

ТИП ВЫСОКО-Ba-Sr ГРАНИТОИДОВ ГОРНОГО АЛТАЯ И САЛАИРА

Н.И. Гусев, А.И. Гусев ¹
 ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург

¹ Бийский педагогический государственный университет, г. Бийск

Помимо стандартных типов гранитоидов, известных как «алфавитная» номенклатура, включающая А,- М,- I,- S- типы гранитов, в последнее время рядом исследователей выделяется самостоятельная группа гранитов высоко-Ba-Sr тип (HiBaSr) (Tarney, Jones, 1994). Их формирование связано с определённой геодинамической обстановкой и специфической металлогенией. К этому типу относятся граниты сложных серий пород, включающих габброиды, монцониты, сиениты, тоналиты, граносиениты, граниты, лейкограниты, характеризующиеся спецификой формирования и вещественным составом. Сами граниты высоко-Ba-Sr типа завершают фор-

1. Представительные анализы высоко-Ba-Sr гранитоидов

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	70,31	66,31	71,97	61,87	66,11	72,87	75,05	76,88
TiO ₂	0,42	0,49	0,17	1,20	0,47	0,16	0,13	0,11
Al ₂ O ₃	14,08	16,44	14,16	17,28	16,64	13,96	13,67	12,92
Fe ₂ O ₃	2,09	1,39	0,72	2,12	1,44	0,75	0,56	0,37
FeO	1,10	1,35	0,81	2,01	1,37	0,83	0,65	0,36
MnO	0,06	0,08	0,04	0,12	0,09	0,04	0,03	0,03
MgO	1,10	1,11	0,33	0,67	1,01	0,37	0,22	0,11
CaO	2,65	2,13	0,5 9	2,12	2,10	0,49	0,59	0,32
Na ₂ O	3,82	4,91	4,65	3,04	4,89	4,61	3,89	4,09
K ₂ O	3,58	5,15	4,62	8,95	5,12	4,72	4,65	3,93
п.п.п	0,05	0,21	0,31	0,40	0,23	0,32	0,42	0,41
P ₂ O ₅	0,58	0,18	0,05	0,16	0,16	0,05	0,03	0,03
сумма	99,23	99,73	99,27	99,96	99,63	99,17	99,89	99,56
Li	43,1	27,5	30,4	18,8	27,6	55	4,5	10,8
Rb	107,2	94,2	125,5	109	78,9	145	164	172
Cs	2,4	2,4	3,1	2,2	2,8	3,6	7,5	1,9
Be	5,1	1,5	5,5	3,8	0,7	5,3	6,7	0,7
Sr	1063	2520	2200	8750	630	2280	20	8
Ba	1100	1990	2500	1956	750	2310	40	20
La	47,0	66	47	46	73	74	55	32
Ce	69,3	74	86	58	86	97	63	36
Nd	28,2	22	25	24	24	29	16	8,6
Sm	5,67	4,6	5,5	5,4	4,2	5,5	2,2	0,9
Eu	1,44	1,37	1,64	1,42	1,23	1,21	0,68	0,13
Gd	5,0	3,6	4,5	6,1	3,3	4,1	2,1	0,9
Tb	0,73	0,9	1,11	0,94	0,52	0,61	0,26	0,11
Dy	1,21	2,3	4,1	3,9	2,3	1,2	1,6	0,7
Tm	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
Yb	1,18	2,4	3,1	2,8	1,22	1,6	1,1	1,4
Lu	0,16	0,3	0,5	0,4	0,3	0,25	0,21	0,2
Y	9,6	11,8	13,7	14,7	7,8	13,6	13,4	10,4
Sc	4,3	5,7	6,5	5,7	5,6	4,2	3,3	1,3
Th	1,56	4,5	15,8	5,4	24	27	41	48
Hf	4,6	4,8	4,9	18	5,2	6,9	4,6	4,6
Ta	0,6	1,5	0,5	0,9	1,66	3,2	2,2	4,8
Nb	3,2	5,2	6,3	22,7	35,3	87,6	85,2	77
Zr	221	318	334	276	243	238	204	215

Примечание. Анализы выполнены: для главных компонентов (в мас. %) – химическим методом, для редких элементов (в г/т) – методом ICP-ms в лаборатории ГЕОХИ СО РАН (г. Иркутск). Салаир: 1 - гранит Горновского массива, 2 - сиенит Жерновского массива; Горный Алтай: 3 - гранит Теранджикского массива; Айский массив: 4- сиенит, 5- граносиенит, 6- гранит, 7- лейкогранит, 8- лейкогранит с флюоритом.

