

**Сапфиры Нарын-Гол (Джидинское вулканическое поле, Бурятия):
минеральные ассоциации и изотопные характеристики**

© *А. В. Асеева*¹, *Е. В. Кислов*², *С. В. Высоккий*¹, *Т. А. Веливецкая*¹, *А. В. Игнатьев*¹

¹ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия. E-mail: aseeva@fegi.ru

² Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия. E-mail: evg-kislov@yandex.ru

Приводятся результаты исследования корундов участка Нарын-Гол (Джидинское вулканическое поле, Бурятия). Корунды, равно как и другие минералы мегакристовой ассоциации имеют содержания 4,6-6,4 ‰ $\delta^{18}\text{O}$, что указывает на магматогенное происхождение корундов из россыпей и делювия.

Ключевые слова: сапфир; щелочные базальты; изотопия ^{18}O ; происхождение; Россия.

**Naryn-Gol Sapphires (Dzida Basalt Plato, Baikal Rift System, Russia):
Mineral Assemblages and Oxygen Isotopic Composition**

*A. V. Aseeva*¹, *E. V. Kislov*², *S. V. Vysotskiy*¹, *T. A. Velivetskaya*¹, *A. V. Ignat'ev*¹

¹ Far East Geological Institute, Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia.

E-mail: aseeva@fegi.ru

² Geological Institute, SB RAS, Ulan-Ude. Russia. E-mail: evg-kislov@yandex.ru

The results of study of the Naryn-Gol (Dzida Basalt Plato, Baikal Rift System, Russia) sapphires are presented. The oxygen isotopic compositions of corundum and associated minerals show $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ ranges between 4.6‰ and 6.8‰, that is attributed to magmatic rocks.

Keywords: sapphire; alkali basalts; oxygen isotopes; origin; Russia.

Находки мегакристаллов корундов ювелирного качества (сапфиров) в районах развития кайнозойского вулканизма не редкость: россыпи и коры выветривания, содержащие промышленные объемы сапфиров, на Тихоокеанском побережье образуют пояс длиной около 12 000 км [1, 2]. Вулканиды континентальных рифтов также могут содержать крупные прозрачные кристаллы корундов [3, 4 и др.]. В пределах Байкальской Рифтовой зоны известно несколько таких вулканических ареалов: Тункинский, Хамар-Дабанский, Джидинский и Витимский [5]. Мы исследовали сапфирные отложения у подножья вулкана Барун-Хобольский (правый) и в аллювиальных отложениях р. Нарын-Гол (рис. 1). Вулканогенные образования представлены здесь вулканическим аппаратом, лавовыми потоками и покровами вулканитов базальтов-трахибазальтов неоген-четвертичного возраста ($\beta\text{N}_2\text{--Q}_1$). Однако наибольшее распространение на исследуемой территории имеют голоцен-четвертичные аллювиально-делювиальные отложения (Q, рис. 1 с), в них и была найдена большая часть зерен корунда.

Корунды Нарын-Гол синие, голубые, зеленые, желтые, коричневые, серые, черные. Окраска часто зональная, иногда пятнистая. Главным примесным элементом корунда является железо, его содержания варьирует от 0,61 до 1,93 вес. %. Также были проанализированы некоторые минералы, сопутствующие сапфирам в россыпи: шпинель, гранат, оливин. *Гранат* красный, прозрачный пироп-альмандинового ряда: Prp 0,545, Alm 0,312, Grs 0,118. *Оливин* — форстерит (Mg# 90,27). *Шпинель* представлена плеонастом. Содержание хрома и титана 0,57 и 0,81 соответственно.

Изучение изотопного состава мегакристов показало, что содержания $\delta^{18}\text{O}$ для корундов, и других минералов мегакристовой ассоциации варьируют в узких пределах +4,6 – +6,4 ‰ (табл. 1, рис. 2). Как показано в работах [6, 7], по изотопным характеристикам корундов можно определить их генетическую принадлежность. Так, минералы метаморфитов располагаются в поле отрицательных значений $\delta^{18}\text{O}$ относительно SMOW, в то же время, $\delta^{18}\text{O}$ в корундах гидротермального происхождения варьирует от ~+8 до +19 ‰. Полученные для Нарын-Гольских корундов точки ложатся в поле магматических пород, (рис. 2).

