

УДК 550.93:552.321(571.54)

СТРОЕНИЕ И ВОЗРАСТ БАЙКАЛЬСКОГО МАССИВА ГРАНИТОИДОВ: НОВЫЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА РАННЕБАЙКАЛЬСКИХ СОБЫТИЙ В БАЙКАЛО-МУЙСКОМ ПОДВИЖНОМ ПОЯСЕ

© 2013 г. Е. Ю. Рыцк, А. Б. Котов, А. А. Андреев, академик В. В. Ярмолюк,
С. Д. Великославинский, В. П. Ковач, А. Ф. Макеев, А. М. Федосеенко

Поступило 21.06.2013 г.

DOI: 10.7868/S0869565213360218

Байкало-Муйский подвижный пояс – один из относительно хорошо изученных тектонотипов позднепротерозойских складчатых поясов Центральной Азии [1, 2]. Однако многие вопросы геологии этого пояса, в том числе о возрасте заложения и геодинамических обстановках, отвечающих ранним стадиям формирования пояса, остаются дискуссионными. В данной работе обсуждаются результаты геохронологических, геохимических U–Pb- и изотопно-геохимических Sm–Nd-исследований гранитоидов Байкальского массива, который, судя по его положению в структурно-возрастной шкале, относится к наиболее древним магматическим образованиям Кичерской зоны Байкало-Муйского подвижного пояса.

Кичерская зона расположена между позднерифейскими структурами краевой части Сибирского кратона и Анамакит-Муйского террейна (рис. 1, врезка). Основные черты геологического строения этой зоны определяются системой крупных тектонических пластин генерального северо-восточного простирания, которые сложены метаосадочными и метавулканическими породами нюрндуханского комплекса, метаморфизованными в условиях амфиболитовой и местами гранулитовой (?) фаций, а также разнообразными по составу гранитоидами.

Байкальский массив находится в юго-западной части Кичерской зоны в районе одноименного поселка (рис. 1). Предполагали [2, 3], что это дорифейский массив, отмечая, что он занимает несогласное положение по отношению к простиранию главных структурных элементов Кичерской зоны. По [4], в районе пос. Байкальское гнейсо-граниты не образуют самостоятельного

массива, а слагают тела различной мощности, конформные складчатым структурам вмещающих их пород нюрндуханского метаморфического комплекса.

В результате выполненных нами исследований установлено, что Байкальский массив представляет собой несколько круто залегающих субмеридиональных тектонических пластин, сложенных интенсивно расланцованными в условиях высокотемпературного метаморфизма биотитовыми гнейсо-гранитами, которые содержат ксенолиты и тектонические линзы амфиболитов, амфиболовых гнейсов и гранатовых плагиогнейсов (рис. 1). Наиболее крупная тектоническая пластина вмещающих биотит-амфиболовых и гиперстеновых гнейсов закартирована в центральной части массива (рис. 1).

Биотитовые гнейсо-граниты Байкальского массива имеют мелко- и среднезернистое сложение, сланцеватую текстуру и бластогипидиоморфнозернистую структуру. Характерная особенность гнейсо-гранитов – хорошо проявленная минеральная и агрегатная линейность, которая обычно занимает субвертикальное положение.

По химическому составу гнейсо-граниты изменяются от низкощелочных до лейкогранитов. С ростом содержания SiO_2 в них закономерно уменьшается содержания Al_2O_3 , TiO_2 , FeO , MgO , CaO и возрастают содержания щелочей. При этом по соотношению щелочей гнейсо-граниты довольно четко распадаются на две группы: калиевого и натрового ряда.

