

## **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН  
(ГЕОХИ РАН)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН (ИФЗ РАН)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт экспериментальной минералогии РАН (ИЭМ РАН)

Петрофизическая комиссия Межведомственного  
Петрографического комитета при Отделении Наук о Земле РАН

## **ВОСЕМНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ**

Москва, 2 - 4 октября, Борок, 6 октября 2017 г.

### **МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**



2017

УДК 550.3:550.4:550.8:552:11

ББК 26.0

В76

Восемнадцатая международная конференция  
"Физико-химические и петрофизические исследования в науках о  
Земле". Москва, 2-4, Борок, 6 октября 2017 г. Материалы  
конференции. М.: ИГЕМ РАН, 2017. 342 с.

ISBN 978-5-88918-048-7

Представлены материалы докладов, оглашенных на заседаниях  
тематических секций:

Физико-химические свойства пород и расплавов при высоких  
давлениях и температурах;  
Современные методы экспериментальных исследований;  
Космохимия;  
Изотопные равновесия;  
Петрофизика и ее роль в интерпретации геофизических данных и  
поиске месторождений полезных ископаемых;  
Региональные геолого-геофизические, петрофизические и  
геоэкологические исследования, исследования в целях освоения  
Арктики;  
Петролого-геофизические подходы построения моделей состава и  
строения планетарных тел;  
Петрофизические и геодинамические исследования в интересах  
экологии;  
Проблемы вещественного анализа геоматериалов и продуктов  
экспериментальных исследований;  
Техника и методика экспериментов при высоких температурах и  
давлениях.

Финансовую поддержку проведению конференции оказало  
Федеральное агентство научных организаций.

Материалы докладов опубликованы в авторской редакции.

ISBN 978-5-88918-048-7

© ИГЕМ РАН, 2017



ИЗОТОПНЫЙ Rb-Sr- ВОЗРАСТ КОРУНДОВЫХ ПЛАГИОКЛАЗИОВ  
(РУБИНОВЫЙ ЛОГ, МАССИВ РАЙ-ИЗ, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

<sup>1</sup>Макеев А.Б., <sup>2</sup>Андреичев В.Л., <sup>3</sup>Брянчанинова Н.И.

<sup>1</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН, Москва, [abmakeev@igem.ru](mailto:abmakeev@igem.ru)

<sup>2</sup>Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, [izo@geo.komisc.ru](mailto:izo@geo.komisc.ru)

<sup>3</sup>Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского (ГГМ) РАН, Москва, [n.bryanchaninova@sgm.ru](mailto:n.bryanchaninova@sgm.ru)

Зональное линзовидное тело корундовых плагиоклазитов, расположенное в пределах крупного хромитового месторождения Центральное в ультрабазитовом массиве Рай-Из, известно с начала семидесятых годов прошлого века [Щербакова, 1976]. Плагиоклазиты отработаны НПО Северкварцсамоцветы на коллекционный рубин, красивые образцы которого с темно-вишневыми шестигранными призмами рубина величиной 1–6 см распроданы во многие музеи мира и частные коллекции. Сам Рубиновый лог в настоящее время засыпан отвалами дунитов из карьера хромит-добывающего предприятия. Нам в разные годы (1979–1991 гг.) удалось побывать несколько раз на массиве Рай-Из, наблюдая зональное строение тела плагиоклазитов и отобрать представительные образцы на научные исследования.

Определение возраста корундовых плагиоклазитов массива Рай-Из имеет большое принципиальное значение, поскольку может расставить точные вехи в схеме эволюции минеральных парагенезисов альпинотипных ультрабазитов Полярного Урала [Макеев, Брянчанинова, 1999] и хромитообразования в них.

Минеральный парагенезис корундовых плагиоклазитов довольно простой [Макеев, 1992; Макеев, Брянчанинова, 1991, 1999]: стронциевый плагиоклаз – олигоклаз № 27; хромовый рубин, Sr-парагонит (уникальная зеленая стронциевая слюда [Брянчанинова и др., 2004]); бурая K-Na-слюда – аспидолит; хромшпинелид – феррохромит и ферроалюмохромит; амфибол – паргасит; в качестве аксессуаров присутствуют ломкая Na-Ca-слюда – маргарит и циркон [Вахрушева и др., 2016].

