Первая группа критериев разработана на основе анализа и обработки материалов КС, физических полей, топографических. Они условно разделены на следующие типы:

(1)структурно-тектонические – фиксируют преимущественно линейно-блоковые глубинные неоднородности и благоприятные для кимберлитообразования участки сочетания глубинных зон проницаемости (растяжения) и зон распределения (сжатия-напряжения), активизированных на разных временных срезах.

(2)структурно-очаговые – определяют локализованные, приближенные к блоково-кольцевым, глубинные неоднородности.

(3)морфоструктурные – фиксируют и дополняют выделенные глубинные неоднородности.

При выделении перспективных площадей использовано несколько видов структурно-очаговых геолого-геофизические неоднородностей (рис.):

– коро-мантийные неоднородности (поднятия), выделенные в результате трансформаций гравитационного поля. Дифференцированы на четыре типа с различной прогнозной значимостью по особенностям поведения на глубине с привлечением вещественных критериев;

– очаговые структуры по КС с локализованными в них перспективными участками, рассчитанными по мере сходства с мировыми эталонными алмазоносными площадями;

– повышенная энторопия значений величины и направленности гравимагнитных полей;

– кольцевые осложнения регионального магнитного поля (центры эндогенной активности);

– осложнения залегания поверхности Мохо.

Экспертная оценка суммарного веса «очаговых» критериев относительно Зимнебережного района позволил ранжировать прогнозируемые районы алмазоносного магматизма в следующей последовательности: Онежский, Западнокарельский, Соколозерский, и выделить еще ряд районов, а в их пределах (с учетом вещественных критериев) – порядка тридцати прогнозируемых полей.

ЭВОЛЮЦИЯ КОРОВО-МАНТИЙНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ: ИЗОТОПНО-ПЕТРОХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Пушкарев Ю.Д.[1], Богомолов Е.С.[2], Крымский Р.Ш.[2], Сергеев С.А.[2]

[1]Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург, ydcanon@rambler.ru
[2]ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург

Изучение ксенолитов примитивной мантии (PM), которые по изотопно-петрохимическим характеристикам никогда не принимали участия в процессе корообразования, не подвергались мантийному метасоматозу и не испытывали частичного плавления, свидетельствует о том, что изотопный состав неодима и стронция таких ксенолитов соответствует источнику MORB [1]. Этот результат подтверждает корректность независимой оценки величины Sm/Nd в PM по толеитам MORB [2] и в свою очередь подтверждается результатами особо прецизионных исследований изотопной систематики ^{142}Nd -^{146}Sm для Земли, Луны и Марса [3], согласно которым протопланетное вещество всех трех планет имело одинаковое, но более высокое по сравнению с хондритами отношение Sm/Nd. Таким образом, выясняется, что общепринятые в изотопной систематике характеристики обедненной мантии, в действительности, соответствуют мантии примитивной, а дефицит LREE в ней является первичным свойством и с процессами корообразования не связан.

Статистическая обработка начальных изотопных составов неодима мантийных магматических пород позволяет охарактеризовать эволюцию состава вещества в мантийном резервуаре интегральной кривой, которая выявляется по сгусткам фигуративных точек в Sm-Nd изотопной систематике (рис.а). Эта кривая была установлена ранее [4], однако вытекающая из нее информация осталась до конца нераскрытой. Теперь сопоставление этой кривой с прямой, отражающей изменение изотопного состава неодима в реальной PM, дает возможность оценить эволюцию изотопного состава этого элемента в петрогенетически активном мантийном резервуаре в терминах корово-мантийного взаимодействия: интенсивности смешения корового и мантийного вещества, а также скорости и характера их конвективного перемешивания.

