

УДК 552.42:546.35

Rb–Sr-ВОЗРАСТ И ИСТОЧНИКИ МАГМ РАННЕМЕЗОЗОЙСКОЙ БЕРИЛЛИЕВОЙ ПРОВИНЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (НА ПРИМЕРЕ ОРОТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

© 2002 г. Д. А. Лыхин, академик В. И. Коваленко, В. В. Ярмолюк

Поступило 14.03.2002 г.

В пределах Западного Забайкалья известен ряд месторождений и рудопроявлений бериллиевых руд. Они многочисленны и распространены на большой площади, что позволило выделить эту территорию среди других регионов России в качестве крупнейшей металлогенической провинции [1]. Наиболее крупным и хорошо изученным среди них является Ермаковское берtrandит-фенакит-флюоритовое месторождение [2, 3]. В нескольких десятках километров к северо-востоку от него находится Оротское берtrandитовое месторождение. Другие рудопроявления распространены от этих месторождений как к северо-востоку (Ауникское и Амандакское), так и к юго-западу (Таширское и др.). Они расположены в пределах сравнительно узкой линейной зоны, которая протягивается от бассейна р. Джиды до Витимского плоскогорья более чем на 1000 км и контролируется разломами северо-восточного простирания. Как правило, рассматриваемые рудоносные породы пространственно связаны с гранитоидами повышенной щелочности, в частности с щелочными гранитами и сиенитами малокуналейского комплекса. Эти общие особенности проявления бериллиевой минерализации в регионе поднимают важную проблему выяснения геологических механизмов образования бериллиевых руд, определивших металлогеническую специализацию территории. Одним из важнейших аспектов проблемы является вопрос о возрасте пород, слагающих такие ассоциации, а также о характере связи оруденения с магматическими породами. В литературе данные, касающиеся надежного возраста пород и руд бериллиевых месторождений, практически

отсутствуют и известны лишь для Ермаковского месторождения [4].

Настоящая работа посвящена изучению возраста и источников магм рудоносных лейкогранитов и бериллиевых руд Оротского месторождения.

В строении Оротского берtrandитового месторождения основную роль играют лейкограниты малокуналейского комплекса и трахибазальт-комендиты цаган-хунтейской бимодальной серии. Вулканыты в пределах месторождения образуют жерловую структуру [5], по составу это лаво-туфобрекчии трахиандезитов, трахидацитов, риодацитов, риолитов и диоритов. Типичные лейкограниты на месторождении состоят из пертитового калиевого полевого шпата, кварца, редких альбита и магнетита, а в качестве акцессорных минералов присутствуют сфен и циркон. В лейкогранитах встречаются миароловые выделения, сложенные в основном кварцем, иногда магнетитом, сфеном, а также флюоритом. В центре миарол отмечены мелкие пустоты с друзами кварца. Встречаются также прожилки и пустоты, выполненные халцедоном.

Бериллиевая минерализация на Оротском месторождении локализуется в лейкогранитах и связана с процессами их каолинизации, гематитизации и карбонатизации. Лейкограниты, в которых интенсивно проявлены эти процессы, теряют практически полностью первичную структуру, в них появляются мелкие от 0.01 до 1 мм кристаллы берtrandита, а калиевый полевой шпат практически полностью замещается гидроксидами железа, каолинитом, диккитом и халцедоновидным кварцем.

Лейкограниты малокуналейского комплекса и вулканыты на Оротском месторождении являются типично субщелочными породами. По сравнению с неизменными лейкогранитами в лейкогранитах с наложенной берtrandитовой минерализацией отмечается уменьшение содержания K_2O и Na_2O , что может быть связано с практиче-

*Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва*

Таблица 1. Химический состав исследованных образцов

Компонент	1		2	3
	Оро-1	Оро-9	Оро-17	Оро-4
SiO ₂	75.74	73.43	73.92	70.45
TiO ₂	0.34	0.38	1.06	0.55
Al ₂ O ₃	11.70	15.42	14.55	14.67
Fe ₂ O ₃	1.22	0.42	1.96	1.40
FeO	3.06	0.95	6.74	3.28
MnO	0.15	0.03	0.38	0.11
MgO	0.35	0.21	0.09	0.49
CaO	0.51	0.52	0.12	0.53
Na ₂ O	2.21	2.98	0.03	2.72
K ₂ O	4.71	5.65	1.06	5.78
P ₂ O ₅	0.01	0.02	0.07	0.02
Сумма	99.99	100.01	99.99	100
Cr	38.9	10.3	11.7	21
Ni	2.95	8.94	1.08	10.3
Co	0.98	0.75	0.25	1.03
Sc	5.85	4.49	8.44	6.81
V	12.8	< 10	63.6	< 10
Cu	8.69	8.26	1.49	6.10
Pb	80.5	44.8	39.0	41.2
Zn	207	132	292	110
Rb	235	271	41	212
Cs	1.22	1.68	0.09	0.91
Ba	63.2	121	24.9	58.2
Sr	13.3	30.4	18.9	28.3
Ga	34.8	35.1	32.8	32.9
Li	19.5	17.7	44.1	12.1
Ta	4.40	6.02	8.99	5.08
Nb	77.5	97.8	151	93.9
Hf	29.3	20.1	56	45.9
Zr	1102	714	2045	1877
Ti	2179	3037	3039	3279
Y	66.4	83.6	113	118
Th	29.6	33	57.2	31.4
U	5.44	8.41	13.2	8.86
La	57	123	57.8	127
Ce	117	252	118	311
Pr	11.6	30.1	11	31
Nd	36.7	104	41	104
Sm	7.42	18.6	10.1	18.2
Eu	0.80	1.88	1.25	2.28
Gd	7.02	14.0	11.4	16.0
Tb	1.41	2.33	2.33	2.79
Dy	9.32	13.3	17.2	17.4
Ho	3.26	2.93	4.48	4.12
Er	7.91	8.90	16.6	12.8
Tm	1.43	1.56	3.10	2.22
Yb	10.1	9.8	21.4	14.7
Lu	1.54	1.49	3.34	2.08
Be	16.3	15.5	8620	10.5

Примечание. 1 – лейкограниты; 2 – лейкогранит с наложенной берtrandитовой минерализацией, 3 – риодацит. Оксиды – мас. %, элементы – г/т.

ски полным замещением калиевого полевого шпата каолинитом и дикситом. Также они характеризуются повышенными содержаниями MnO и Fe₂O₃, а содержания бериллия в них достигает 8620 г/т (табл. 1, рис. 1).

Лейкограниты на спайдерграммах характеризуются низкими концентрациями бария, цезия, стронция, титана и лития и положительными аномалиями содержаний свинца, тория, рубидия, циркония. Следует отметить также наличие европиевого минимума в спектре распределения редкоземельных элементов. В лейкогранитах с наложенной берtrandитовой минерализацией отмечаются более высокие, чем в неизмененных лейкогранитах, содержания V, Sc, Li, Nb, Hf, Zr, Y, Th, U, Dy, Er, Tm, Yb, Lu и более низкие содержания Cs, Rb, Ba, Cu, Ni (табл. 1).

Изотопный анализ стронция и определение концентраций рубидия и стронция в породах месторождения проводился методом изотопного разбавления на масс-спектрометре МИ-1201Т в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИМГРЭ. Разложение образцов проводилось по стандартной методике [6]. Рубидий и стронций выделялись методом элюентной хроматографии на колонках, заполненных смолой Dowex 50 × 8. В качестве элюента использовалась 2.3 N соляная кислота. Статистическая обработка проводилась методом Д. Йорка [7]. Погрешность определения изотопного отношения ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr составляет 0.01%, ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr – 1%. Значение изотопного состава стронция в стандарте (SRM-987) ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0.71023 ± 8.

Для построения изохроны по лейкогранитам малокуналейского комплекса на Оротском месторождении из них были выделены и проанализированы четыре плотностные фракции калиевого полевого шпата, порода в целом и флюорит (Оро-9-KFsp, Оро-9, Оро-9-fl). Полученная минеральная изохрона имеет возраст 232.1 ± 1.7 млн. лет, начальное изотопное отношение (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀ = 0.7048 ± 3, СКВО = 1.33 (табл. 2, рис. 2а). Также нами были отобраны и проанализированы два образца с наложенной бериллиевой минерализацией (Оро-17, Оро-42) и два образца (Оро-1, Оро-35) из тех же лейкогранитов без бериллиевой минерализации. Isoхрона с использованием всех имеющихся данных, включая рудные образцы, но без учета флюорита имеет возраст 225 ± ± 1.3 млн. лет, при начальном изотопном отношении (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)₀ = 0.7084 ± 3, СКВО = 1.1 (табл. 2, рис. 2б). Этот более молодой возраст, скорее всего, обусловлен наложением рудной минерализации на лейкограниты, которая привела к полному или частичному замещению калиевого полевого шпата в них и снижению концентраций Rb. Полученные результаты по возрасту образова-

