

### **Основные результаты.**

1. Впервые определены содержания рудных и сопутствующих элементов по сплошному разрезу через рудное тело Цагарсар.

2. Установлено, что максимумы содержаний основных рудных элементов – Zn, Fe, Pb – разделены в пространстве жилы. Поэтому можно считать, что сфалерит, галенит и пирит являются разновременными образованиями. При формировании рудного тела, вероятно, происходило наложение или вложение разноэтапного минералообразования друг в друга.

3. Сопоставление данных по рудному телу Цагарсар (шт. 49) с результатами по жилам рудной зоны Бозанг (шт. 47) показывает, что жилы формировались при близких условиях и по сходным механизмам.

Работа выполняется при финансовой поддержке гранта РФФИ 08-05-00306 (руководитель - профессор М.В.Борисов).

## **МОРФОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ МАНТИЙНЫХ ЦИРКОНОВ ИЗ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ МЕТАКИМБЕРЛИТОВ КИМОЗЕРСКОЙ СТРУКТУРЫ (КАРЕЛИЯ)**

Пименова Юлия Геннадьевна

*Геологический ф-т МГУ, Москва, [alea\\_8@mail.ru](mailto:alea_8@mail.ru)*

Кимберлиты, поднимаясь с глубин более 140 км, выносят к поверхности многочисленные глубинные ксенолиты и ксенокристы, которые дают нам информацию о составе и возрасте мантийного субстрата под древними континентами. Одним из важных источников такой информации являются ксенокристы цирконов, которые очень устойчивы к воздействиям транспортирующих расплавов и способны сохранять характеристики глубинных источников. В последние годы резко возросшая активность в изучении мантийных ксенокристов цирконов из кимберлитов и родственных им глубинных пород связана с появлением нового поколения приборов для высокоточного локального анализа: ионных зондов и плазменных масс-спектрометров с лазерными пробоотборниками. Полученные на сегодня данные указывают на многочисленные черты сходства морфологических и изотопно-геохимических характеристик мантийных цирконов, которые были вынесены кимберлитовыми трубками в разных кратонах и в разное время с позднего докембрия до мезозоя [1,2].

В настоящем докладе будут представлены результаты минералогических и геохимических исследований мантийных цирконов из палеопротерозойских метакимберлитов Кимозерской структуры, центральная Карелия. Выявленная В.В. Ушковым в 1992 году [3] в Онежской синклинии среди вулканогенно-осадочных пород заонежской свиты (2100 до 1920 млн. лет) [4], Кимозерская

кимберлитовая постройка является редким представителем раннедокембрийского кимберлитового магматизма.

Кимозерская структура в плане представляет собой вытянутое в северо-западном направлении овальной формы тело размером 2\*1 км, сложенное кимберлитовыми породами разной фациальной принадлежности. Преобладают вулканокластические породы - туфы и туффиты, подчиненным распространением пользуются тела дайкового и трубчатого типов, сложенные кимберлитовыми брекчиями. Матрикс кимберлитовых брекчий имеет порфировую структуру с вкрапленниками флогопита (замещен хлоритом) и оливина (замещен серпентином). Кимберлитовая природа пород Кимозерской структуры в дополнение к геологическим и петрографическим данным обосновывается их геохимическими особенностями, а также присутствием в этих породах характерных для кимберлитов индикаторных минералов – алмаза, муассонита, хромшпинели и хромдиопсида.

Цирконы были выделены из пород различной фациальной принадлежности (туфы, брекчии). Акцессорный циркон, представлен кристаллами, имеющими разнообразный облик, цвет и размер, при этом преобладающим является циркон призматического облика, имеющий разную степень сохранности, который мы относим к так называемому «коровому» типу. Объектом наших исследований явился «мантийный» циркон [1], количество которого в кимберлитовом матриксе значительно меньше, он присутствует как в мелких (100-75 мкм), так и более крупных (100-500 мкм) фракциях и имеет облик, характерный для «кимберлитового» или «мантийного» циркона. Этот циркон образует субидiomорфные прозрачные, реже полупрозрачные кристаллы без включений субизометричного, овального и короткопризматического облика, имеющие высокое двупреломление. Цвет цирконов изменяется от вишневого до бледно-розового. Габитус кристаллов определяется комбинацией сильно сглаженных призм и дипирамид, причем общий облик кристаллов ближе к изометричному, чем к призматическому (рис. 1).