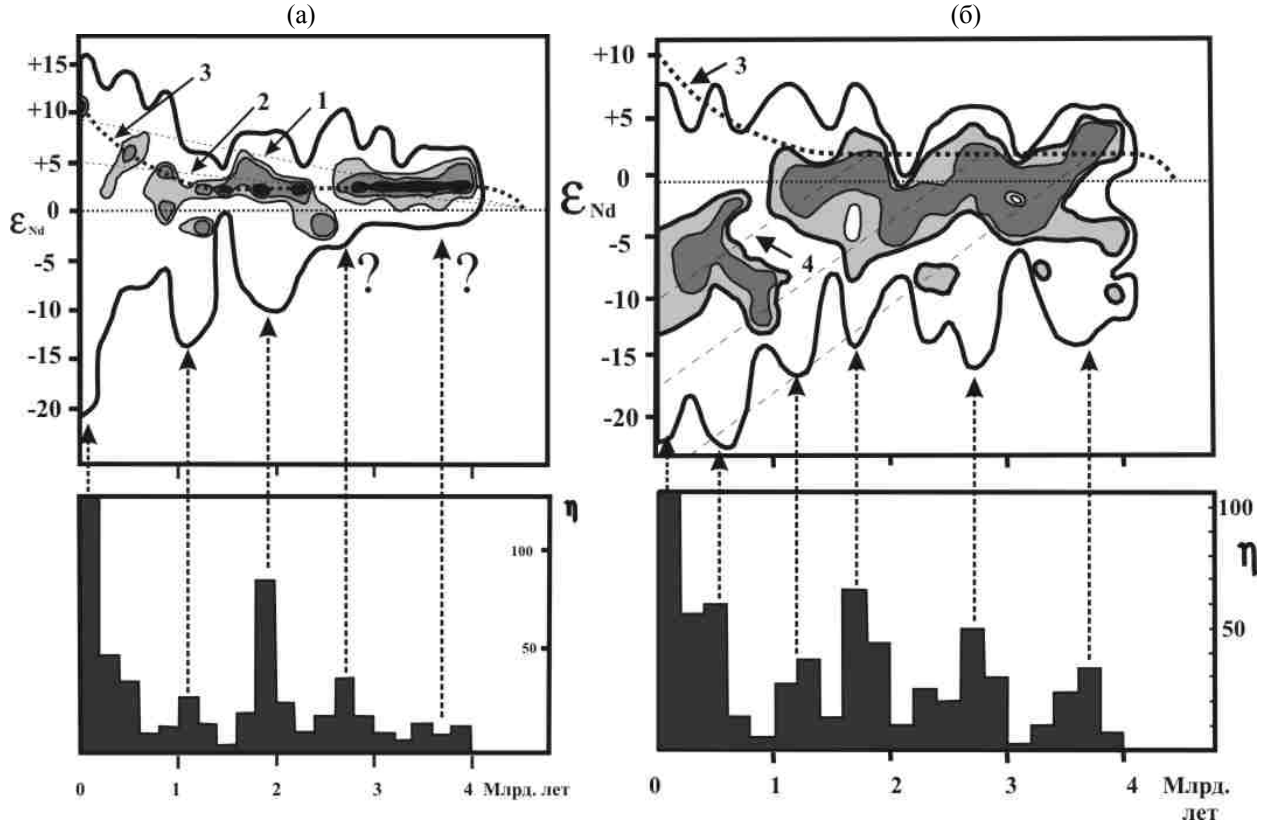
При интерпретации диаграммы на рис.а, как и при любом обсуждении взаимодействия коры и мантии, следует различать два вида понятий, для обозначения которых используются одни и те же слова. С одной стороны слова «кора» и «мантия» – используются для обозначения двух различных резервуаров или геосфер. С другой стороны «кора» и «мантия» – это два вида вещества. Поэтому когда коровое вещество погружается ниже поверхности Мохо, оно продолжает оставаться коровым, но пространственно принадлежит уже мантийному резервуару. Причем по изотопному составу таких элементов как Sr, Pb и Nd это коровое вещество и его магматические производные будут восприниматься как обогащенная мантия.

Изменение изотопного состава неодима в РМ в сопоставлении с особенностями его изменения в мантийном веществе, представленными на рис.а, позволяет сделать два важных вывода.

(1) Генерация расплавов, пополняющих коровый резервуар, осуществляется за счет мантийного вещества, состав которого (в отличие от неизменного состава РМ) закономерно изменяется на протяжении всей геологической истории.

(2) Соответственно характеру этого изменения относительно состава РМ геологическая история может быть разделена на три мегапериода. Первый соответствует интервалу 4.57- 4.1 млрд.лет, в течение которого мантийный резервуар, обеднившись легкими REE относительно РМ (вероятно за счет формирования протокоры, возможно в сочетании с сегрегацией ядра) начал компенсировать это обеднение (по-видимому, за счет возврата корового вещества в мантию или за счет метасоматического притока REE из нижних частей силикатной оболочки). В интервале от 4.1 до 1.6 в мантийном резервуаре устанавливается близкое к постоянному доминирующее отношение Sm/Nd, которое соответствует обогащенному относительно РМ веществу. В итоге разница в E_{Nd} между петрогенетически наиболее активным веществом этого резервуара и веществом РМ последовательно возрастет, достигая максимального значения к 1.6 млрд. лет. После 1.6 млрд лет и до настоящего времени (третий мегапериод) мантийный резервуар прогрессивно обедняется более несовместимым неодимом относительно самария и к настоящему времени по существу идентичен составу РМ.

Казалось бы, наблюдаемые особенности эволюции изотопного состава неодима можно интерпретировать исключительно в рамках корово-мантийного смешения, определяемого соотношением темпов экстракции вещества коры из мантии и конкурирующего с ней возврата корового вещества назад в мантию. Однако при таком подходе выявляется парадоксальная ситуация: на протяжении временного интервала 4.1- 1.6 млрд. лет, наиболее распространенные составы, которые возникают в результате смешения обедненного и примитивного мантийного вещества с коровым, оказываются обогащенными относительно РМ, в то время как даже при полном возврате коры в мантию смешение может привести только к составу исходной РМ.



Проекции трехмерных гистограмм «частота встречаемости (η) – возраст – E_{Nd}» в изолиниях плотности для мантийных (1а, N=1030) и коровых (1б, N=869) пород и совмещенные с ними по оси «возраст» двухмерные гистограммы «возраст – η» [4].

