



**ТРАНСМАНТИЙНЫЕ ФЛЮИДЫ, ФОРМИРОВАНИЕ  
ПЛЮМОВ И МАГМАТИЗМ.**

Н.С. Жатнуев

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, [zhat@gin.bsnet.ru](mailto:zhat@gin.bsnet.ru)*

Гипотеза мантийных плюмов (МП) получила начало с известных работ [Wilson, 1965; Morgan, 1971] и со временем она обрела развитие в виде идеи горячих полей [Зоненшайн, Кузьмин, 1983].

В работах [Летников, 2001; Добрецов, 2008; Пучков, 2009] всесторонне рассматриваются предполагаемая природа МП, из которых следует, что причиной формирования МП является дегазация ядра. Однако, механизмы подъема и детали эволюции МП везде различны. Конвективный механизм был предложен в работе [Griffiths, Campbell, 1990], где в результате подъема легкого вещества формируется структура типа «голова-хвост».

По Ф.А.Летникову [2001] и Н.Л.Добрецову [2008] МП формируются путем проплавления непрерывного канала от ядра до основания литосферы. Но, как показано автором настоящего сообщения [2010], в протяженных магматических каналах, возникают избыточные давления (ИД) намного превышающие прочность пород и материал плюма должен бы непосредственно поступать на поверхность катастрофическими прорывами. В случае описываемом [Griffiths, Campbell, 1990], наоборот, подъем должен быть медленным и можно было бы наблюдать отклонение плюма от вертикали на значительный угол под воздействием «мантийного ветра» [Пучков, 2009].

Здесь предлагается модель формирования МП, основанная на возможности миграции порций флюида в пластичной мантии в виде субвертикальных изолированных полостей-трещин, в которых возникает избыточное давление. При величине ИД больше прочности породы происходит «флюидоразрыв» в «голове» и схлопывание хвостовой части полости, что обеспечивает ее продвижение вверх. При эмиссии газа из ядра Земли происходит его накопление на границе ядро-мантия в виде линз, которые при достижении критического размера прорываются в мантию и перемещаются к поверхности. Создается относительно стационарный поток флюида прогревающий мантию и взаимодействующий с ней. В основании литосферы и/или в самой литосфере, вследствие возрастания прочности среды происходит остановка полостей с флюидом, распространение их по латерали и формирование значительных объемов магмы при привносе воды и других компонентов.

Избыточное давление в трещинных полостях, несущих флюид из нижней мантии возникает следующим образом. Если взять субвертикальную полость-трещину, заполненную флюидом, в условиях пластического состояния породы, то литостатическое давление в «голове» (верхней части) трещинной полости  $P_{1lit}$  на глубине  $H_1$  составляет:

$$P_{1lit} = \int_0^{H_1} g(h_1) \rho_r(h_1) dh \quad (1)$$

где  $\rho_r$  - плотность пород;  $H_1$  – глубина от поверхности до вершины трещины;  $g$  – ускорение силы тяжести.

Литостатическое давление в «хвосте» (нижней части) трещинной полости  $P_{2lit}$  вычисляется таким же образом по формуле (1) но только для глубины  $H_2$ . Собственное давление флюида  $P_{2fl}$  в основании трещинной полости с допущением того, что плотность флюида одинакова по всей высоте полости, составляет:

$$P_{fl} = \rho_{fl} gl \quad (2)$$

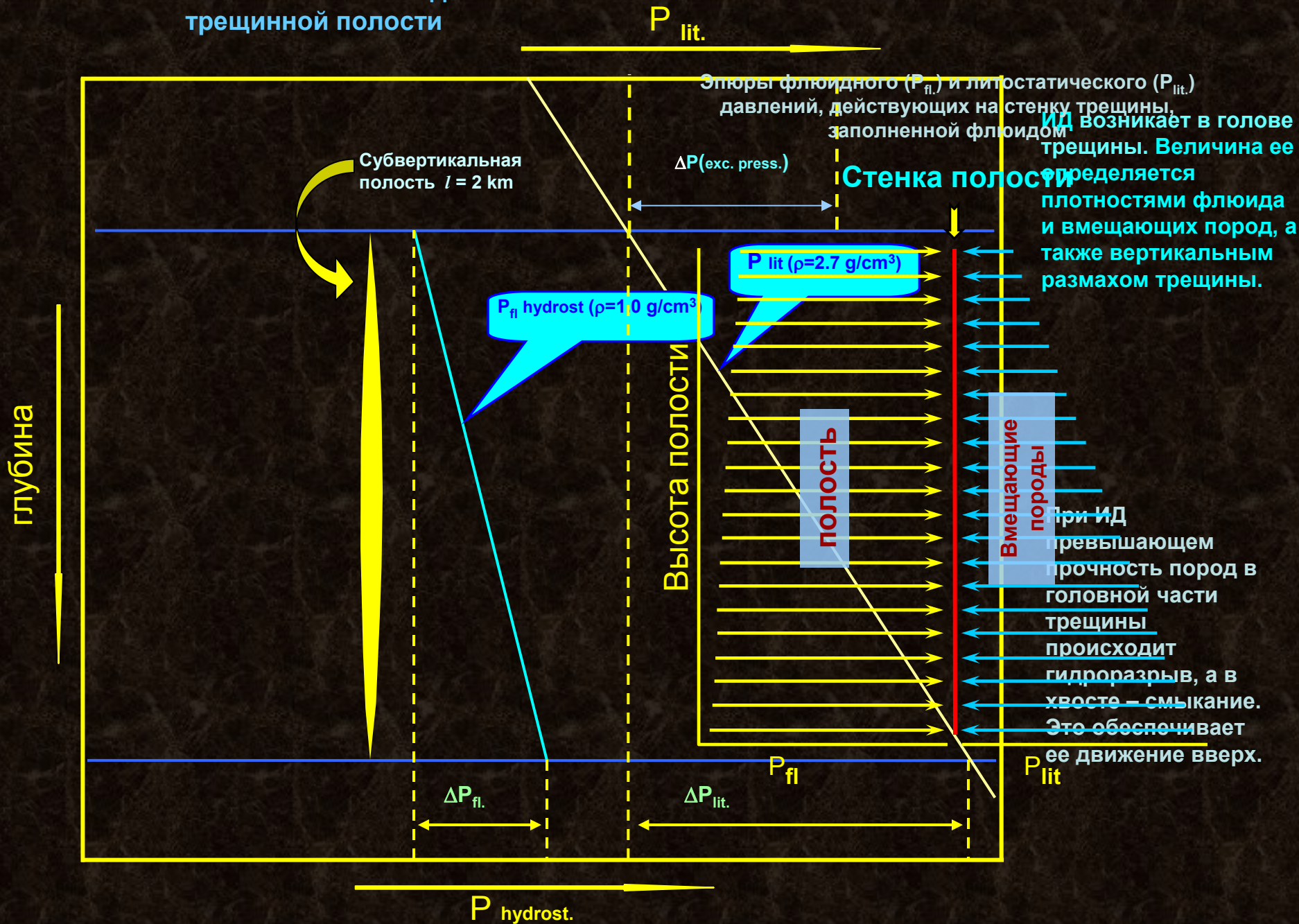
здесь  $\rho_{fl}$  – плотность флюида,  $l$  – протяженность трещины по вертикали. Давление флюида  $P_{2fl}$  в «хвосте» трещины (на глубине  $H_2$ ) равно литостатическому давлению  $P_{2lit}$ , а давление флюида вверху трещинной полости (на глубине  $H_1$ ) составляет:

$$P_{1fl} = P_{2fl} - P_{fl} \quad (3)$$

Тогда ИД в «голове» трещинной полости равно

$$\Delta P_{fl} = P_{1fl} - P_{1lit} \quad (4)$$

# Графическое представление механизма возникновения избыточного давления в трещинной полости

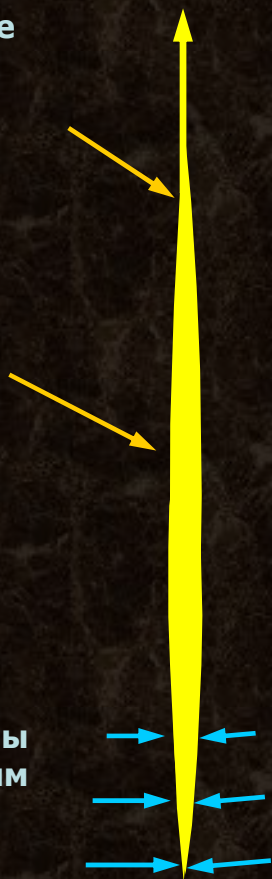




Гидроразрыв и распространение трещины

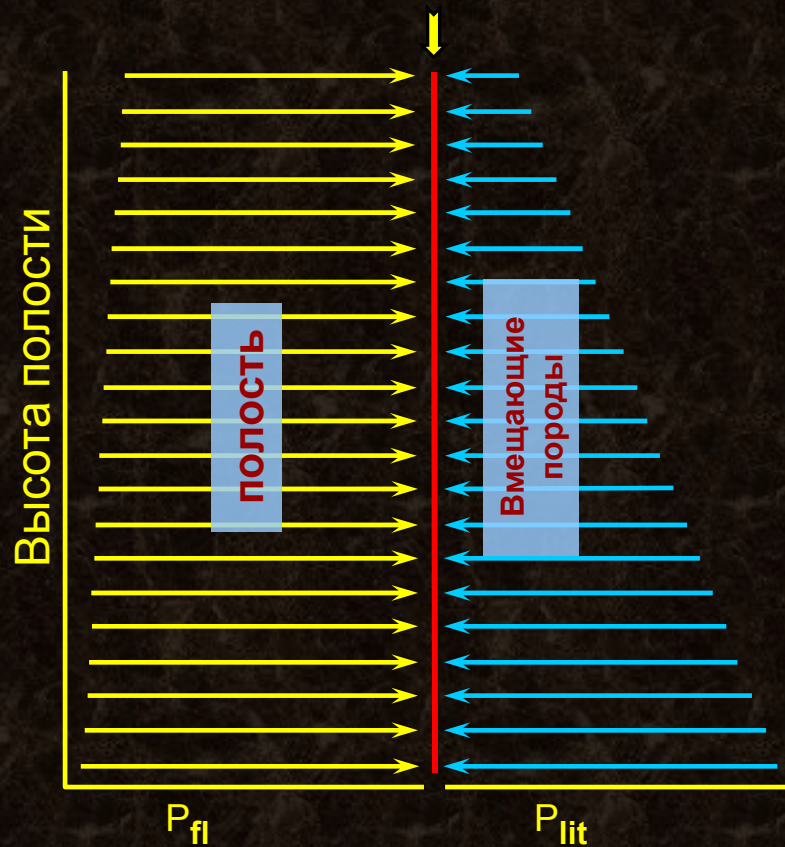
Передача давления флюидом

Сжатие трещины литостатическим давлением



Эпюры флюидного ( $P_{fl.}$ ) и литостатического ( $P_{lit.}$ ) давлений, действующих на стенку трещины, заполненной флюидом

Стенка полости



Движение трещин подобно всплыванию пузырей газа в жидкости, но только развивается в твердой, пластически деформируемой среде. Модель имеет аналогию с перистальтическим насосом, перекачивающим порции жидкости, в данном случае порции флюида в замкнутой трещине, низ которой сжимается и схлопывается, а верх испытывает гидроразрыв.

Предложенный механизм подъема флюида  
был проверен экспериментально

При дегазации ядра, в силу разнородности фазового состояния вещества ядра и слоя D'' происходит накопление флюида на границе ядро-мантия в виде линз, которые по достижении **критической высоты** прорываются в мантию в виде трещинных полостей.