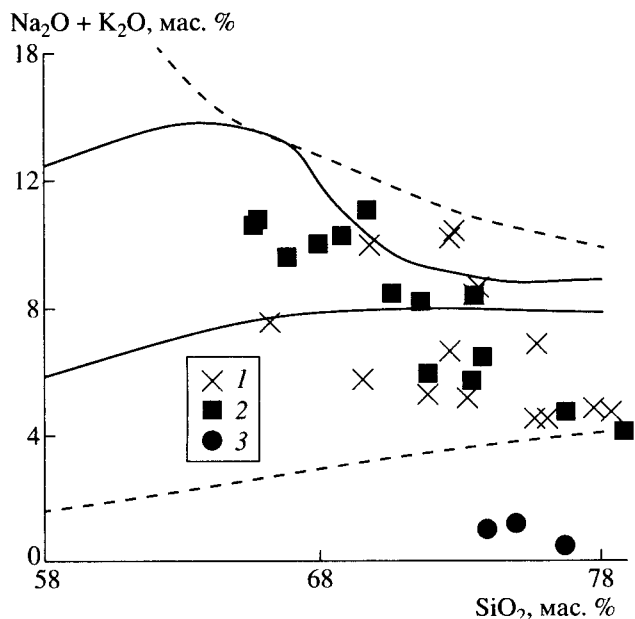


Рис. 1. Положение на петрохимической диаграмме $K_2O + Na_2O-SiO_2$: 1 – гранитоидов, 2 – вулканитов, 3 – лейкогранитов с наложенной берtrandитовой минерализацией.

ния рудоносных лейкогранитов и бериллиевого оруденения на Оротском месторождении свидетельствуют о его образовании между 232.1 ± 1.7 и 225 ± 1.3 млн. лет.

Возраст образования рудоносных лейкогранитов и бериллиевого оруденения на Оротском месторождении ($232-225$ млн. лет) близок к возрасту аналогичных гранитов и руд Ермаковского месторождения ($224 \pm 1,1$ млн. лет) [4]. Здесь важно подчеркнуть, что близкий к ним возраст, в целом отвечающий позднему триасу, имеют многочисленные другие массивы субщелочных и щелочных гранитоидов малокуналейского комплекса, которые близки по составу к рудоносным гранитам обоих месторождений и широко распространены на территории Западного Забайкалья [8]. Обычно эти граниты сопровождаются близкими к ним по возрасту бимодальными базальт-комендитовыми вулканическими толщами цаган-хунтейской свиты [9]. Совместно они прослеживаются в виде линейной полосы выходов северо-восточного простирания, которая контролируется крупными продольными разломами и включает в себя ареал проявлений бериллиевой минерализации. В пределах этой полосы вулканические породы выполняют продольные грабены. В сочетании с составом магматических ассоциаций это позволило нам выделить на рассматриваемой территории Забайкальскую раннемезозойскую рифтовую зону [10], контролировавшую рас-