мирование сложных мультиплетных серий. При этом на раннем этапе формируются аппиниты (высокомагнезиальные породы основного-среднего состава), а позднее - гранитоиды с высокими содержаниями бария и стронция. Высоко-Ba-Sr тип гранитов характеризуется повышенными концентрациями магния, стронция, бария, лёгких РЗЭ, показывающими мантийную природу (Fowler et al., 2001). В то же время, они имеют относительно пониженные концентрации рубидия, тория, урана, иттрия, ниобия, тантала, тяжёлых REE, высокое K/Rb отношение. Стронций-неодимовые изотопные данные отвечают их генерации из обогащённой мантии (Fowler, Henney, 1996; Muir et al., 1997). В отличие от А-типа гранитов они характеризуются высокими концентрациями бария и стронция.

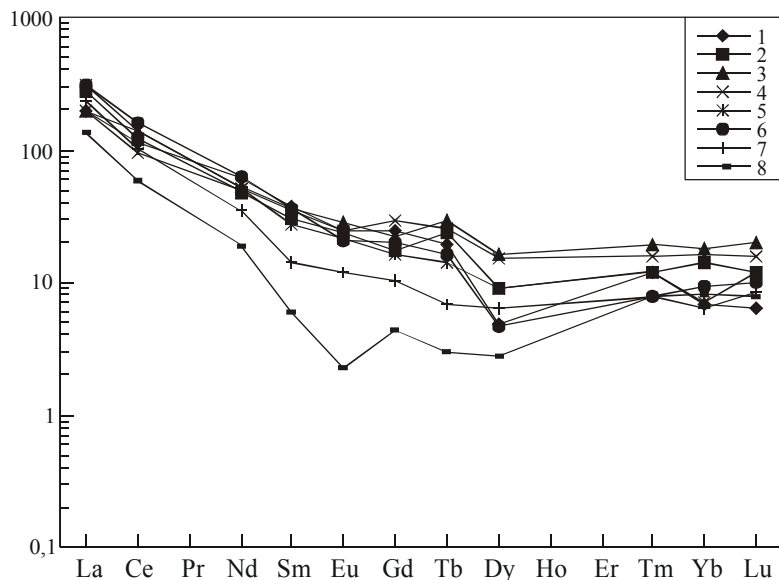


Рис. 1. Распределение редкоземельных элементов в высоко-Ba-Sr гранитоидах.

Номера спектров соответствуют номерам анализов в таблице 1. Нормировано по составу примитивной мантии (Sun, McDonough, 1989).

Высоко- Ba-Sr тип гранитов обнаружен в Алтае-Саянском регионе во многих местах: Айский, Теранджикский, Тархатинский ареалы (Горный Алтай), Жерновской, Горновской ареалы (Салаир), Саксырский (Саяны), Аскизский (Батеневский кряж), Белоюссско-Туимский (Кузнецкий Алатау) ареалы. Они отмечены в центральных частях штоков разной величины (2 - 96 км²), которые имеют составы от монцогаббро до лейкогранитов и развивавшихся по нормальной (прямой) схеме зональности. Характерной особенностью высоко- Ba-Sr типа гранитоидов является постоянная ассоциация их с дайковыми образованиями, варьирующим по составу от долеритов до лейкогранитов с разнообразными лампрофирами (одинитами, керсантитами, вогезитами, шонкинитами, спессартитами), сиенитами, трахиандезитами, которые, судя по описаниям в других регионах, должны включаться в состав сложных комплексов от аппинитов до

2. Значения параметров $\epsilon\text{Nd}(t)$ и $\epsilon\text{Sr}(t)$ для пород айского интрузивного комплекса

Породы и фазы внедрения	$\epsilon\text{Nd}(t)$	$\epsilon\text{Sr}(t)$
Монцогаббро 1 фазы	1,96	31,3
Монцонит 1 фазы	1,99	31,2
Меланосиенит 1 фазы	2,15	30,4
Сиениты 2 фазы*	2,13	29,73
Сиениты 2 фазы	2,12	28,27
Граносиениты 2 фазы*	2,93	12,83
Граносиениты 2 фазы*	2,93	20,94
Умеренно-щелочные граниты 3 фазы*	2,90	23,0,5
Умеренно-щелочные граниты 3 фазы*	2,72	21,14
Лейкограниты 4 фазы*	2,94	20,37
Лейкограниты 4 фазы	2,93	22,34

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ИГЕМ РАН (г. Москва). * - анализы заимствованы из работы (Крук и др., 1998).

