

В. М. Горожанин, А. А. Носова<sup>1</sup>, Е. Н. Горожанина

## НОВЫЕ Rb—Sr И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО АХМЕРОВСКОМУ ГРАНИТНОМУ МАССИВУ (БАШКИРСКИЙ МЕГАНТИКЛИНОРИЙ)

Ахмеровский гранитный массив расположен в центральной части Белорецкого метаморфического комплекса западнее г. Белорецка. Массив занимает небольшой залесенный участок в 1,2 км восточнее д. Ахмерово и очень плохо обнажен. По данным горных и геофизических работ, проведенных в начале 1970-х гг. [Ямаев, Ротарь, 1973; Алексеев, 1984], здесь зафиксировано крутопадающее штокообразное тело, по гравиметрическим данным прослеживаемое до глубины 3,5 км. Массив находится в пределах Маярдакского антиклинория, вмещающими породами являются метаморфические породы Белорецкого комплекса. Предшествующими исследователями описаны интрузивные секущие соотношения гранитов и вмещающих пород с развитием везувиан-, гранат- и диопсидсодержащих скарнов и слюдисто-альбитовых роговиков. В эндоконтактной зоне граниты обогащены темноцветными минералами. Породы разгнейсованы, иногда в них встречается наложенный метаморфогенный гранат.

Состав пород Ахмеровского массива, по данным предыдущих исследователей, является однородным. Массив сложен среднезернистыми биотитовыми гранитами с гнейсовидной текстурой. Минеральный состав гранитов: кварц, микроклин, олигоклаз, биотит. Химический состав гранитов, по данным А.А. Алексеева [1984], соответствует нормальным известково-щелочным гранитам, производным среднетемпературных водонасыщенных магм. Более подробные сведения о геологии и петрологии Ахмеровского массива можно найти в работах Ф.А. Ямаева и А.Ф. Ротаря [1973] и А.А. Алексеева [1984].

Проблемой, связанной с этим массивом, является его слабо обоснованная возрастная позиция. K—Ar датировки, полученные М.А. Гаррис [1977], составляют: для биотита 600 млн. лет, мусковита — 515—522 млн. лет, полевого шпата — 339 млн. лет. Первые две цифры соответствуют вендскому этапу метаморфизма и совпадают с датировками метаморфитов Белорецкого комплекса. Датировка по полювому шпату соответствует палеозойскому этапу деформаций.

В результате исследований, проведенных в этом районе по проекту Европроба, были получены данные по возрасту цирконов из гранитов Ахмеровского массива [Glasmacher et al., 2001]. Выборка цирконов была разделена на две группы. В первую группу выделены буроватые полупрозрачные идиоморфные цирконы с тонкой каемкой. Их возраст, по данным Pb—Pb термо-ионного анализа (TIMS),

соответствует  $1350 \pm 10$  млн. лет. Ко второй группе отнесены прозрачные, бесцветные, удлиненные кристаллы с мелкими буроватыми полупрозрачными или серыми ядрами и более широкой бесцветной каймой. Для них определен возраст в  $970 \pm 10$  млн. лет. Минералогические особенности цирконов второй группы позволили авторам принять их магматическое происхождение в результате кристаллизации гранитной магмы Ахмеровского плутона. Более древние цирконы первой группы рассматриваются как захваченные из субстрата при выплавлении гранитов. Характерно, что их возраст совпадает со временем формирования бимодального машакского комплекса. Тем не менее, исходя из датировок более молодых цирконов, имеющих магматических облик, возраст образования массива принимается указанными авторами в 970 млн. лет. Однако, по мнению А. Вильнера [Willner et al., 2003], эта датировка соответствует времени метаморфизма.

Нами получены новые Rb—Sr данные по валовым пробам различных типов пород, собранных из естественных обнажений и старых горных выработок в пределах массива.