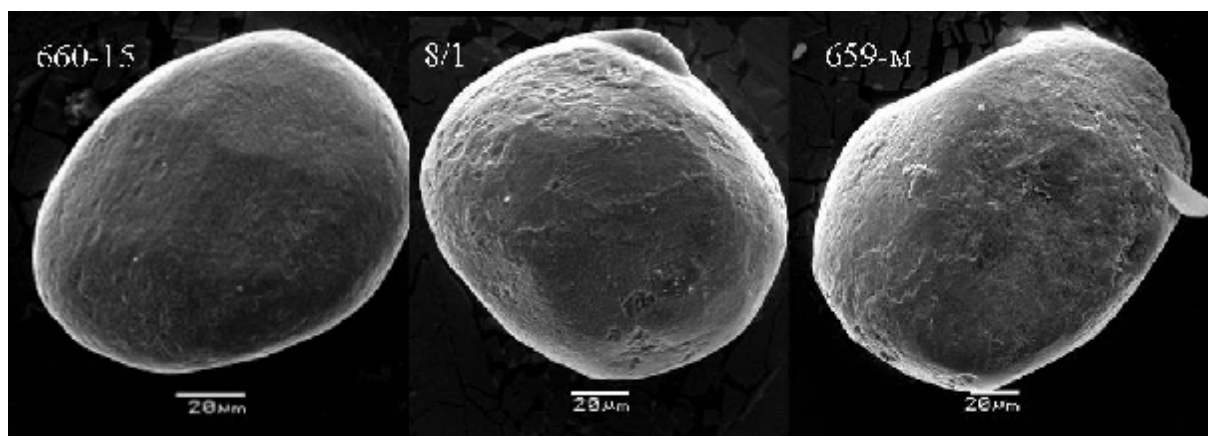


Рис.1. Округлые зерна «мантийных»цирконов из кимберлитов Кимозерской структуры (изображение во вторичных электронах).

«Мантийные» цирконы по ряду морфологических особенностей с достаточной уверенностью можно разделить на две группы:

1) округлые бесцветные или светло-розовые зерна с мелкой огранкой; бесцветные и медово-желтые зерна с плоскими гранями, субпризматического облика.

2) округлые вишневого цвета зерна с мелкой огранкой.

Для выделенных морфологических типов цирконов было проведено изучение составов в лаборатории локальных методов исследования вещества геологического факультета МГУ им. Ломоносова на кафедре петрологии на электронном микроскопе “Jeol” JSM-6480LV с помощью приставки INCA-Wave500, PET. Содержания редких элементов (Ti, P, Ca, Sr, Y, Nb, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Er, Yb, Lu, Th, U) определялись на ионном микрозонде Cameca IMS-4f в ЯФ ФТИАН по стандартной методике [5].

Результаты геохимических исследований подтверждают и дополняют предложенное разделение мантийных цирконов на две морфологических группы, каждая из которой обладает своей геохимической спецификой.

**Цирконы первой группы** обладают сравнительно «компактными» геохимическими характеристиками, но при этом могут быть подразделены по геохимическим особенностям на две подгруппы.

**Подгруппа 1-1** имеет очень узкий интервал вариаций составов и характеризуется наиболее низкими концентрациями. Отношения варьируют в достаточно узких пределах:  $La/Sm=0.12-0.26$ ,  $Gd/Yb=0.13-0.17$ ,  $Hf/Y=171-672$ ,  $Ti=31-40$  мкг/г (рис. 2, 3)

**Подгруппа 1-2** имеет более широкие и незакономерные вариации составов и характеризуется более высокими концентрациями. Вариации отношений значительно расширились:  $La/Sm=0.02-0.2$ ,  $Gd/Yb=0.05-0.5$ ,  $Hf/Y=26-58$ ,  $Ti=11-138$  мкг/г (рис. 2, 3).