Нижняя мантия (D'')

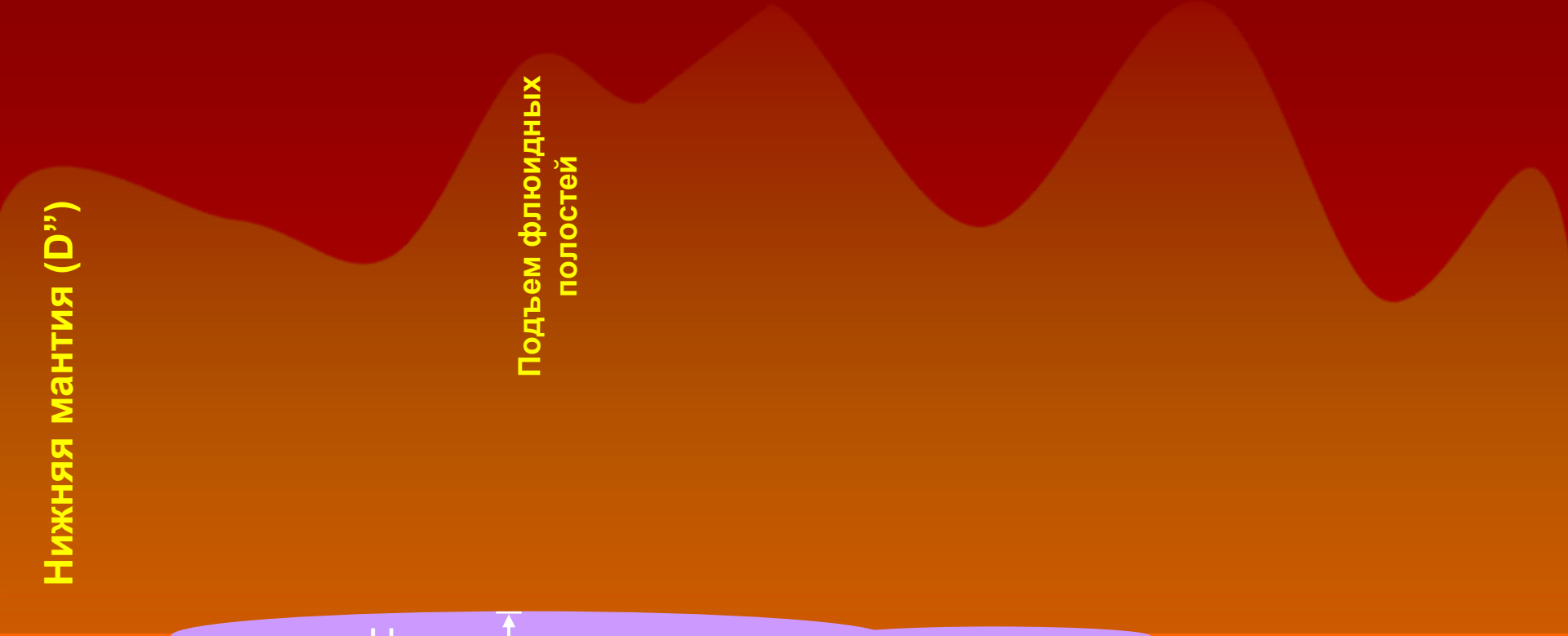
Ядро

Подъем флюидных полостей

$H_{critical}$

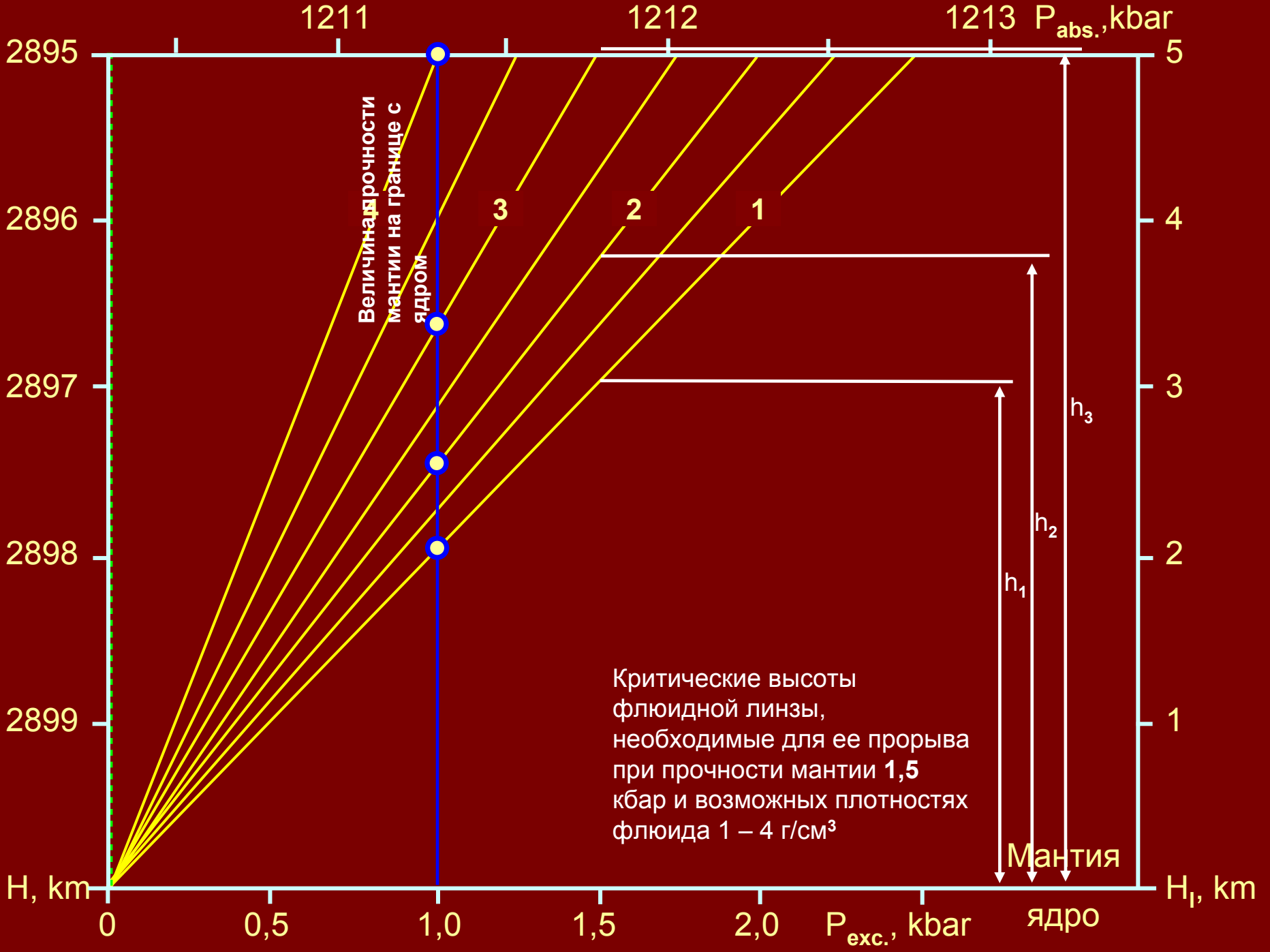
Дегазация ядра

Дегазация ядра



**Критический размер флюидной линзы - высота линзы при которой избыточное давление становится выше прочности мантии на разрыв. В этом случае линза перерождается в вертикальную трещину того же объема и путем гидроразрыва начинает мигрировать вверх. Скорость движения зависит от избыточного давления в голове трещины, а избыточное давление, в свою очередь зависит от высоты последней.** Поскольку объем линз может быть значительным, то вначале высота и объем трещинных полостей могут быть весьма большими, что обеспечит и высокую начальную скорость прорыва. Но, вероятно, впоследствии эти полости дробятся на ряд мелких.





# Литосферный прочностной барьер

Начало плавления мантии при разогреве и изменении положения кривых плавления под действием окисляющего флюида (появление H<sub>2</sub>O).