Плохие условия обнаженности не позволяют провести определение точного контура распространения гранитных разновидностей в пределах массива, поэтому в общую выборку попали породы, которые вероятно относятся к вмещающим: метагаббро и слюдяной гнейс. Как вмещающие породы, так и сами граниты имеют отчетливый гнейсовидный облик, свидетельствующий о том, что породы испытали частичную перекристаллизацию в условиях стресса. Исключение составляют образцы Ах-1/8 и Ах-1/9, взятые из жильного тела небольшой мощности с субширотной ориентировкой. Оно имеет характер брекчии, в которой редкие обломки лейкократового гранита «плавают» в более темном мелкозернистом матриксе. В последнем отсутствует гнейсовая текстура, из чего можно сделать заключение о наиболее поздней его кристаллизации.

Измерения изотопного состава Rb и Sr выполнены в лаборатории геохимии и изотопной геологии ИГ УНЦ РАН по стандартной методике двойного изотопного разбавления с измерением изотопных соотношений на масс-спектрометре МИ—1201В. Аналитическая точность измерения изотопного отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  контролировалась по эталонам ВНИИМ и ИСГ—1 и по параллельным измерениям и не выходила за пределы 0,03%, а отношения  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  — за пределы 0,5%.

<sup>1</sup> Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН), г. Москва.

Таблица 1

Rb–Sr изотопные данные по породам  
Ахмеровского массива

№ п/п	порода	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Ах-1/1	Гранит гнейсовидный	17,2394	0,97531
Ах-1/2	Гранит гнейсовидный мезократовый	5,5221	0,81160
Ах-1/3	метагаббро гранитизированное, гнейсовидное	0,686	0,76079
Ах-1/4	Гранит гнейсовидный, полосчатый	0,2642	0,74637
Ах-1/5	Биотитовый гнейс	6,066	0,82688
Ах-1/7	Биотитовый гранит лейкократовый	9,2330	0,87282
Ах-1/8	Биотитовый гранит лейкократовый	21,073	1,03424
Ах-1/9	Биотитовый гранит лейкократовый	1,054	0,75209

Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 1. На Rb–Sr диаграмме точки изотопного состава образуют линейную зависимость, отклонение их от осредняющей линии весьма большое (СКВО 67,6), что свидетельствует о нарушении изотопной системы и определяет эту зависимость как эрохрону. Другие параметры этой зависимости:  $T = 968 \pm 50$  млн. лет, первичное отношение изотопов стронция —  $0,74009 \pm 0,000359$ . Последнее также значительно превышает типично магматические значения, характерные для известково-щелочных серий (около 0,703–0,708), и скорее типично для S-гранитов, развивающихся на длительно существующем коровом субстрате. Однако химический состав (табл. 2–4), характер распределения микроэлементов, в особенности Nb и Y (рис. 2), а также редких земель, показывающий обогащение легкими лантаноидами, близкое с таковым в машакских кислых вулканитах (рис. 3), не дает оснований для отнесения ахмеровских гранитов к S-типу. Характер распределения РЗЭ также совпадает с данными по липаритам машакской свиты, приведенными в работе К.С. Иванова [1998]. Геохимические особенности гранитов соответствуют гранитам А-типа (рис. 4) и свидетельствуют о формировании их в обстановке внутриконтинентального рифтогенеза. Очевидно, рассчитанный выше возраст

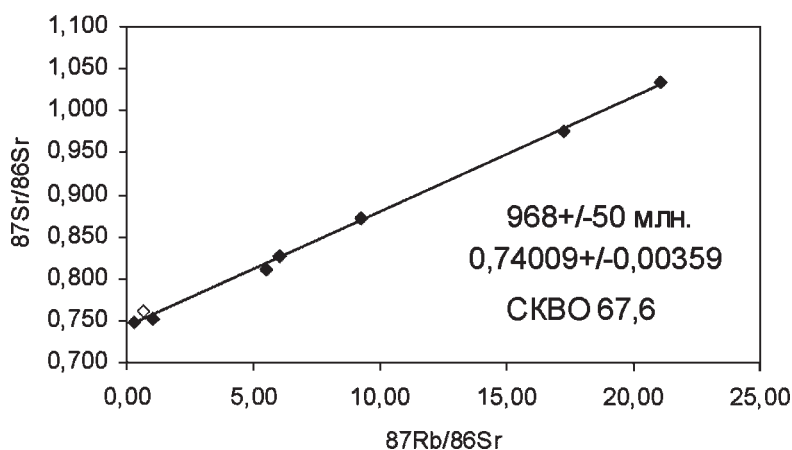


Рис. 1. Rb–Sr эрохрона по породам Ахмеровского массива. В расчете изохронного возраста не использованы данные по образцу Ах-1/3 (метагаббро, на графике — не залитая точка), существенно увеличивающие величину СКВО

