

СИНХРОННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ИЗВЕСТКОВО-ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОВ И ЩЕЛОЧНЫХ СИЕНИТОВ В МЕЗОЗОЙСКИХ МНОГОФАЗНЫХ ИНТРУЗИЯХ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ (МОНГОЛИЯ, ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Одгэрэл² Д., Антипин¹ В.С.

¹*Институт геологии и минеральных ресурсов АНМ, г. Улан-Батор, Монголия,
e-mail d_odgerel@yahoo.com*

²*Институт геохимии им. А.П.Виноградова СО РАН, г. Иркутск,
e-mail: antipin@igc.irk.ru*

На примере многофазного Соктуйского массива в Восточном Забайкалье ранее было показано проявление внутриплитной магматической активности с синхронным формированием редкометалльных гранитов и щелочных сиенитов, характеризующихся геохимическими различиями и разноглубинными источниками магматизма [Кузьмин, Антипин, 1965; Коваленко и др., 2000]. В Соктуйском гранитном массиве площадью около 300 км² щелочные кварцевые сиениты слагают тело (10 км²) в северной его части среди гранитов главной фазы, представленных средне- крупнозернистыми породами с олигоклазом (№15-17), К-На полевым шпатом и слюдой сидерофиллитового состава. Из аксессуарных минералов отмечаются флюорит, монацит, ильменит, апатит, циркон, магнетит, иногда турмалин. В сиенитах, переходящих в граносиениты, преобладает щелочной полевой шпат с подчиненным значением олигоклаза (№12-15), кварца и амфибола катафоритового состава. Редко встречаются биотит, магнетит, циркон и апатит. Возраст гранитов Соктуйского массива установлен как позднеюрский на основании датировок различными методами: калий-аргоновым 146±6, 142±6, 140±6 млн лет [Андреева и др., 1996], рубидий-стронциевым 146±4, 138±6 млн. лет [Сырицо, 1996]. Циркон в кварцевых сиенитах обладает всеми признаками магматического минерала и полученный по нему U-Pb возраст, равный 140.8±0,4 млн. лет, является достоверной оценкой времени образования щелочного сиенита интрузии [Коваленко и др., 2000]. Таким образом, наряду с геологическими данными была окончательно доказана синхронность формирования редкометалльных литий-фтористых и щелочных гранитоидов Соктуйского массива.

Позднее нами был исследован многофазный Хошутулинский массив, входящий в состав раннемезозойской Абдар-Хошутулинской интрузивно-дайковой серии Центральной Монголии, в котором также установлено близкое по времени образование гранитоидов различной щелочности. В составе серии выделены ранние палингенные известково-щелочные граниты многофазного Хошутулинского массива (224±11 млн лет, Rb-Sr), которые через дайковый пояс гранит-порфиров, онгонитов и фельзитов объединяются с редкометалльными литий-фтористыми гранитами Абдарского массива (209-212 млн лет, Rb-Sr), завершающими эволюцию магматической серии [Антипин, Одгэрэл, 2007; Одгэрэл, Антипин, 2009]. Среди ее интрузивных и субвулканических образований наиболее крупным проявлением магматизма является Хошутулинский плутон с площадью выхода пород около 180 км². Порфировидные биотитовые граниты главной фазы сложены в нем плагиоклазом An₁₆₋₂₆, К-На полевым шпатом, кварцем, биотитом (сидерофиллит) и амфиболом (ферроэденит). Обычными аксессуарными минералами в них являются сфен, ортит, магнетит, циркон и апатит.

В северной эндоконтактной части Хошутулинского массива, тяготеющей к зоне глубинного разлома, закартированы отдельные тела щелочных амфиболовых сиенитов, суммарная площадь выходов которых составляет 0.5 км². В щелочных сиенитах вкрапленники образованы К-На полевым шпатом с высоким содержанием альбитового компонента (Орт₇₀Аб₃₀). Парагенезис минералов в них представлен также средним плагиоклазом An₂₈₋₃₅, щелочным амфиболом (рибекит), биотитом и редким кальцитом.