Тело корундовых плагиоклазитов располагается внутри крупного блока слабо серпентинизированных пегматоидных дунитов вмещающих крупное по запасам промышленное месторождение хромитовых руд (Центральное), уже отработанное карьером и подготавливаемое для подземной отработки штольнями. Основное линзообразное тело по разным источникам имело в плане размеры от 70×23 до 30×20 м. На дневной поверхности осталась только небольшая корневая часть плагиоклазитового тела (20×7 м), где

можно было наблюдать следующие зоны: 1) внешнюю - альбитовую, 2) паргасит-хромитовую, 3) корунд-хромит-паргасит-аспидопит-олигоклазовую, 4) ядерную рубин-олигоклазовую. Ядерная часть тела, сложенная серыми плагиоклазитами с крупными кристаллами рубина, полностью выработана. В экзоконтакте залегают антигортит-хлорит-талковые сланцы, переходящие в лизардитовые серпентиниты, которые непосредственно примыкают к слабо измененным дунитам.

Из корундовых плагиоклазиов выделен акцессорный циркон [Вахрушева и др., 2016] и на SHRIMP-II определен его U-Pb возраст с изохроной  $404 \pm 2.8$  млн. лет. Авторы интерпретируют эту дату как возраст метаморфизма ультрабазитов Полярного Урала, синхронный с образованием высокохромового хромитового оруденения. Мы не согласны с этой интерпретацией. Во-первых, возраст циркона это только возраст этого минерала и не более того. Во-вторых, ультрабазиты массива Рай-Из претерпели несколько этапов метаморфизма (регрессивный, прогрессивный, контактовый), и с каким именно этапом коррелирует возраст циркона авторы не уточняют, да и циркон не является акцессорным минералом серпентинитов. В-третьих, существует длительный возрастной перерыв между хромитообразованием и метаморфическими преобразованиями ультраосновных пород. Эти процессы протекают в разных тектонических обстановках при существенно отличных P-T условиях [Макеев, 1992; Макеев, Брянчанинова, 1999].

В связи с этим мы предприняли собственное исследование возраста корундовых плагиоклазитов классическим Rb-Sr-методом. Для этого из ядерной зоны тела выделены пять фракций минералов и взята валовая проба плагиоклазита. Определения проведены в Изотопной лаборатории Института геологии Коми НЦ УрО РАН В.Л. Андреичевым по следующей методике. Определение содержаний Rb и Sr производилось из одной навески методом изотопного разбавления с использованием отдельных трассеров  $^{87}\text{Rb}$  и  $^{84}\text{Sr}$ . После полного разложения проб при температуре  $\sim 120^\circ\text{C}$  смесью плавиковой и хлорной кислот в специальных тефлоновых бюксах с отверстием в крышке, выделение концентратов Rb и Sr осуществлялось методом элюентной хроматографии на колонках с внутренним диаметром 7 мм, заполненных  $5\text{ см}^3$  смолы DOWEX  $50 \times 8$  крупностью 200–400 меш. В качестве элюента использовалась 2N HCl. Уровень лабораторного фона по Rb и Sr не превышал 2.0 и 0.5 нг соответственно. Измерения изотопного состава Rb и Sr выполнялись на масс-спектрометре MI-1201T однолучевым методом в двухленточном режиме ионизации с использованием предварительно отоженных от мешающих примесей рениевых



лент. Измеренные изотопные отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  нормировались к величине  $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$ . Коррекция на фракционирование не производилась, на период измерений величина  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в изотопном стандарте стронция SRM-987 составила по 20 анализам  $0.71023 \pm 6$  ( $2\sigma$ ). Здесь и в таблице погрешность изотопных отношений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  приводится в последних знаках. Ошибка определения отношения  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  соответствует  $\pm 1.5\%$  ( $2\sigma$ ). Результаты даны в таблице.

Таблица. Результаты изотопного анализа рубидия и стронция

Материал	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \pm 2\sigma$
Плагиоклазит	29.5	5342.4	0.016	$0.70646 \pm 13$
Sr-плагиоклаз	14.1	8689.0	0.005	$0.70640 \pm 10$
Na-Sr-слюда	11.9	12884.4	0.003	$0.70636 \pm 11$
K-Na слюда	92.8	333.5	0.808	$0.71161 \pm 18$
Паргасит	2.0	380.8	0.015	$0.70620 \pm 14$
Корунд	10.0	730.7	0.040	$0.70962 \pm 14$

В расчете изохронны были использованы результаты определений первых четырех материалов, которые позволяют получить возраст с наилучшей СКВО:  $t = 456.6 \pm 3.3$  млн. лет.  $I_{\text{Sr}} = 0.70629 \pm 0.00017$ , СКВО=0.59. Что соответствует позднему ордовику.

