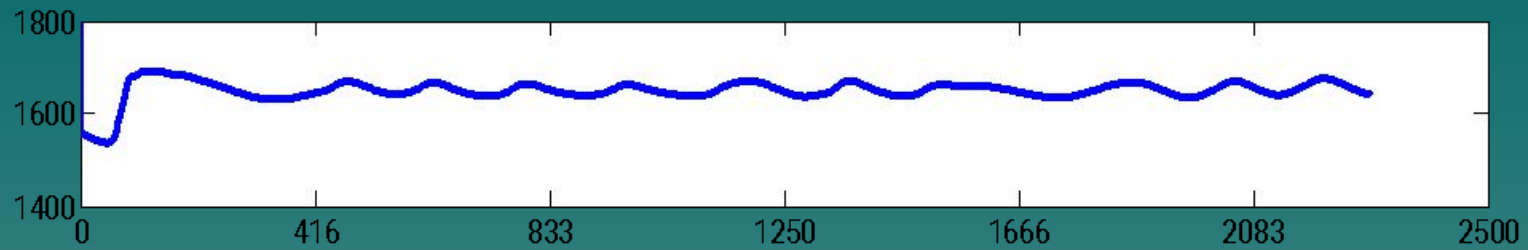
$$\lambda_K = 2.2 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}, \quad \lambda_M = 4 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$$

$$\rho_0 = 3700 \text{ кг/м}^3$$

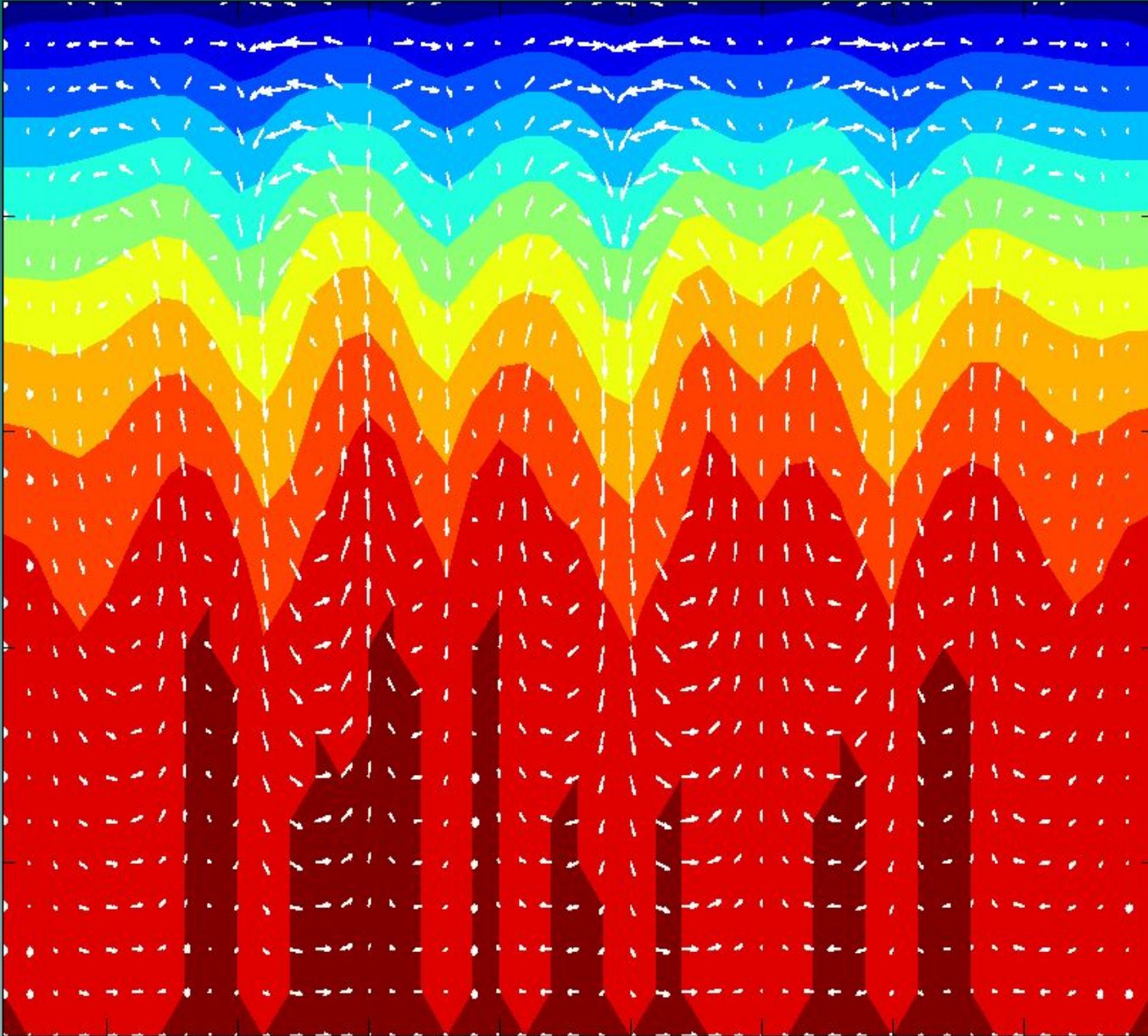
$$\eta_0 = 3 \times 10^{22} \text{ п}$$

$$\eta = \eta_0 \exp[-0.4T + 2.2(1 - y)]$$

◆ Динамика функций модели



- ◆ Поле скорости и температуры на момент времени 2.5 млрд. лет



- СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