Таблица 1.

Средний химический состав известково-щелочных гранитов и щелочных сиенитов
Хошутулинского и Соктуйского многофазных массивов

Компоненты	Хошутулинский массив (Центральная Монголия)			Соктуйский массив (Восточное Забайкалье)		
	Граниты 1-й (главной) фазы	Граниты 2-й фазы	Щелочные сиениты	Граниты 1-й фазы	Граниты 2-й (главной) фазы	Щелочные сиениты
2-й (главной) фаз						
SiO ₂	69.88	73.88	62.58	72.94	73.80	64.87
TiO ₂	0.51	0.25	0.81	0.28	0.20	0.51
Al ₂ O ₃	14.38	13.61	16.67	13.38	13.35	16.93
Fe ₂ O ₃	1.02	0.55	2.62	0.67	0.66	1.87
FeO	2.48	1.21	2.63	1.27	1.12	1.82
MnO	0.07	0.05	0.08	0.05	0.04	0.09
MgO	0.79	0.47	1.10	0.14	0.18	0.33
CaO	1.75	1.02	1.64	1.36	0.92	1.20
Na ₂ O	4.14	3.68	6.10	4.02	3.81	5.19
K ₂ O	4.63	4.56	4.37	5.36	5.05	6.21
P ₂ O ₅	0.12	0.06	0.25	0.03	0.02	0.03
п.п.п.	0.40	0.43	0.79	0.88	0.64	0.68
Сумма	100.17	99.77	99.64	100.32	99.79	99.73
F	1265	1460	570	1380	2960	560
Li	43.8	58.6	87.3	31.2	69.5	11.9
Rb	149	276	89	245	342	142
Be	3.4	4.5	5.3	5.5	7.0	2.6
B	9.3	8.7	11.0	3.1	4.4	3.8
Ba	644	321	1418	860	480	187
Sr	193	100	254	160	15	35
Sn	4.3	7.4	4.3	4.2	6.2	2.6
Pb	20.3	23.6	18.8	31.0	31.9	23.5
Zn	89.2	33.7	96.0	62.2	60.9	85.1
W	0.9	0.8	1.2	1.3	1.4	0.5
Nb	9.7	12.0	13.9	10.0	24.0	29.0
Ta	0.8	1.1	0.9	1.3	3.4	1.9
Zr	208	109	352	124	195	600
Hf	8.1	4.3	8.4	3.7	7.6	2.0
La	59.9	36.8	50.1	110	135	125
Ce	133.2	87.1	103.6	290	280	265
K/Rb	260	138	409	219	148	437
Nb/Ta	12.1	10.9	15.4	7.7	7.0	15.3
La/Yb	23.4	20.7	15.7	25.0	27.6	30.5

Примечание. Оксиды приведены в мас.%, редкие элементы – в г/т.

Ассоциация второстепенных и акцессорных минералов в щелочных сиенитах образована кварцем, апатитом, цирконом, ортитом, сфеном и магнетитом. Характер реакционных взаимоотношений минералов сиенитов и гранитов главной фазы массива, а также отсутствие между ними рвущих контактов свидетельствуют о вполне сближенном времени формирования резко различных по составу интрузивных пород.

