

РЕДКОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И ГЕНЕЗИС ЦИРКОНОВ
ИЗ ЛИТИЙ-ФТОРИСТЫХ ГРАНИТОВ ЧУКОТКИ, РОССИЯ

**Алексеев В.И.¹(wia59@mail.ru), Марин Ю.Б.¹(marin@minsoc.ru),
Скублов С.Г.², Гембицкая И.М.¹, Шулешко И.К.²
Санкт-Петербургское отделение. ¹СПГИ, ²ИГГД**

TRACE-ELEMENT COMPOSITION AND GENESIS OF ZIRCON
FROM LITHIUM-FLUORIC GRANITES OF CHUKOTKA, RUSSIA

**Alekseev V.I.¹ (wia59@mail.ru), Marin Yu.B.¹ (marin@minsoc.ru),
Skublov S.G.², Gembitskaya I.M.¹, Shuleshko I.K.²
Saint Petersburg branch. ¹SPMI, ²IPGG RAS**

Современный этап изучения циркона как важнейшего источника генетической и геохронологической информации отмечен появлением двух научных проблем. Одна из них связана с гидротермальным преобразованием магматических цирконов, которое накладывает ограничения на их использование в качестве петрологических индикаторов. Другая проблема является методической: применение разнообразных аналитических методов, сильно различающихся степенью локальности, – INAA, ID-TIMS, ICP-MS, BSE, EMP, SIMS, LA-ICP-MS, определяет существенное расхождение данных о составе генетически родственных цирконов (Hoskin, Schaltegger, 2003).

Указанные проблемы как в фокусе отразились в исследовании цирконов литий-фтористых гранитов. Кристаллизуясь из низкотемпературных расплавов, насыщенных летучими компонентами, они попадают в пограничные условия и теоретически должны иметь черты, присущие как магматическим, так и метасоматическим аксессуариям. Вместе с тем, информации о геохимии таких цирконов в мировой литературе крайне мало, а опубликованные данные создают впечатление геохимического разнообразия цирконов в редкометальных гранитах (рис.). Отмечены две главные геохимические тенденции: резкое понижение, по отношению к цирконам ранних гранитоидов, отношения Zr/Hf (до 1-7), отражающее глубокую дифференциацию магмы (Kempe et al., 2000; Johan & Johan, 2005), и повышение содержания в цирконах Th, U, Y, LREE и некогерентных элементов (Ca, Al, F, Fe, Mn, As, Pb, Bi), связанное с их гидротермальным преобразованием (Hoskin & Schaltegger, 2003; Johan & Johan, 2005; Breiter et al., 2009).

Нами были впервые получены данные о редкоэлементном составе цирконов в литий-фтористых гранитах Северного массива, расположенного в Шелагской гряде Чукотского нагорья (Алексеев, 2005). Исследования проводились с использованием методов SIMS и EMP на микрозонде Cameca IMS-4f в ЯФ ФТИАН (Ярославль) и растровом электронном микроскопе

JEOL JSM-6460LV в СПГГИ(ТУ) (Санкт-Петербург). Установлено, что цирконы литий-фтористых гранитов имеют устойчивый состав и содержат умеренные количества HfO_2 (0.7-3.5 мас.%), Y_2O_3 (0.15-0.38%) и ΣREE (в пределах 400-900 ppm). Содержания других примесей крайне низкие: UO_2 (0.01-0.22%), ThO_2 (0.003-0.04%), некогерентные элементы (ppm): CaO (0.2-173.0), TiO_2 (7.6-25.7), SrO (0.6-1.1), BaO (1.1-2.4) (рис.). Особого упоминания заслуживает наличие в составе «редкометалльных» цирконов лития (0.1-14.1 ppm) и ниобия (36-107 ppm). По всем отмеченным параметрам, в том числе по наличию Li и Nb, чукотские цирконы близки к цирконам из литий-фтористых гранитов массивов Циннвальд в Рудных горах, Германия (Förster, 2006; Johan & Johan, 2005) и Ичун в горах Уишань, Китай (Huang et al., 2002). Отличие заключается в более низком содержании в исследованных образцах Hf, Th, U и REE. Наши данные подтверждают, что циркон плюмазитовых топазовых гранитов содержит умеренные и низкие концентрации гафния (2-9 %), отражающие исходные особенности редкометалльного расплава (Kempe et al., 2004).