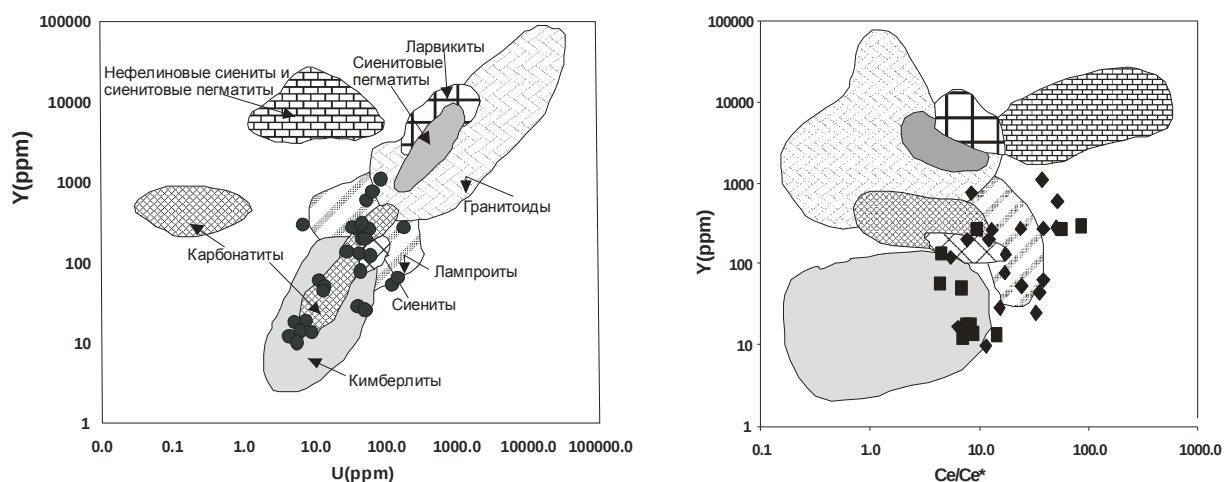


Рис.2. Дискриминантные диаграммы Y-U и Y-Ce/Ce\* для цирконов из разных типов пород по данным [1] и изученных цирконов двух геохимических групп из метакимберлитов Кимозерской структуры.

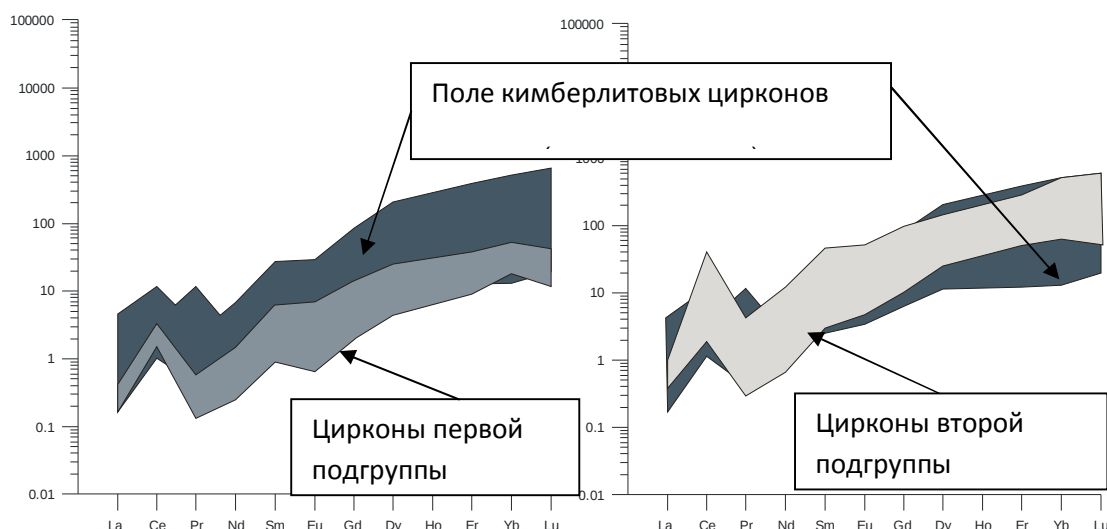


Рис.3. Нормированные к хондриту [6] спектры распределения РЗЭ в цирконах первой группы.

**Цирконы второй группы**, в отличие от первой группы, обладают широко варьирующими геохимическими характеристиками. Они имеют более обогащенные элементами характеристики – поле цирконов второй группы полностью перекрывает поле кимберлитовых цирконов. Гетерогенность состава наблюдается не только между зернами, но и в пределах одного зерна. Цирконы второй группы имеют более фракционированные контрастные отношения :  $Zr/Hf=42.1-71.47$ ,  $La/Sm=0.01-0.14$ ,  $Gd/Yb=0.1-1.0$ ,  $U/Th=0.4-5.6$ ,  $Hf/Y=6.2-726$ ,  $Ti=10-67$  мкг/г (рис. 2, 4)