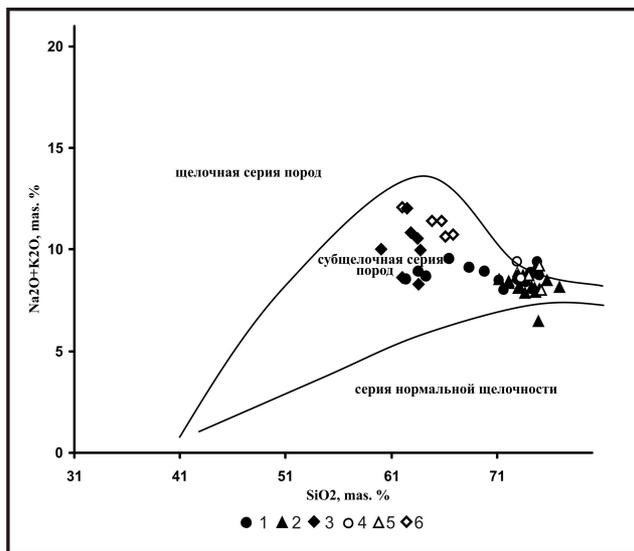


Рис. 1. Классификационная диаграмма $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ для гранитоидов Хошутулинского (Монголия) и Соктуйского (Восточное Забайкалье) массивов. Хошутулинский массив: 1 – граниты 1-й фазы, 2 – граниты 2-й фазы, 3 – щелочные сиениты. Соктуйский массив: 4 – граниты 1-й фазы, 5 – граниты 2-й фазы, 6 – щелочные сиениты.

Различия химизма гранитных фаз и щелочных сиенитов сравниваемых многофазных массивов хорошо видны из данных табл. 1 и на рис.1. На фоне вполне закономерной геохимической эволюции от ранних к поздним фазам исследуемых интрузий сиениты обладают своими особенностями редкоэлементного состава. Указанная эволюция характеризуется заметным обогащением гранитов поздних фаз обоих массивов рядом редких элементов (F, Li, Rb, Sn, Nb, Ta) и уменьшением величины K/Rb отношения, что свойственно процессам магматической дифференциации. При этом в наибольшей мере обогащены литофильными и высокозарядными элементами поздние граниты Соктуйского массива, относящиеся к литий-фтористому геохимическому типу, по сравнению с палингенными известково-щелочными гранитами Хошутулинского плутона. Ранее уже отмечалось [Коваленко и др., 2000], что в Соктуйском массиве щелочные кварцевые сиениты по сравнению с лейкогранитами главной фазы резко обеднены F, Li, Rb, Be, Ta и Sn, то есть элементами, которые накапливаются при дифференциации гранитных магм. В многофазном Хошутулинском массиве эта же закономерность поведения элементов в щелочных сиенитах проявлена лишь в отношении F, Rb, Sn. Здесь необходимо подчеркнуть, что имеются определенные петрогеохимические отличия разновозрастных кварцевых сиенитов Монголии и Забайкалья (табл. 1). При весьма близких содержаниях глинозема суммарная щелочность соктуйских сиенитов ($\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$) существенно выше, чем у хошутулинских сиенитов ($\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$). В то же время последние обогащены ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$), MgO, Li, Sn, Hf и в наибольшей мере Ba и Sr. Большая щелочность сиенитов Соктуйского массива определяет также наибольшие концентрации в них Zr, легких редких земель и, соответственно, большую величину Zr/Hf и La/Yb отношений. Установленные различия в уровне содержаний и распределении элементов в щелочных сиенитах Хошутулинского и Соктуйского многофазных массивов, вероятно, являются их провинциальными геохимическими особенностями. Тем не менее, эти породы имеют близкие значения K/Rb и Nb/Ta отношений, свойственные образованиям данного вещественного типа, которые значительно выше относительно их величин в гранитных фазах исследуемых массивов.

Петрогенезис редкометалльных биотитовых лейкогранитов и щелочных сиенитов на основе изотопных данных в большей мере исследован на примере Соктуйского массива. Для лейкогранитов его главной фазы установлены значения первичного отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.71209$, а $\epsilon_{\text{Nd}} = -0.01$. Для щелочных кварцевых сиенитов эти изотопные характеристики заметно отличаются: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70657$, а $\epsilon_{\text{Nd}} = -0.81$. Эти результаты, а также близкий возраст различных геохимических типов гранитоидов указывают на их образование из разных источников, но в одно время – примерно 141 млн лет назад. Представленные здесь данные по изотопии Sr свидетельствуют о том, что для щелочных сиенитов Соктуя значение I_{Sr}^0 близко к мантийным величинам Центральной Азии, а для редкометалльных

лейкогранитов оно выше и соответствует коровым значениям. Ранее В.И. Коваленко с соавторами [1999; 2000] было показано, что внутриплитный магматизм в Восточном Забайкалье крайне редко включал синхронное формирование редкометалльных Li-F гранитов, источниками которых была каледонская континентальная кора, и щелочных кварцевых сиенитов, образовавшихся при плавлении мантии или базитовой коры.

