

Особый случай представлены уникальными месторождениями Алгаминской группы на периферии Ингилийского массива УЩК-формации на востоке Алдана. Руды, сложенные бадделеитом, цирконом и его гидратированными разновидностями, с тончайшей примесью ксенотима, коффинита и других минералов, размещаются в окварцованных карбонатных толщах верхнего венда, частично перекрывающих массив несколько более древнего возраста, на расстояниях от 1 до 15 км и его контактов. По-видимому, это результат рекристаллизации Zr-содержащих продуктов выветривания пород массива, снесенных в окружавший его водоем и захороненный в формировавшейся карбонатной толще [1]. Сколько-нибудь близкие аналоги этого рудопроявления неизвестны; тем не менее можно предположить, что сходные зоны минерализации могут существовать и по периферии других массивов этого типа, перекрытых более молодыми осадками.

Особенности строения и состава карбонатитов не претерпели принципиальных изменений за примерно 2,5 млрд лет устойчивого появления их в верхних горизонтах земной коры (массив Туперталики, Гренландия). Известные вариации этих особенностей, в частности минералогии и геохимии, диктуются, главным образом, различиями в принадлежности к фациям глубинности или «фациям эрозионного среза», в целом возрастающих, по понятным причинам, по мере увеличения геологического возраста комплекса. Можно лишь отметить, что большинство массивов линейного типа, развивавшихся на относительно ранних стадиях консолидации жестких платформенных структур земной коры, принадлежат к более древнему возрасту по отношению к большинству массивов центрального типа, за, видимо, единственным исключением – Ильмено-Вишневогорским комплексом Урала.

Этот массив достаточно резко отличается от других комплексов линейного формационного типа рядом и других особенностей, о чем уже говорилось

Литература

1. Багдасаров Ю.А. В кн. Металлогения магматических комплексов внутриплитовых геодинамических обстановок. М. ГЕОС. 2001. С.128-506.
2. Гинзбург А.И., Самойлов В.С. К проблеме карбонатитов. // ЗВМО. 1983. Ч.112.1 2. С.164-176.

ГЕОХИМИЯ МАНТИЙНОГО МЕТАСОМАТОЗА ЛИТОСФЕРЫ

Балашов Ю.А., Балашова Л.Г.

Геологический институт Кольского научного центра РАН, Анатумы, balashov@geoksc.apatity.ru

Разнообразие состава щелочных магм и содержания в них редких элементов, помимо Р-Т параметров, отражающих различие в глубинах формирования магм в литосфере, в благоприятных тектонических условиях для транспортировки магм в кору, определяется сочетанием исходной гетерогенности состава самой литосферы, интенсивностью воздействия мантийного метасоматоза в зонах генерации этих магм, дифференциацией элементов в постмагматических процессах и финальным взаимодействием щелочных магм с веществом коры. В этом комплексе разных факторов особую сложность для расшифровки составляет воздействие исходной гетерогенности самой литосферы. В данном сообщении сделана попытка использовать редкие литофильные элементы для выявления геохимических критериев, позволяющих разделить эффекты воздействия мантийного метасоматоза, магматической дифференциации и ряда других процессов, изменяющих распределение этих элементов в перидотитах литосферы. Для этого использованы бинарные диаграммы (типа Zr-Th, Zr-La, Yb-La, Zr-Nb, Zr-Sr и другие), выбор которых отвечает контрастности их геохимического поведения, заложенной в систематике спайдерграмм: Zr и Yb являются многовалентными элементами с минимальной подвижностью в магматических процессах относительно других многовалентных элементов (Th, Nb, U, La), а щелочноземельные и щелочные относятся к оптимально подвижным, особенно в гидротермальных и других