При общем слабо и умеренно дифференцированном распределении РЗЭ ($(\text{La}/\text{Yb})_N$ 3.3–16.5) наименее дифференцированные гнейсо-граниты (SiO_2 менее 72%) отличаются небольшой положительной Eu-аномалией (Eu/Eu^* 1.2–1.3), тогда как более дифференцированные разновидности имеют отрицательную Eu-аномалию (Eu/Eu^* 0.4–0.9). По характеру распределения редких и рассеянных

*Институт геологии и геохронологии докембрия
Российской Академии наук, Санкт-Петербург
Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва*

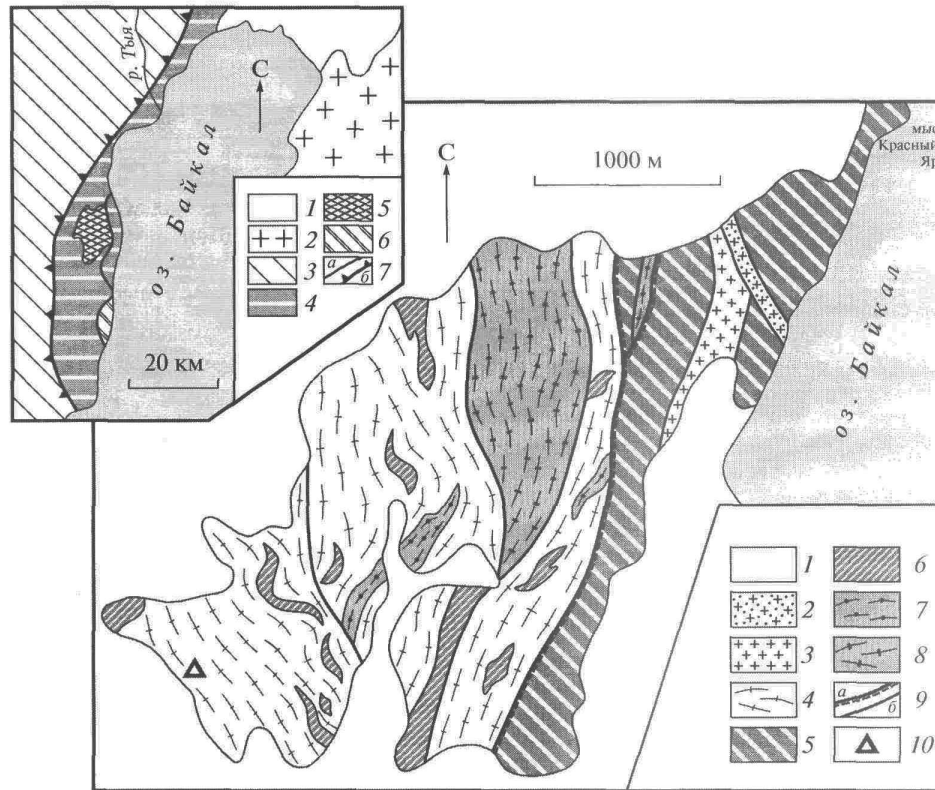


Рис. 1. Схема геологического строения Байкальского массива гнейсо-гранитов. 1 – четвертичные отложения; 2 – пегматоидные граниты; 3 – гнейсовидные лейкократовые граниты; 4 – гнейсо-граниты Байкальского массива; 5–8 – нюрндуканский метаморфический комплекс: 5 – двупироксеновые, амфиболовые гнейсы, амфиболиты, метагаббро, эндербиты, 6 – амфиболиты, амфиболовые гнейсы, 7 – гранат-биотитовые плагиогнейсы, 8 – гиперстенные гнейсы, биотит-амфиболовые гранито-гнейсы; 9 – главные (а) и второстепенные (б) тектонические швы; 10 – место отбора пробы для геохронологических U–Pb-исследований. Врезка – схема геологического строения Северного Прибайкалья: 1 – четвертичные отложения; 2 – позднепалеозойские гранитоиды; 3 – Байкало-Патомский подвижный пояс; 4 – Кичерская зона Байкало-Муйского подвижного пояса; 5 – Байкальский массив гнейсо-гранитов; 6 – Анамакит-Муйский терреин; 7 – тектонические швы (а), тектоническая граница Сибирского кратона (б).

элементов, нормированных по примитивной мантии, гнейсо-граниты калиевого ряда сопоставимы с коллизионными гранитами. Гнейсо-граниты натрового ряда отличаются наличием отрицательной Ta–Nb-аномалии и в целом по своим геохимическим особенностям, за исключением отсутствия Sr-максимума, соответствуют надсубдукционным образованиям.