Таблица 2

## Химический состав пород Ахмеровского массива по данным рентген-флуоресцентного метода

№ обр.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI
Ах-1/1	74,52	12,43	0,32	2,40	0,041	0,81	0,41	2,06	5,72	0,05	0,95
Ах-1/2	58,51	13,09	0,55	5,09	0,070	6,93	9,22	1,48	4,03	0,10	0,75
Ах-1/3	54,30	11,61	0,49	6,97	0,098	12,85	11,49	0,79	0,83	0,09	0,41
Ах-1/4	51,62	11,14	0,48	5,07	0,107	16,46	13,05	0,64	0,91	0,10	0,31
Ах-1/5	58,57	17,81	0,58	6,61	0,063	2,17	6,05	1,06	4,28	0,08	2,54
Ах-1/7	61,24	10,21	0,31	5,05	0,085	3,66	7,10	2,10	3,86	0,06	5,99
Ах-1/8	74,05	13,00	0,32	3,21	0,042	0,19	0,40	2,27	5,35	0,06	0,82
Ах-1/9	72,77	14,05	0,29	2,34	0,055	1,86	0,61	4,27	2,24	0,07	1,31

Таблица 3

## Содержание редкоземельных элементов (г/т) в гранитах Ахмеровского массива (по данным метода ICP–MS)

№ обр.	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Ах-1/1	50,6	111,5	15,6	62,4	12,5	1,7	10,7	1,7	9,7	2,0	5,6	0,9	6,2
Ах-1/5	6,8	54,8	2,5	10,7	3,0	0,7	3,2	0,6	3,5	0,7	2,1	0,3	2,0
Ах-1/8	58,7	134,9	17,3	67,3	13,1	1,9	11,4	1,8	10,4	2,1	5,6	0,8	5,6

Таблица 4

Содержание микроэлементов (г/т) в гранитах Ахмеровского массива (по данным метода ICP–MS)

№ обр.	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Rb	Sr	Y
Ax-1/1	4,3	25,7	19,0	31,9	2,6	86,8	61,4	40,2	17,8	133,6	58,8	49,1
Ax-1/5	3,1	27,5	93,8	81,4	16,3	42,4	40,7	97,8	21,8	191,4	102,5	20,5
Ax-1/8	3,9	28,8	18,3	27,7	2,4	27,3	51,9	55,4	20,4	133,7	53,7	49,2

№ обр.	Zr	Nb	Mo	Cd	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	Pb	Th	U
Ax-1/1	653,2	75,1	1,5	0,3	1,5	1406,0	1,0	13,9	4,0	20,9	12,8	1,6
Ax-1/5	133,8	14,8	0,8	0,1	4,6	544,6	0,3	3,3	1,0	21,3	10,1	0,9
Ax-1/8	590,7	75,3	0,7	0,3	1,1	1432,5	0,8	13,5	4,5	16,6	13,8	1,7