водосодержащих системах. Эти диаграммы предполагается использовать для анализа распределения редких элементов в перидотитовых ксенолитах, представляющих собой фрагменты мантийного материала, выносимого щелочными магмами разного состава преимущественно с глубин от 15-20 до 220-240 км, что ориентировочно охватывает всю мощность мантийной литосферы вплоть до границы с астеносферой. По составу перидотитовые включения существенно варьируют от лерцолитов до гарцбургитов и дунитов, а среди лерцолитов и гарцбургитов отмечаются переходные разности, несущие признаки деплетированности или обогащенности по ряду петрогенных и редких элементов, что показано на рис. 1. Прежде всего, отметим существенное различие в содержании многовалентных редких элементов между субконтинентальными и субокеаническими разностями перидотитовых ксенолитов, определенно указывающее на резкую деплетированность последних (диапазон вариаций в оптимальном варианте отражен по линии DM-EM). Снижение концентрации всех многовалентных редких элементов в субокеанической зоне определенно указывает на реститовую природу высоко-Mg ксенолитов. Для субконтинентальной зоны намечаются две тенденции, одна из которых тождественна с наблюдаемой в субокеанической зоне, другая характеризуется либо отсутствием дефицита редких элементов, либо относительным их накоплением в гарцбургитах сравнительно с лерцолитовыми ксенолитами (этот тренд условно показан стрелками с отрицательной корреляцией редких элементов с Zr и Yb). Подобная особенность, вероятно, справедлива и для ксенолитов из плюмовых базальтов океанических островов. Как оказалось, подобные примеры соответствуют ксенолитам, претерпевшим воздействие мантийного метасоматоза (например, в ксенолитах Монголии, Шпицбергена, Австралии [5-8]). В этой связи следует подчеркнуть, что внутри перидотитовых разрезов, особенно в их нижних частях, отмечаются признаки вторичной переработки мантийных ксенолитов за счет воздействия мантийного метасоматоза либо влияния флюидного обмена петрогенных и некогерентных элементов, что реализуется в появлении вторичного амфибола в деформированных ксенолитах, перекристаллизации исходных минералов (существовании нескольких генераций оливина, шпинели и других порообразующих минералов), в формировании пироксенитовых жил разного состава в нижних частях разрезов под перидотитами или внутри них, во флюогпитизации и изменении состава внешних зон аксессуарных и порообразующих минералов, а также в нарушениях геохимических соотношений в породах и отдельных минералах. Детальный анализ информации показал, что масштаб вторичной переработки ксенолитов субконтинентальной зоны литосферы процессами мантийного метасоматоза достаточно велик, повидимому, в ряде регионов достигает 70-90 % для перидотитовых ксенолитов. Большинство датировок мантийных ксенолитов приурочена к возрастам моложе 2.0 - 2.2 млрд. лет, что согласуется с нарастанием интенсивности мантийного магматизма в сторону фанерозоя, включая щелочной, субщелочной и иных типы плюмового и субдукционного магматизма, отвечающего цикличности подобных процессов в разных геотектонических обстановках [9-11 и др.]. При этом наиболее молодые датировки (минеральные изохронны) близки или тождественны возрастам вмещающих щелочных вулканитов. Однако, в целом, если опираться на информацию по Re-Os изотопной системе ксенолитов – T(RD), T(PUM) и T(MA), диапазон возрастных вариаций отражает многоступенчатый характер метасоматического преобразования перидотитовых ксенолитов вплоть до раннего архея, реже - до хадея [12-15 и др.], что согласуется с предположением о многостадийном накоплении редких элементов в субконтинентальных зонах литосферы за счет мантийного метасоматоза[16].

В заключение отметим еще один процесс возникновения неоднородности в литосфере, касающийся субокеанического сегмента, где перидотиты представлены в подавляющем большинстве сильно серпентинизированными разностями (до 60-90%) [17, 18]. Как видно из рис.2, для Rb и Sr из субокеанических перидотитов характерен необычно большой диапазон вариаций (в сравнении с многовалентными элементами- рис.1).