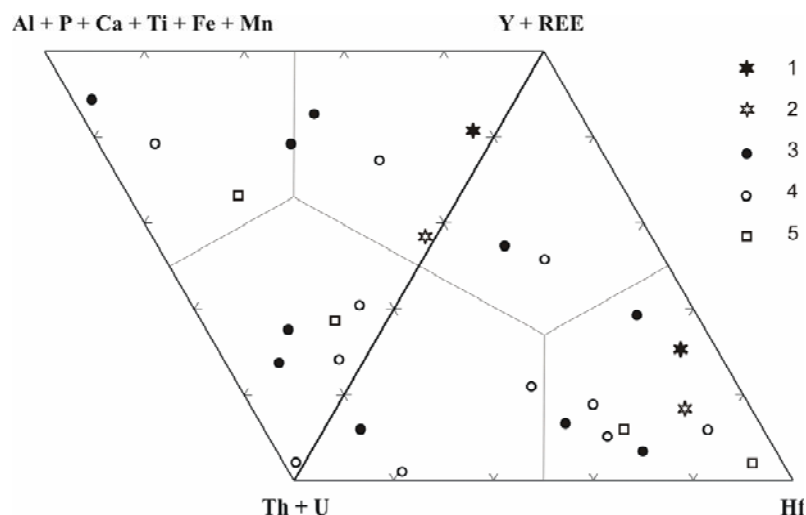


Рис. Соотношение редких элементов в составе цирконов из редкометалльных гранитоидов: 1, 2 – топаз-циннвальдитовый (1) и биотитовый (2) граниты Северного плутона, Чукотка, 3 – литий фтористые граниты Европы (K. Breiter et al., 2006; 2009; Z. Johan, V. Johan, 2005; H.-J. Förster, 2006) и Юго-Восточной Азии (X.L. Huang et al., 2002); 4, 5 – редкометалльные лейкограниты (4) и пегматиты (5) Европы (P. Chudík, 2008), Юго-Восточной Азии (R.Ch. Wang et al., 1996; 2003; L. Xie et al., 2006); Сев. Америки (D.A. Wark, C.F. Miller, 1993; A.J. Anderson, 2008), Ю. Америки (J.P. Cassedanne et al., 1985) и Ближнего Востока (T. Geisler, 2005).

Распределение редких земель соответствует их кристаллохимической роли в структуре изученных цирконов и свидетельствует о формировании последних в единой среде. Редкоземельные спектры характеризуются положительным наклоном ($\text{Lu}_N/\text{La}_N = 2980$, $\text{Lu}_N/\text{Gd}_N = 19$, $\text{Sm}_N/\text{La}_N = 48$) и резкими аномалиями Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.01-0.21$) и Ce ($\text{Ce}/\text{Ce}^* = 2.8-53.7$), что типично для магматических цирконов из гранитов (Belousova et al., 2002; Hoskin & Schaltegger, 2003). В сравнении с цирконами ранних биотитовых гранитов, изученные цирконы характеризуются повышенными содержаниями Li – в пять раз, Nb и LREE – почти в два раза, несмотря на то, что накопление LREE ограничивается вследствие сокристаллизации с

монацитом. Накопление легких REE продолжается в процессе роста цирконов: их внешние зоны проявляют тенденцию к уплощению редкоземельных спектров и редуцированию Се аномалии.

Сильное фракционирование и профиль распределения REE, уровень накопления U, Th, Hf, Y, минимальные содержания несовместимых элементов свидетельствуют о магматическом происхождении цирконов Северного массива и отсутствии в них геохимических следов позднейших гидротермальных изменений.

Алексеев В. И. О происхождении литий-фтористых гранитов Северного массива (Чукотка). // Записки РМО. 2005. Ч. 134. Вып. 6. С. 19-30.

Belousova E.A. et al. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. // Contrib. Mineral. Petrol. 2002. V. 143. P. 602–622.

Breiter K. The involvement of F, CO₂, and As in the alteration of Zr-Th-REE-bearing accessory minerals in the Hora Svate Kateriny A-type granite, Czech Republic. // Can. Miner. 2009, v. 47, pp. 1329-1357.

Förster H.-J. Composition and origin of intermediate solid solutions in the system thorite – xenotime – zircon – coffinite. // Lithos, 2006, v. 88, pp. 35-55.

Hoskin P.W.O., Schaltegger U. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. // Zircon: Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 2003, v. 53, No 1, pp. 27-62.

Johan Z., Johan V. Accessory minerals of the Cínovec (Zinnwald) granite cupola, Czech Republic: indicators of petrogenetic evolution. // Mineral. Petrol., 2005, v. 83, pp. 113-150.

Kempe U. et al. Discussion on Wang et al. (2000). Chemistry of Hf-rich zircons from the Laoshan I- and A-type granites, Eastern China. // Min. Magazine, 2004, v. 68, pp. 669-675.