Для геохронологических U–Pb-исследований использована проба биотитового гнейсо-гранита калиевого ряда (БК-2) (рис. 1). Выделение акцессорных цирконов из этой пробы проводили по стандартной методике с использованием тяжелых жидкостей. Химическое разложение цирконов и выделение U, Pb выполняли по модифицированной методике Т.Е. Кроу [5]. Изотопный анализ выполнен на многоколлекторном масс-спектрометре Finnigan MAT-261. Точность определения U/Pb-отношений 0.5%. Холостое загрязнение не более 0.1 нг Pb и 0.005 нг U. Обработку экспери-

ментальных данных проводили по программам PbDAT [6] и ISOPLOT [7]. При расчете возрастов использованы общепринятые значения констант распада U [8]. Поправки на обычный Pb введены в соответствии с модельными величинами [9]. Все ошибки приведены на уровне 2σ .

Выделенные из биотитового гнейсо-гранита акцессорные цирконы представлены двумя морфологическими типами. К первому типу отнесены идиоморфные и субидиоморфные призматические и длиннопризматические темно-коричневые кристаллы. Для их внутреннего строения характерно присутствие метамиктных ядер, которые окружены полупрозрачными трещиноватыми оболочками с тонкой зональностью. Акцессорный циркон второго типа образует прозрачные субидиоморфные призматические и длиннопризматические розовые и рыжеватые-розовые кристаллы. Они обладают нормальным двупреломлением, тонкой магматической зональностью, содержат минераль-

Таблица 1. Результаты геохронологических U–Pb-исследований акцессорного циркона из гнейсо-гранита Байкальского массива (проба БК-2)

№	Размер фракции, мкм	Навеска, мг	Содержание, мкг/г		Изотопные отношения					Rho	Возраст, млн лет		
			Pb	U	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^a$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^a$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
1	60–85	0.52	53.1	417	2258	0.0643 ± 1	0.1655 ± 1	1.0456 ± 21	0.1180 ± 2	0.89	727 ± 2	719 ± 2	750 ± 1
2	85–100	0.29	40.8	303	639	0.0643 ± 1	0.1715 ± 1	1.0401 ± 24	0.1174 ± 2	0.70	724 ± 3	716 ± 2	750 ± 4
3	>100	0.65	42.9	326	2076	0.0646 ± 1	0.1679 ± 1	1.0798 ± 22	0.1213 ± 2	0.90	738 ± 2	744 ± 2	760 ± 1

Примечание. ^a – изотопные отношения, скорректированные на бланк и обычный Pb; Rho – коэффициент корреляции ошибок отношений $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Величины ошибок (2σ) соответствуют последним значащим цифрам после запятой.

ные и газопо-жидкие включения. В некоторых рожавато-розовых кристаллах наблюдаются полупрозрачные ядра с фрагментами тонкой зональности. Размер зерен циркона 40–200 мкм, $K_{\text{удл}}$ 1.5–2.5.

Для геохронологического U–Pb-исследования из размерных фракций 60–85, 85–100, крупнее 100 мкм были отобраны три навески наиболее прозрачных кристаллов циркона второго типа (табл. 1). Положение точек изотопного состава циркона этих фракций на диаграмме с конкордией (рис. 2) определяется дискордией, верхнее пересечение которой соответствует возрасту 778 ± 29 , а нижнее 371 ± 220 млн лет (СКВО = 0.068). Среднее значение возраста циркона второго типа, рассчитанное по $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, 755 ± 15 млн лет. Прини-

мая во внимание магматическое происхождение изученного циркона, полученную оценку возраста (755 ± 15 млн лет) следует рассматривать как возраст кристаллизации протолитов гнейсо-гранитов калиевого ряда Байкальского массива.