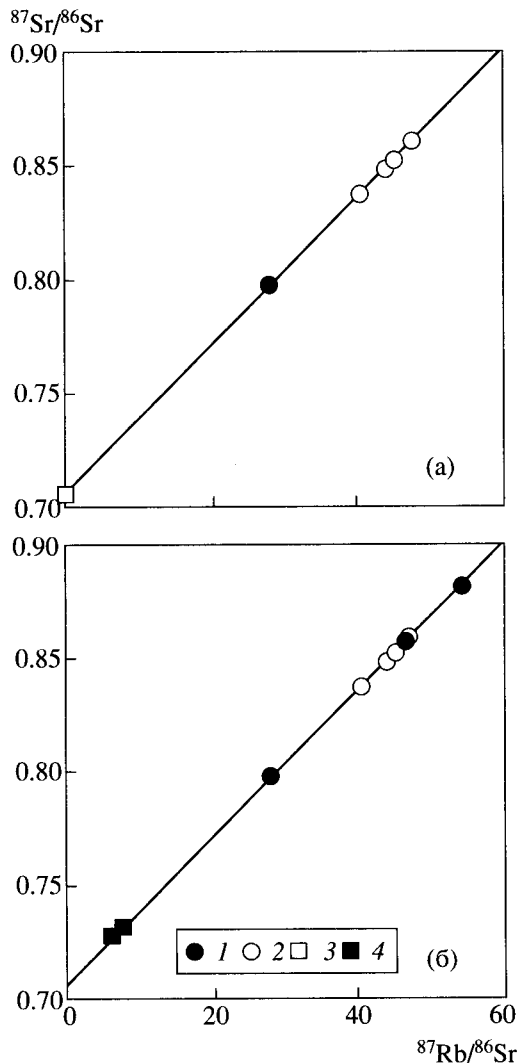


Рис. 2. Изохроны по лейкогранитам Оротского месторождения. а – порода и минералы из обр. Оро-9 ($T = 232.1 \pm 1.7$ млн. лет, $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0 = 0.70480 \pm 3$, СКВО = 1.33); б – породы, минералы (кроме флюорита) и лейкограниты с наложенной берtrandитовой минерализацией ($T = 225 \pm 1.3$ млн. лет, $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0 = 0.70844 \pm 3$, СКВО = 1.1). 1 – валовые пробы лейкогранитов; 2 – калиевый полевой шпат; 3 – флюорит; 4 – лейкограниты с наложенной берtrandитовой минерализацией.

пространение поздне триасового бимодального, щелочногранитного и лейкогранитного магматизма.

Таким образом, выявленные нами возрастные и геологические связи бериллиевой минерализации Западного Забайкалья с гранитоидами малокуналейского комплекса позволяют говорить о том, что бериллиевая металлогеническая специализация территории определялась процессами раннемезозойского рифтогенного магматизма и, в частности, была связана с дифференциацией магм повышенной щелочности. Это также позво-

Таблица 2. Концентрации рубидия, стронция и изотопный состав стронция в образцах магматических и рудных пород Оротского месторождения.

№ обр.	СОСТАВ	Rb мкг/г	Sr мкг/г	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Оро-1	Лейкогранит	233.6	12.47	55.12	0.88286
Оро-9	Лейкогранит	288.8	29.98	28.12	0.79856
Оро-9 KFsp*	КПШ 2.56–2.58	342.2	22.85	43.92	0.84933
Оро-9 KFsp*	КПШ 2.58–2.6	348.6	22.67	45.12	0.85313
Оро-9 KFsp*	КПШ 2.6–2.62	284.8	20.65	40.40	0.83818
Оро-9 KFsp*	КПШ 2.62–2.64	252.4	15.65	47.37	0.86078
Оро-9-fl	Флюорит	18.43	1012	0.0527	0.70497
Оро-17	Лейкогранит с наложенной Ве-минерализацией	43.79	17.33	7.33	0.73180
Оро-35	Лейкогранит	211.1	13.26	46.72	0.85756
Оро-42	Лейкогранит с наложенной Ве-минерализацией	80.52	38.10	6.13	0.72810

* Разные плотностные фракции калиевого полевого шпата.

ляет определить границы Западно-Забайкальской бериллиевой металлогенической провинции в рамках рифтогенной зоны, что значительно уточняет перспективы обнаружения в регионе новых рудных проявлений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 02–05–64191, 02–05–64190, 00–05–64506, 00–05–72001, 00–15–98628).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Куприянова И.И., Новикова М.И., Шпанов Е.П.* // Разведка и охрана недр. 1994. № 3. С. 13–14.
2. *Гинзбург А.И., Заболотная Н.П., Куприянова И.И.* Генетические типы гидротермальных месторождений бериллия. М.: Недра, 1975.
3. *Гинзбург А.И., Заболотная Н.П., Куприянова И.И.* Закономерности формирования гидротермальных месторождений бериллия. М.: Недра, 1977.
4. *Лыхин Д.А., Костицын Ю.А., Коваленко В.И. и др.* // Геология руд. месторождений. 2001. Т. 43. № 1. С. 52–70.
5. *Гордиенко И.В.* Палеозойский магматизм и геодинамика Центрально-Азиатского складчатого пояса. М.: Наука, 1987. С. 187–189.
6. *Костицын Ю.А.* // Геохимия. 1991. № 10. С. 1437–1443.
7. *York D.* // J. Phys. 1966. V. 44. P. 1079–1086.
8. *Занвилевич А.Н., Литвиновский Б.А., Андреев Г.В.* Монголо-Забайкальская щелочногранитная провинция. М.: Наука, 1985.
9. *Литвиновский Б.А., Ярмолюк В.В., Воронцов А.А. и др.* // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 3. С. 445–455.
10. *Ярмолюк В.В., Литвиновский Б. А., Коваленко В.И. и др.* // Петрология, 2001. Т. 9. № 4. С. 351–380.