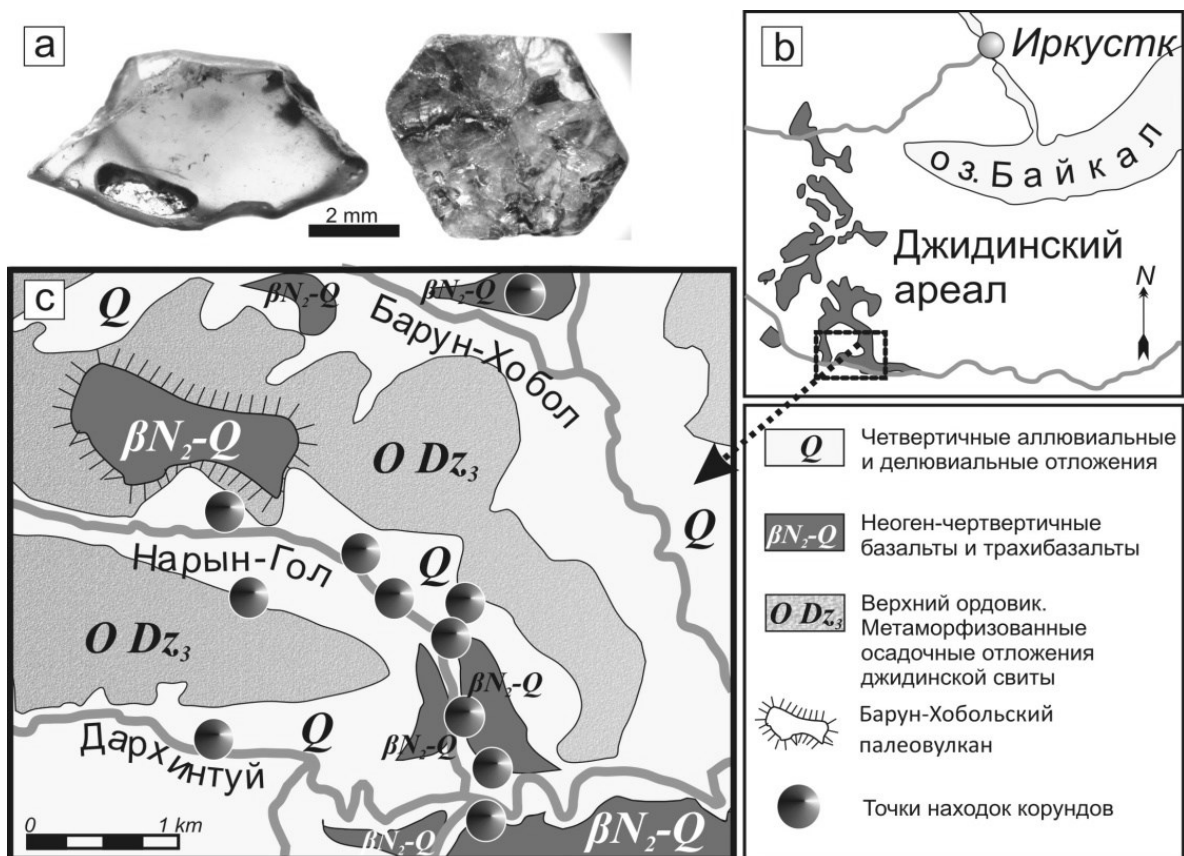


Рис. 1. а — корунды Нарын-Гол (Crn3, Crn 1, таблица 1), б– схема расположения Джидинского вулканического поля, с– схема геологического строения участка Нарын-Гол. По [5] с дополнениями.

Изучение изотопного состава мегакристов показало, что содержания $\delta^{18}\text{O}$ для корундов, и других минералов мегакристовой ассоциации варьируют в узких пределах +4,6 – +6,4 ‰ (табл., рис. 2).

Таблица

Химический состав и изотопные соотношения минералов мегакристовой ассоциации Нарын-Гол

Вес %	Spl	Grt	Ol	Crn 8	Crn 1	Crn 3
SiO ₂	0.00	40.76	43.1	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.57	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	59.41	23.60	0.00	98.12	98.35	96.76
Cr ₂ O ₃	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO общ.	24.61	14.84	9.10	1.23	0.61	1.93
MgO	14.12	15.48	47.37	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00
Сумма	99.52	100.97	99.57	99.35	98.96	98.69
$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ (‰)	+4.8	+5.7	+5.3	+6.2	+4.6	+6.4

Здесь и далее: Alm-альмандин, Crn-корунд, Grs-гроссуляр, Grt-гранат, Ol-оливин, Prp-пироп, Spl-шпинель.