Изученный другой пример близкого по времени образования известково-щелочного гранитного и щелочносиенитового магматизма в Монголии показал, что эти породы в Хошутулинском массиве имеют сходный изотопный состав: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7045-0.70512$ для гранитов и $0.70447-0.70615$ для щелочных сиенитов [Антипин и др., 2009]. Довольно низкие значения приведенных первичных отношений стронция могут свидетельствовать о вероятном участии мантийного источника на раннем этапе становления Абдар-Хошутулинской интрузивно-дайкиковой серии.

Литий-фтористые граниты Абдарского массива в составе данной серии, завершающие ее формирование, являются типично коровыми образованиями с высокими значениями первичного отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ [Коваленко и др., 1999]. Вполне можно предположить, что под воздействием глубинного щелочного магматизма происходит плавление корового субстрата и формирование многофазных гранитных интрузий с синхронным образованием редкометалльных литий-фтористых гранитов.

Эта внутриплитная Восточно-Монгольско-Забайкальская область характеризовалась наиболее продуктивным в металлогеническом отношении гранитоидным магматизмом на протяжении раннего и позднего мезозоя.

Исследования проводятся при финансовой поддержке РФФИ, грант № 11-05-00515_a и Интеграционного проекта СО РАН № 17.

Литература

Андреева О.В., Головин В.А., Козлова П.С. и др. Эволюция мезозойского магматизма и рудно-метасоматических процессов в Юго-Восточном Забайкалье (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т.38. №2. С. 115-130.

Антипин В.С., Одгэрэл Д. Щелочно-сиенит-гранитоидная с литий-фтористыми гранитами и онгонитами Абдар-Хошутулинская интрузивно-дайкиковая серия Центральной Монголии // Материалы Всероссийского совещания «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса от океана к континенту». Иркутск. 2007. Т.1. С. 12-14.

Антипин В.С., Дриль С.И., Одгэрэл Д. Изотопно-геохимические особенности раннемезозойских известково-щелочных и щелочных гранитоидов Центральной Монголии (Абдар-Хошутулинская серия) // Материалы Всероссийского совещания «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса от океана к континенту». Иркутск. 2009. Т.1. С. 15-17.

Коваленко В.И., Костицын Ю.А., Ярмолюк В.В. и др. Источники магм и изотопная (Sr, Nd) эволюция редкометалльных Li-F гранитов // Петрология. 1999. Т.7. №4. С. 401-429.

Коваленко В.И., Сальникова Е.Б., Антипин В.С. и др. Необычная ассоциация литий-фтористых и щелочных гранитоидов Соктуйского массива (Восточное Забайкалье): возраст и источники магм // Доклады Академии наук. 2000. Т.372. №4. С. 536-540.

Кузьмин М.И., Антипин В.С. Поведение рубидия и лития при становлении Соктуйского гранитного массива (Восточное Забайкалье). В кн.: Вопросы геохимии изверженных горных пород и рудных месторождений Восточной Сибири. – М.: Наука. 1965. С. 97-126.

Одгэрэл Д., Антипин В.С. Абдар-Хошутулинская интрузивно-дайкиковая серия известково-щелочных, щелочных и редкометалльных гранитоидов Центральной Монголии // «Геология, поиски и разведка рудных месторождений». Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. 2009. С. 56-65.

Сырицо Л.Ф. Мезозойские интрузивные серии Забайкалья и проблемы редкометального рудообразования. Автореф. дис. докт. геол.-минер. наук. СПб., 1996. – 48 с.