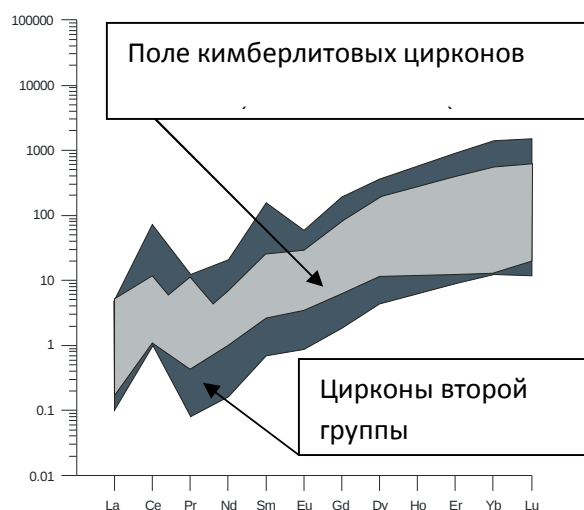


Рис.4. Нормированные к хондриту [6] спектры распределения РЗЭ в цирконах второй группы.

Таким образом, по результатам исследований установлено, что мантийные цирконы из Кимозерских кимберлитов, выделенные по характерным морфологическим признакам, очень неоднородны по геохимическим особенностям, которые, однако, укладываются в вариации составов мантийных цирконов из фанерозойских кимберлитов и связанных с ними пород

(карбонатитов и лампроитов). Такая гетерогенность предполагает, что вынесенные Кимозерскими кимберлитами мантийные цирконы захвачены из участков мантии с разными геохимическими характеристиками.

Наиболее гомогенные по морфологии и геохимии цирконы подгруппы 1-1 обладают наиболее примитивными геохимическими характеристиками во всей популяции мантийных цирконов из Кимозерских кимберлитов, а по ряду геохимических признаков, таких как уровни содержаний редкоземельных элементов, являются более деплетированными по сравнению с мантийными цирконами из других кимберлитов. Цирконы этой популяции имеют очень сильно фракционированные спектры тяжелых лантаноидов  $(\text{Gd/Yb})_N$  от 0.13 до 0.17, что предполагает кристаллизацию этих цирконов в равновесии с безгранатовым реститом, указывая, соответственно, на сравнительно небольшие глубины кристаллизации этих цирконов.

Гетерогенность геохимических характеристик мантийных цирконов подгруппы 1-2 и особенно группы 2 дает основания предполагать гетерогенный состав источников этих цирконов, которые, по-видимому, наиболее полно характеризуют вертикальный разрез мантии, по которой поднимались кимберлитовые магмы. Представленные в популяции группы 2 цирконы со слабо фракционированными спектрами тяжелых лантаноидов  $((\text{Gd/Yb})_N$  до 0.97) предполагает их кристаллизацию в гранат-содержащем субстрате, т.е. на значительных глубинах. Возможно, что именно эти наиболее глубинные цирконы характеризуют источник кимберлитовых магм.

Работы выполнены при финансовой поддержке проекта РФФИ 08-05-00904.

#### Литература:

1. Belousova E.A., Griffin W.L., Suzanne Y., O'Reilly Ж N.I., Fisher Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type// *Contrib Mineral Petrol* (2002) 143: 602–622
2. Zeb Page F., Bin Fu Noriko T., Kita, John Fournelle, Michael J. Spicuzza, Daniel J. Schulze, Fanus Viljoen, Miguel A.S. Basei, John W. Valley. Zircons from kimberlite: New insights from oxygen isotopes, trace elements, and Ti in zircon thermometry// *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71 (2007) 3887–3903
3. Ушков В.В. Кимозерское проявление алмазоносных кимберлитов в Онежской структуре // *Геология и полезные ископаемые Карелии*. Петрозаводск: Вып.3, 2001
4. Бискэ Н.С., Медведев П.В., Мележик В.А. и др. Атлас текстур и структур шунгитоносных прод Онежского синклиория // Петрозаводск, КарНЦ РАН. 2007. 80 стр
5. Smirnov V.K., Sobolev A.V., Batanova V.G. et al Quantitative SIMS analysis of melt inclusions and host minerals for trace elements and H<sub>2</sub>O // *Eos Trans. AGU*. 1995. V. 76 (17), Spring Meet. Suppl., S270
7. McDonough W.F., Sun S.-s. The composition of the Earth // *Chem. Geol.* 1995. V. 120. P. 223-253