Изменение изотопного состава неодима в РМ: 1 – соответственно оценке величины $(Sm/Nd)_{PM}$ по мантийным вулканитам [2] и мантийным ксенолитам [1] , 2 – по результатам изучения изотопной системы ^{142}Nd-^{146}Sm в породах Марса, Земли и Луны [3],.3 – изменение изотопного состава неодима в веществе мантии, выявляемое по сгусткам точек на рис. а. Пунктир 4 на рис. б – изменение изотопного состава неодима в коровом веществе, возникшем в кульминационных стадиях разных мегациклов. Изолинии плотности точек: 0-22-25 и 30%

По-видимому, единственное объяснение наблюдаемого эффекта состоит в том, что в трехкомпонентной смеси корового, примитивного и обедненного мантийного вещества обедненный компонент, испытавший в прошлом частичное плавление, чаще всего оказывается петрогенетически бесплодным. Иными словами, как правило, в формировании расплавов принимают участие примитивная мантия и вещество субдукцированной коры, температура плавления которых ниже, чем у мантии обедненной. Отсюда следует, что в корово-мантийных смесях перечисленные три компонента сохраняют изотопные различия и обычно не гомогенизируются.

Таким образом в интервале 4.1-1.6 млрд лет доля субдукцируемого корового вещества в петрогенетически наиболее продуктивной корово-мантийной смеси остается неизменной, что можно расценивать как следствие преимущественного постоянства в соотношении между двумя процессами: между генерацией вещества океанической коры и его возвратом в мантию. После 1.6 млрд лет либо прогрессивно падают темпы субдукции, либо подключается (или усиливается) подток примитивного вещества из нижней мантии. Последнее возможно как вследствие трансформации двухярусной конвекции в одноярусную, так и за счет более активного поступления нижнемантийного вещества в виде плюмов.

Рис. позволяет вернуться к обсуждению еще одного феномена, выявляемого в Sm-Nd изотопной систематике мантийных магматических пород, к пульсации изотопного состава неодима в такт с мегацикличным изменением геодинамической активности. Такая пульсация отражает изменение интенсивности смешения корового и мантийного вещества в разной степени обедненного относительно РМ. При этом отсутствие эффектов, связанных с участием контрастного по E_{Nd} корового вещества в первых двух мегациклах с кульминационными стадиями 3.6 и 2.7 млрд. лет (рис.а), наводит на мысль о том, что активное проникновение такого вещества в мантию, обусловленное субдукцией, стало возможным только в следующем мегацикле, начинающемся с 2.4 млрд. лет. Скорее всего, такая особенность отражает ограниченную распространенность развитого гранитного слоя и практически полное отсутствие вклада соответствующего ему компонента в субдукцируемое вещество осадочных пород океанической коры, хотя результаты статистического обобщения для коровых пород (рис.б), свидетельствует о том, что такое вещество в первые два мегацикла уже существовало.

Гранты РФФИ № 08-05-00861-а и № 07-05-00527-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pushkarev Yu. The Bulk Silicate Earth as MORB source and isotope geochemical approach to the origin of D»-layer // Abstracts of Goldchmidt Conference, Copenhagen, Denmark, June 5-11, 2004, A559.

2. Костицын Ю.А. Sm-Nd и Lu-Hf изотопные системы Земли: отвечают ли они хондритам? // Петрология. 2004. Т.12. №5. С. 451-466.

3. CaroG., B.Bourdon, A.N.Xalliday, G.Quitte Super-chondritic Sm/Nd ratios in Mars, the Earth and the Moon // Nature, 2008. Vol.452. №20. P.336-339.

4. Pushkarev Y.D. The nature of super-large ore deposits: a conception of crust-mantle interaction within the mantle // Mineral Deposits: Processes to Processing. Balkema, Rotterdam, 1999. P.1345-1348.

ЭКЛОГИТСОДЕРЖАЩИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ В УРАЛЬСКОМ ОРОГЕНЕ: ТИПИЗАЦИЯ, СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ, ВОЗРАСТ

Пыстин А. М.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

В последние годы на Урале, Казахстане, Скандинавии, Центральной Европе и других регионах получен значительный объем радиогеохронологических данных по эклогитам. Большинство возрастных датировок, установленных разными методами, укладывается в интервал 430-240 млн. лет. На этом основании многие исследователи ограничивают указанным выше интервалом время формирования эклогитсодержащих породных ассоциаций, начиная с процессов кристаллизации высокобарических парагенезисов в зонах субдукции и заканчивая эксгумацией эклогитов в коллизионный и постколлизионный этапы развития складчато-орогенных поясов. Учитывая, что в наиболее хорошо изученных поясах каледонид и герцинид установленные значения возраста эклогитов часто близки к возрасту орогении, предполагается, что породы, претерпевшие высокобарический метаморфизм были сначала погружены на большие глубины (возможно, более 100 км), а затем быстро подняты (эксгумированы) на приповерхностные уровни. Причина физических сил, способствовавших быстрому поднятию только что субдуцированных пород, остается неясной.

На Урале основные проявления высокобарических метаморфитов образуют так называемый высокобарический пояс, который прослеживается вдоль Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР) от р. Щурья на севере до р. Урал на юге на расстоянии 2000 км. Их образование обычно связывается с историей