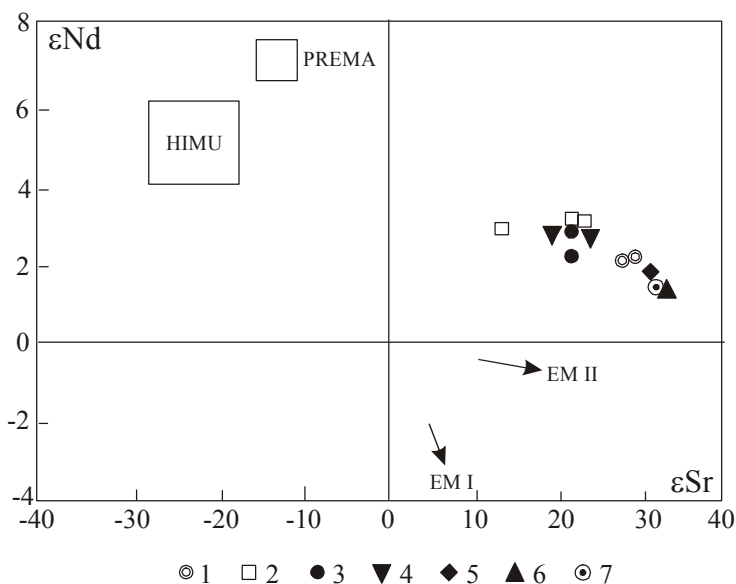


Рис. 2. Диаграмма $\epsilon Sr(t) - \epsilon Nd(t)$ для пород айского комплекса.

Типы мантии - по (Zindler, Hart, 1986): EM I и EM II – обогащённая мантия типов I и II; PREMA – примитивная мантия; HIMU – мантия с высоким изотопным уран-свинцовым отношением. Интрузивные породы Айского комплекса: 1 - сиениты, 2 - граносиениты, 3 - умеренно-щелочные граниты, 4 - лейкограниты 4 фазы с флюоритом; 5 - меланосиенит; 6 - монцогаббро; 7 - монцонит.

высоко- Ba-Sr гранитов и лейкогранитов.

Характеризуемые гранитоиды Горного Алтая и Салаира относятся к сиенитам, граносиенитам, гранитам,

умеренно щелочным гранитам (сумма щелочей превышает 8 %). Для них характерна высокая апгаитность (от 1,18 до 1,36), аномально высокие концентрации флюидов с преобладающей ролью фтора, бора, фосфора в их составе, а также ярко выраженная европиевая негативная аномалия в спектре РЗЭ. В спектре распределения РЗЭ наблюдается близкое и согласованное распределение элементов, а характер кривой (вогнутый) указывает на M-тип тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ. Представительные анализы высоко-Ba-Sr гранитоидов приведены в табл. 1.

Анализ изотопов стронция и неодима в породах айского комплекса показывает, что все породы комплекса образуют единый ряд дифференциатов от монцогаббро до лейкогранитов и сиенитов (табл. 1). На диаграмме $\epsilon Sr(t) - \epsilon Nd(t)$ соотношения указанных изотопов образуют линейный тренд составов от монцогаббро до граносиенитов и лейкогранитов (рис.2) и локализуются вблизи обогащённого мантийного источника типа EM II.

Литература

1. Крук Н.Н., Титов А.В., Пономарёва А.П и др. Внутреннее строение и петрология Айской сиенит-граносиенит-гранитной серии (Горный Алтай) // Геология и геофизика, 1998, т. 39, № 8, с. 1072-1084.
2. Gusev A.I. The appinites of Siberean superplum // Large Igneous Provinces of Asia, Mantle Plumes and Metallogeny. International Symposium. Novosibirsk, 2007, p. 162-164.
3. Fowler M.B., Henney P.J. Mixed Caledonian appinites magmas: implications for lamprophyre fractionation and high Ba-Sr granite genesis // Contrib. Mineral Petrol, 1996, vol. 126, p.199-215.
4. Fowler M.B., Henney P.J., Darbyshire D.P.F., Greenwood P.B. Petrogenesis of high Ba-Sr granites: the Rogart pluton, Sutherland // Journ. Geol. Society, London, 2001, vol. 158, p. 521-534.
5. Muir R.J., Ireland T.R., Bentley M.R., Fitches W.R., Maltman A.J. A Caledonian age for the Kirolan Bay appinite intrusion on Colonsay, Inner Hebrides // Scottish Journ. Geol., 1997, vol. 33, p.75-83.
6. Tarney J., Jones C.E. Trace element geochemistry of orogenic igneous rocks and crustal growth models // Journ. Geol. Soc., London, 1994, vol. 151, p. 855-868.
7. Zindler A., Hart. Chemical geodynamics // Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 1986, vol.14, p.493-571.