Ненарушенная геотерма мантии

Мантия

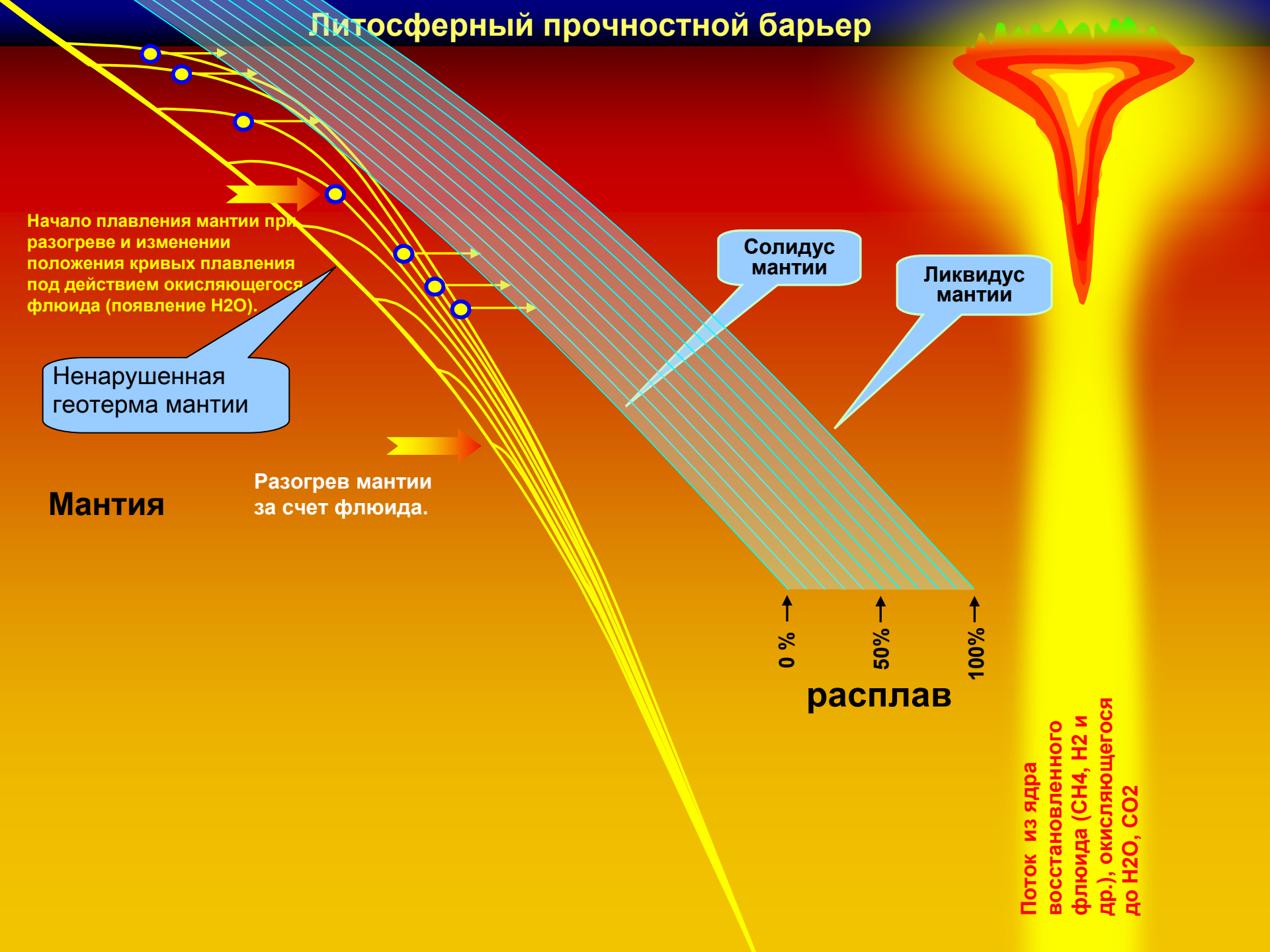
Разогрев мантии за счет флюида.