Полученная цифра возраста с использованием парагенетических минералов самих корундовых плагиоклазитов почти на 50 млн. лет древнее цифры полученной по цирконам, и она нам представляется более убедительной, соответствующей возрасту именно процесса образования плагиоклазитового тела. Возможно, что возраст цирконовой изохронны действительно совпадает с одним из этапов прогрессивного метаморфизма ультрабазитов (сопровождающийся значительным прогревом ультраосновных пород массива при  $T \sim 500^\circ\text{C}$ ), который способствовал кристаллизации циркона в плагиоклазитах или его перекристаллизации. Поэтому возраст плагиоклазитов и циркона в них отличается на 50 млн. лет. Об участии прогрессивного этапа метаморфизма ультрабазитов свидетельствует контактовая зона антигорит-хлорит-тальковых сланцев, облекающая тело корундовых плагиоклазитов.

По-нашему мнению, безкорневые тела аспидолит-корундовых и амфиболовых плагиоклазитов, распространенные в Раизском массиве, относятся в особому этапу эволюции минеральных парагенезисов ультрабазитов – к ультраосновным пегматитам. По всем параметрам они занимают промежуточное положение между породами и хромитовыми рудами, образовавшимися в результате регионального метасоматоза и этапом регрессивного метаморфизма (Макеев, 1992; Макеев, Брянчанинова, 1991; 1999).

## Литература

1. Брянчанинова Н.И., Макеев А.Б., Зубкова Н.В., Филиппов В.Н. Натрий-стронциевая слюда  $\text{Na}_{0.50}\text{Sr}_{0.25}\text{Al}_2(\text{Na}_{0.25}\square_{0.75})\text{Al}_{1.25}\text{Si}_{2.75}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  из Рубинового Лога // Доклады Академии наук. 2004. Т. 395. № 1. С. 101 – 107.

2. Вахрушева Н.В., Иванов К.С., Степанов А.Е., Шокальский С.П., Азанов А.Н., Хиллер В.В., Ширяев П.Б. Плагиоклазиты из хромитоносных ультрамафитов массива Рай-Из // Литосфера. 2016. № 5. С. 134 – 145.

3. Макеев А.Б. Эволюция минеральных парагенезисов альпинотипных ультрабазитов Урала. 1992. Диссертация на соиск. ученой степ. доктора г.-м. наук в форме доклада. С.Петербург. 46 с.

4. Макеев А.Б., Брянчанинова Н.И. Ультраосновные пегматиты Полярного Урала // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тюмень, 1991. С. 65 – 67.

5. Макеев А.Б., Брянчанинова Н.И. Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. СПб.: Наука. 1999. 252 с.

6. Щербакова С.В. О двух типах рубиновой минерализации в ультраосновном массиве Рай-Из на Полярном Урале. // Тр. ВСЕГЕИ. 1976. Т. 201. С. 111 – 119.

## ISOTOPIC Rb-Sr AGE OF THE CORUNDUM PLAGIOCLASITE (RUBY LOG, OF THE MASSIV RAY-IZ, POLAR URALS)

<sup>1</sup>Makeyev A.B., <sup>2</sup>Andreichev V.L., <sup>3</sup>Bryanchaninova N.I.

<sup>1</sup>Institute of Geology of ore deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry (IGEM) RAS, Moscow, [abmakeev@igem.ru](mailto:abmakeev@igem.ru)

<sup>2</sup>Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar, [izo@geo.komisc.ru](mailto:izo@geo.komisc.ru)

<sup>3</sup>Vernadsky State Geological Museum (SGM RAS), Moscow, [n.bryanchaninova@sgm.ru](mailto:n.bryanchaninova@sgm.ru)

The age of corundum plagioclases was determined by Rb-Sr method. From the core part of the body there were extracted five mineral fractions and a bulk sample of the rock: Sr-oligoclase, K-Na-aspidolite, Sr-paragonite, corundum and pargasite. In the isochron calculation we used the results of the first four analyses of the probes that allowed us to define the age with the best MSWD:  $t = 456.6 \pm 3.3$  Ma.  $I_{Sr} = 0.70629 \pm 0.00017$ , MSWD = 0.59. The date corresponds to late Ordovician. Plagioclases belong to the special stage in the evolution of mineral assemblages of alpinotite ultramafic – to the ultramafic pegmatites. Judging by all characteristics, they are an intermediate stage between rocks and chromite ores, formed as a result of regional metasomatism, and a retrograde metamorphism stage.