Как показано в работах [6, 7], по изотопным характеристикам корундов можно определить их генетическую принадлежность. Так, минералы метаморфитов располагаются в поле отрицательных значений $\delta^{18}\text{O}$ относительно SMOW, в то же время, $\delta^{18}\text{O}$ в корундах гидротермального происхождения варьирует от ~+8 до +19 ‰. Полученные для Нарын-Гольских корундов точки ложатся в поле магматических пород, (рис. 2).

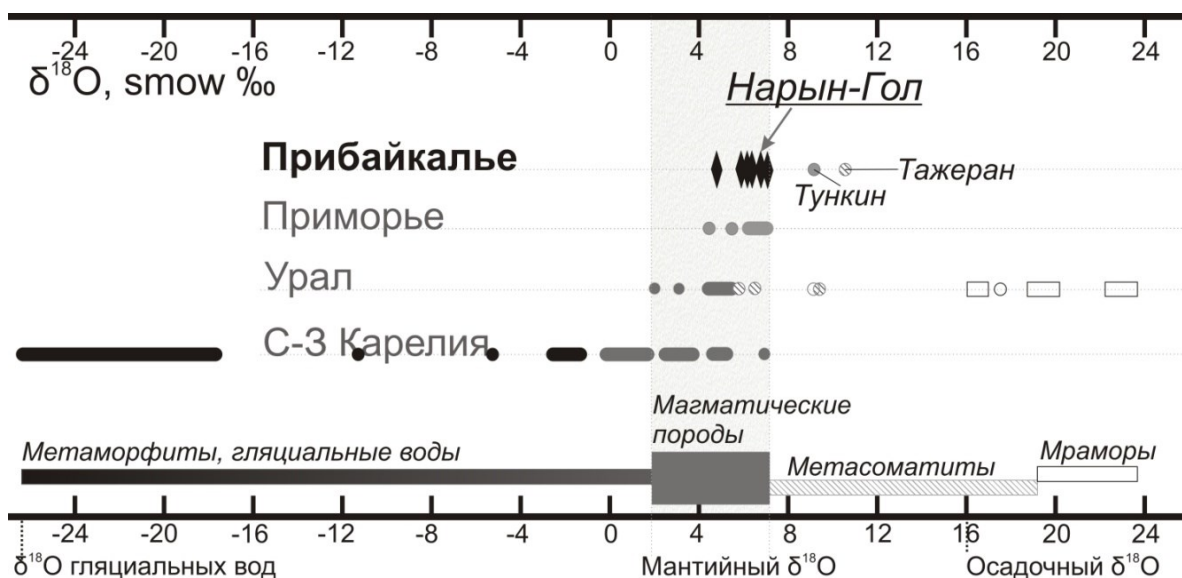


Рис. 2. Изотопные соотношения в корундах различного генезиса по [6] с изменениями.

Таким образом, корунды и другие исследованные минералы мегакристовой ассоциации кристаллизовались при участии флюида, имеющего мантийный источник. Значения $\delta^{18}\text{O}$ для корундов из аллювия и делювия указывают, что россыпи были образованы за счет разрушения магматических пород (молодых щелочных базальтов).

Литература

1. Приморье — фрагмент Восточно-Азиатского сапфириноносного пояса? / С. В. Высоцкий [и др.] // Вестник ДВО. 2003. С. 57–66.
2. Advances in trace element “fingerprinting” of gem corundum, ruby and sapphire / F. L. Sutherland [et al.] // Minerals. 2015. № 5. P. 61–79.
3. Levinson A. A., Cook F. Q. Gem corundum in alkali basalt: Origin and occurrence // Gems Gemol. 1994. V. 30. № 4. P. 253–262.
4. Petrogenesis of alkaline basalt-hosted sapphire megacrysts / L. C. Baldwin [et al.] // Contrib Mineral Petrol. 2017. 172. P. 43.
5. Ащепков И. В. Глубинные ксенолиты Байкальского рифта. Новосибирск: Наука, 1991. 160 с.
6. Oxygen isotopic composition as an indicator of ruby and sapphire origin: a review of Russian occurrences / S. V. Vysotskiy [et al.] // Ore Geol Rev. 2015. 68. P. 164–170
7. The geology and genesis of gemcorundum deposits / G. Giuliani [et al.] // Geology of Gem Deposits / A. Groat (Ed.). Mineralogical Association of Canada, Short Course Series 37. 2007. P. 23–78.

Асеева Анна Валерьевна, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник Дальневосточного Геологического Института ДВО РАН, г. Владивосток.