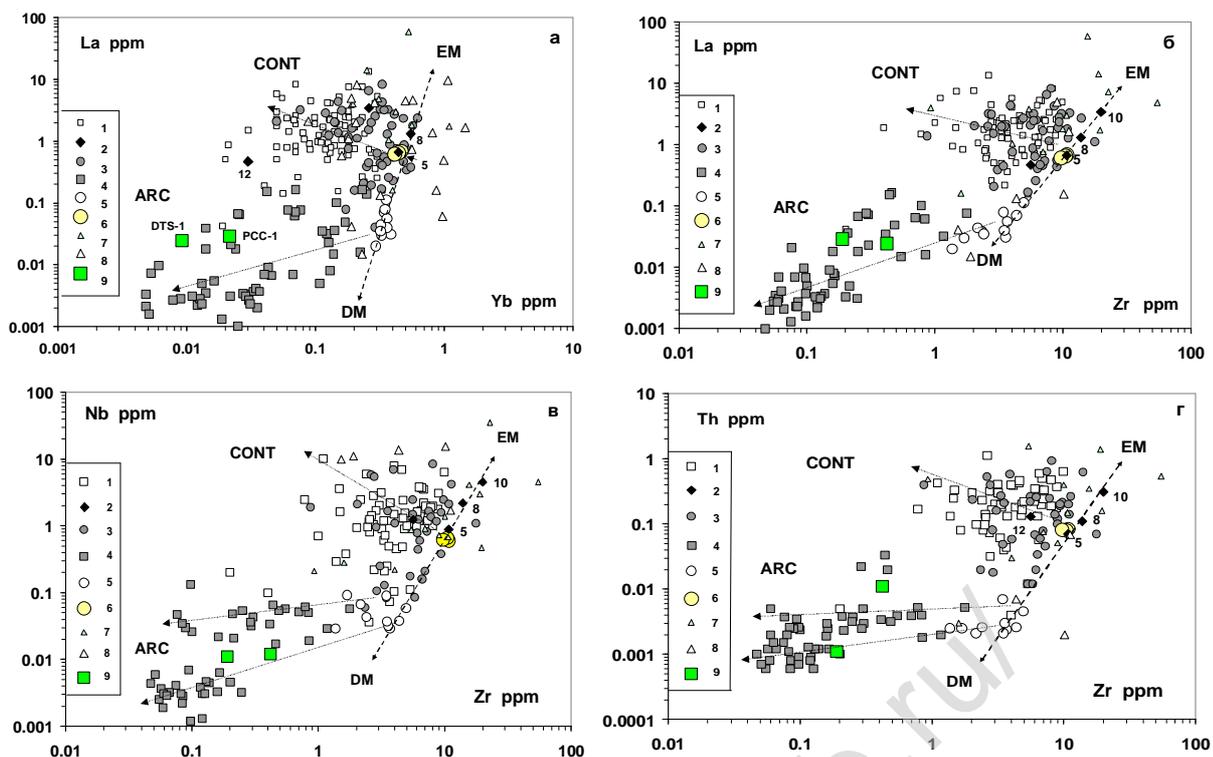


Рис.1(а-г). Контрастность распределения редких элементов в мантийных перidotитовых ксенолитах между субконтинентальными и субокеаническими сегментами литосферы.

Континентальный сегмент (1-3, 7): 1-гарцбургиты; 2- датированные лерцолиты (№ 5, 8, 10) и гарцбургит (№12) Витима [1]; 3-лерцолиты; 7- перidotиты, измененные фанерозойскими наложенными процессами (тектоника, магматическая контаминация и смешанный субдукционный источник и другие). Океанический сегмент (4, 5, 8, 9): 4- гарцбургиты и дуниты; 5- лерцолиты; 8- измененные перidotиты; 6- $PM \approx BSE$ [2-4]; 9 – дунитовый (DTS-1) и гарцбургитовый (PCC-1) стандарты. Стрелками показаны направления изменения содержания редких элементов в континентальных (CONT) киях и океанической (ARC) зоне относительно линии DM-EM.

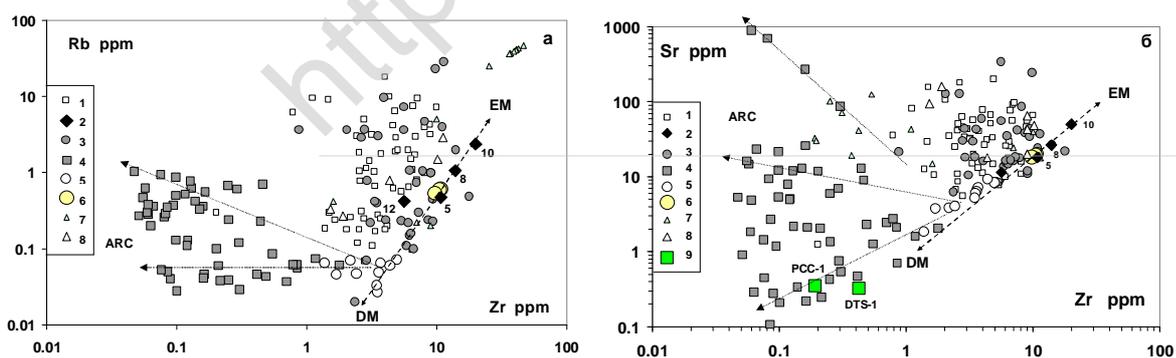


Рис.2. Аномальное обогащение Rb (а) и Sr (б) гарцбургитов субокеанической зоны. Расшифровка типов пород - см. рис.1.