Гнейсо-граниты Байкальского массива характеризуются оценками модельного Nd-возраста ($t_{\text{Nd(DM)}}$) 2.1–1.5 и двухстадийного модельного Nd-возраста 2.2–1.8 млрд лет при отрицательных значениях величин $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ от –9.8 до –4.0. Эти изотопные Nd-характеристики указывают на формирование исходных расплавов протолитов гнейсо-гранитов в ходе переработки раннепротерозойской континентальной коры, возможно, с небольшой добавкой позднепротерозойского ювенильного материала.

Результаты геохронологических U–Pb-исследований биотитовых гнейсо-гранитов калиевого ряда Байкальского массива (755 ± 15 млн лет) показывают, что его становление произошло на завершающей стадии раннебайкальского этапа тектогенеза и подтверждают присутствие раннебайкальских магматических и стратифицированных образований в пределах Кичерской зоны Байкало-Муйского подвижного пояса. К последним относятся метаосадочные и метавулканические породы из ксенолитов в гнейсо-гранитах. Геохимические и изотопно-геохимические особенности гнейсо-гранитов Байкальского массива позволяют предполагать, что в его современной структуре тектонически совмещены гранитоиды, формирование которых произошло в результате переработки раннепротерозойской континентальной коры, но, по-видимому, протекало в различных геодинамических обстановках.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проекты 12–05–00616, 10–05–00713, 11–05–92003), Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН “Геодинамическая эволюция структурно-вещественных ком-

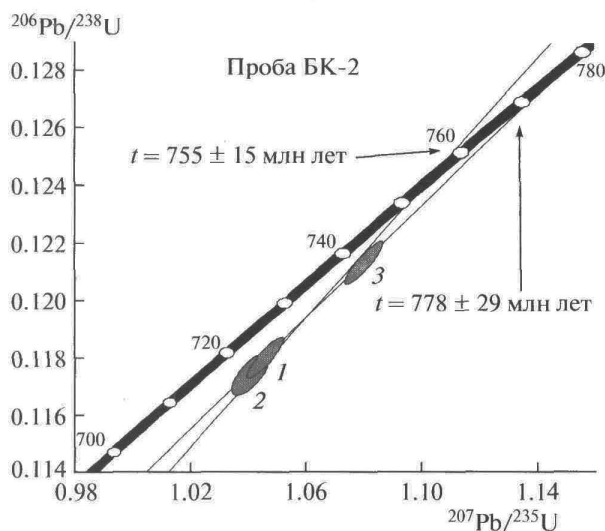


Рис. 2. Диаграмма с конкордией для акцессорного циркона из гнейсо-гранита (проба БК-2) Байкальского массива. Номера точек на диаграмме соответствуют порядковым номерам в табл. 1.

плексов складчатых поясов и платформ в неогее” и Фонда развития отечественной геологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыцк Е.Ю., Ковач В.П., Ярмолюк В.В., Коваленко В.И. // Геотектоника. 2007. № 6. С. 23–51.
2. Конников Э.Г., Цыганков А.А., Врублевская Т.Т. Байкало-Муйский вулcano-плутонический пояс: структурно-вещественные комплексы и геодинамика. М.: ГЕОС, 1999. 163 с.
3. Макрыгина В.А., Конников Э.Г., Неймарк Л.А. и др. // ДАН. 1993. Т. 332. № 4. С. 486–489.
4. Орлова А.В., Аносова М.О., Федотова А.А., Костицын Ю.А. V Рос. конф. по изотопной геохронологии: геохронометрические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов. М.: ИГЕМ РАН, 2012. С. 265–268.
5. Krogh T.E. // Geochim. et cosmochim. acta. 1973. V. 37. P. 485–494.
6. Ludwig K.R. PbDat for MS-DOS. Vers. 1.21 // U.S. Geol. Surv. Open-File Rept. 88-542. 1991. 35 p.
7. Ludwig K.R. ISOPLOT/Ex. Vers. 2.06. A geochronological toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronol. Center Spec. Publ. 1999. № 1a. 49 p.
8. Steiger R.H., Jager E. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1976. V. 36. № 2. P. 359–362.
9. Stacey J.S., Kramers I.D. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. № 2. P. 207–221.