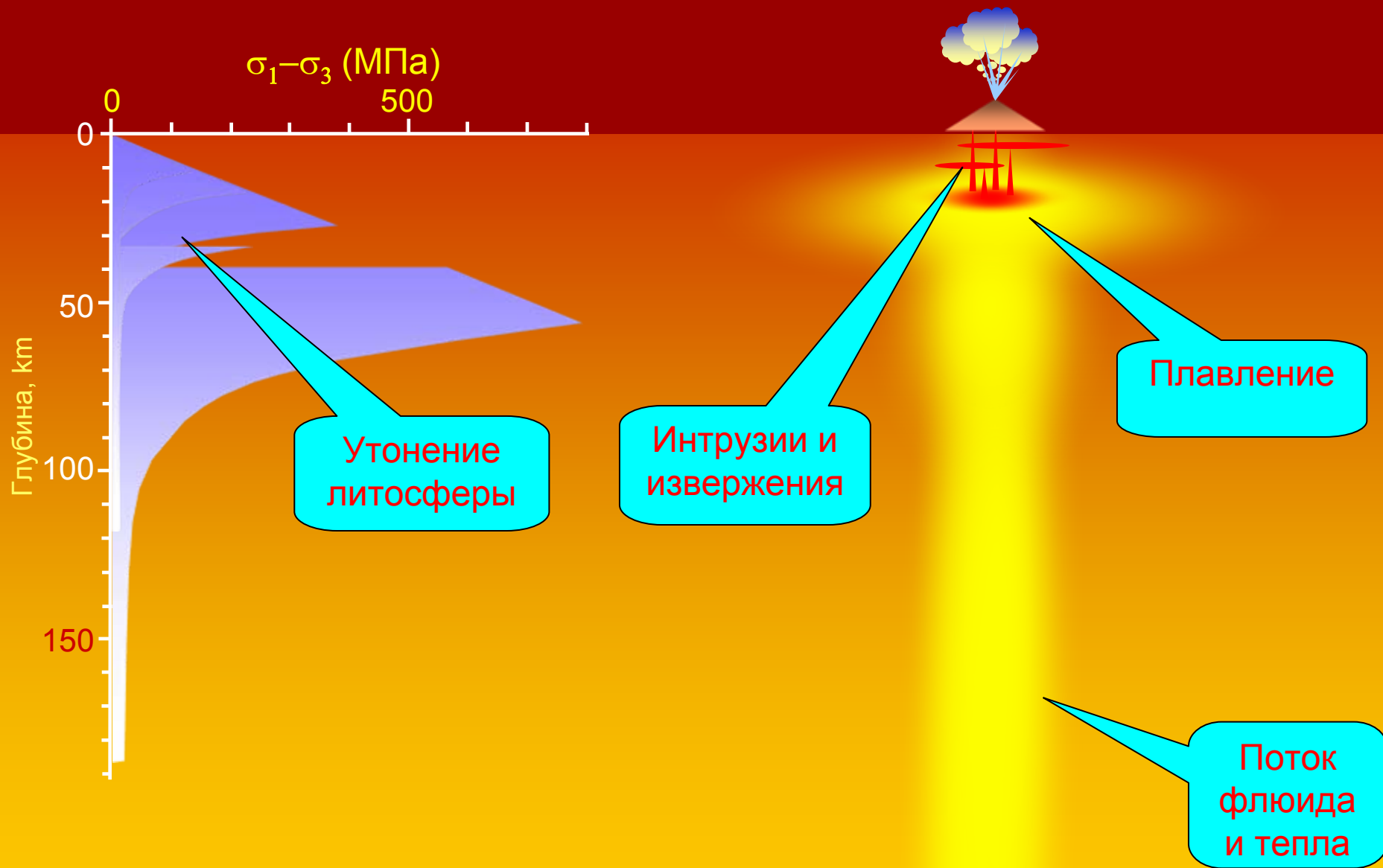
Солидус мантии

Ликвидус мантии

0%  
50%  
100%  
расплав

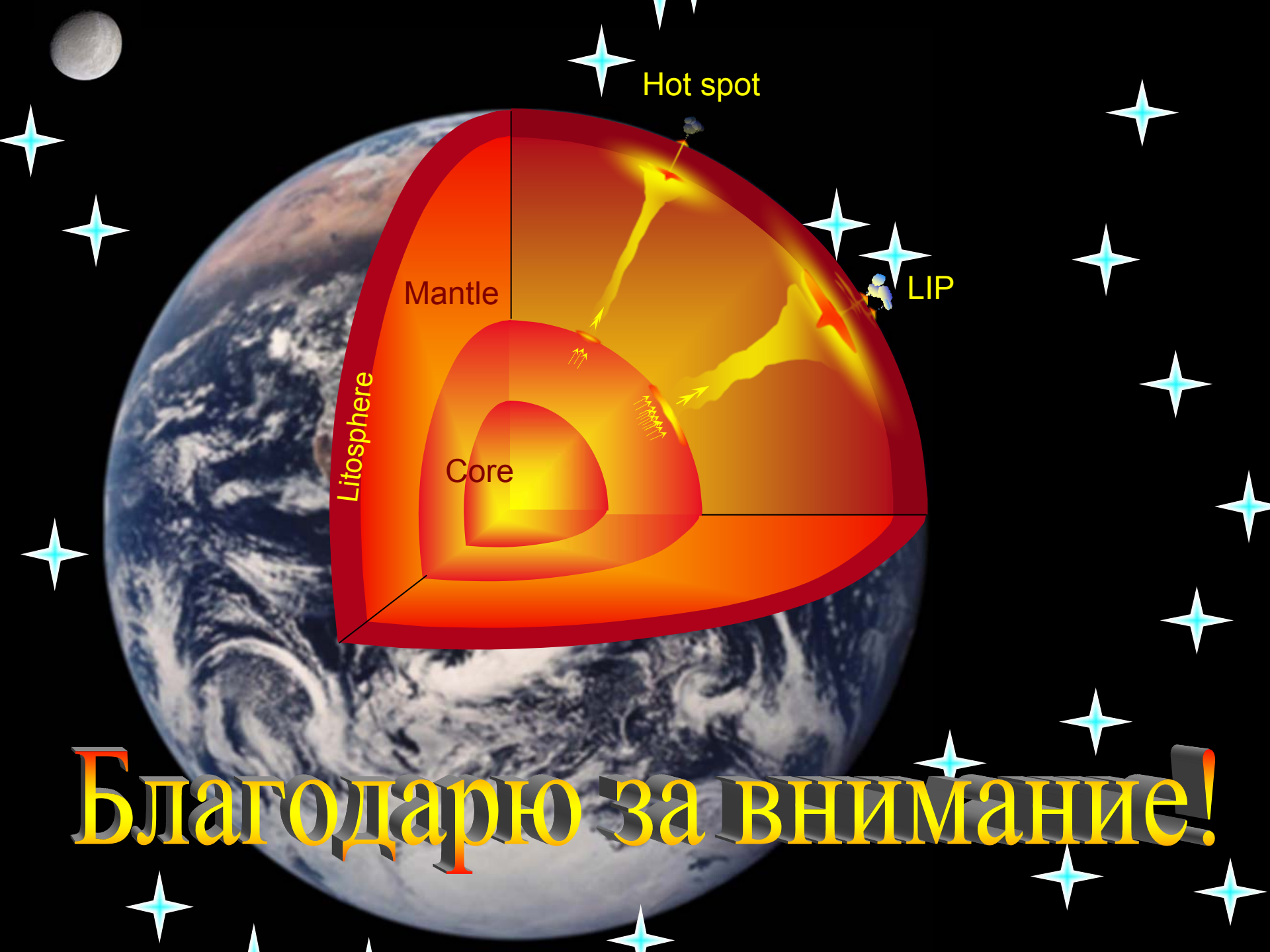
Поток из ядра восстановленного флюида (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> и др.), окисляющегося до H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>





Реологическая эволюция литосферы в процессе океанизации континентальной литосферы по (Corti et al. 2003) с дополнениями

# Общая схема формирования плюма



Hot spot

Mantle

LIP

Lithosphere

Core

Благодарю за внимание!