Для обоих элементов прослеживается тенденция к обогащению, наиболее резко проявленная в гарцбургитах и дунитах. Эта аномалия по масштабам не имеет себе аналогов среди субконтинентальных ксенолитов и, скорее всего, отражает извлечение редких элементов (из морской воды ?) при серпентинизации перidotитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке программой фундаментальных исследований ОНЗ - 4 РАН и РФФИ № 07-05-00572.

Литература

1. Глебовицкий В.А., Никитина Л.П., Салтыкова А.К., Пушкарев Ю.Д., Овчинникова Н.О., Бабушкина М.С., Аценок И.В. Термальная и химическая неоднородность верхней мантии Байкало-Монгольского региона // Петрология. 2007. Т. 15. № 1. С. 61-92.
2. Hofmann A.W. Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust // Earth Planet. Sci. Lett. 1988. V. 90. P. 297- 314.
3. McDonogh W.F., Sun S.-s. The composition of the Earth // Chemical Geol. 1995. V.120.P. 223-253.
4. Palme H., O'Neill H.St.C. Cosmochemical estimates of mantle composition // Treatise of Geochemistry. 2003. V. 2. The mantle and Core (ed. Carlson R.W.). P. 11-38.
5. Ionov D.A., Hofmann A.W., Shimizu N. Metasomatism-induced melting in mantle xenoliths from Mongolia // J. Petrology. 1994. V. 35. P. 753-785.
6. Ionov D.A., Bodinier J-L., Mukasa S.B., Zanetti A. Mechanisms and sources of mantle metasomatism: Major and trace element compositions of peridotite xenoliths from Spitsbergen in the context of numerical modelling // J. Petrology. 2002.a. V. 43. P. 2219-2259.
7. Ionov D.A., Mukasa S.B., Bodinier J-L. Sr-Nd-Pb isotopic compositions of peridotite xenoliths from Spitsbergen: numerical modeling indicates Sr-Nd decoupling in the mantle by melt percolation metasomatism // J. Petrology. V. 43. P. 2261-2278.
8. Griffin W.L., O'Reilly S.Y., Stabel A. Mantle metasomatism beneath western Victoria, Australia: II. Isotopic geochemistry of Cr-diopside lherzolites and Al-augite pyroxenites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1988. V.52. P. 449-459.
9. Когарко Л.Н. Щелочной магматизм в ранней истории Земли // Петрология. 1998. Т.6. №3. С. 251-258.
10. Балашов Ю.А., Глазнев В.Н. Влияние плюмового магматизма на динамику докембрийского корообразования // ДАН. 2004. Т. 395. №1. С. 78-81.
11. Балашов Ю.А., Глазнев В.Н. Эндогенные циклы в проблеме корообразования // Геохимия. 2006 (а). № 2. С. 131-140.
12. Alard O., Griffin W.L., Pearson N.J., Lorand J.-P., O'Reilly S.Y. New insights into Re-Os systematics of sub-continental lithospheric mantle from in situ analysis of sulphides // Earth Planet. Sci. Lett. 2002. V. 203. P. 651- 663.
13. Griffin W.L., Graham S., O'Reilly S.Y., Pearson N.J. Lithosphere evolution beneath the Kaapvaal Craton: Re-Os systematics of sulfides in mantle-derived peridotites // Chem. Geol. 2004. V. 208. P. 89- 118.
14. Peltonen P., Brüggemann G. Origin of layered continental mantle (Karelian craton, Finland): Geochemical and Re-Os isotope constraints // Lithos.2006.V. 89. P. 405-423.
15. Snow J.E., Schmidt G. Proterozoic melting in the northern peridotite Massif Zabargad island: Os isotopic evidence // Terra Nova. 1999. V. 11. P. 45-50.
16. Балашов Ю.А., Глазнев В.Н. Циклы щелочного магматизма // Геохимия. 2006 (б). № 3. С. 309-321.