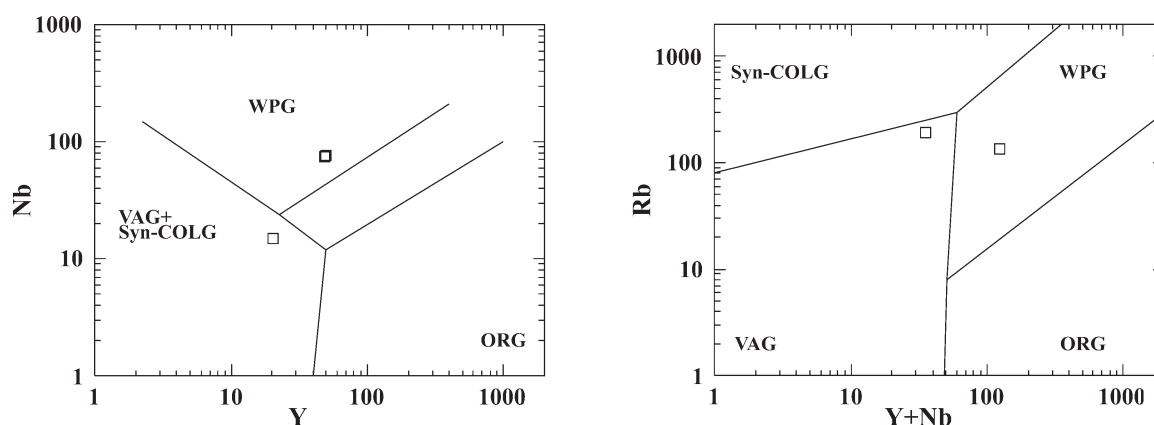


Рис. 2. Дискриминантные диаграммы для гранитоидов Ахмеровского массива (по [Pearce, 1984])

Поля: WPG — внутриплитные граниты; ORG — граниты океанических хребтов; VAG — граниты вулканических дуг; Syn-COLG — синколлизионные граниты

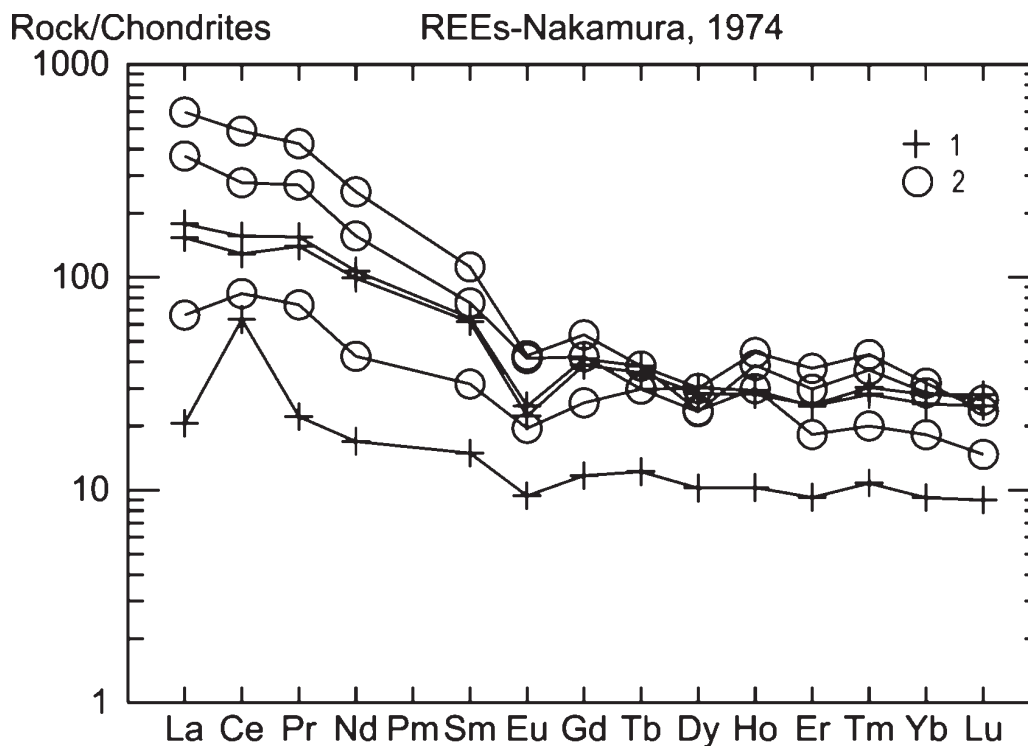


Рис. 3. Характер распределения редкоземельных элементов: 1 — в гранитах Ахмеровского массива; 2 — в кислых вулканитах машакского (по С.Г. Ковалеву [2004]) комплекса

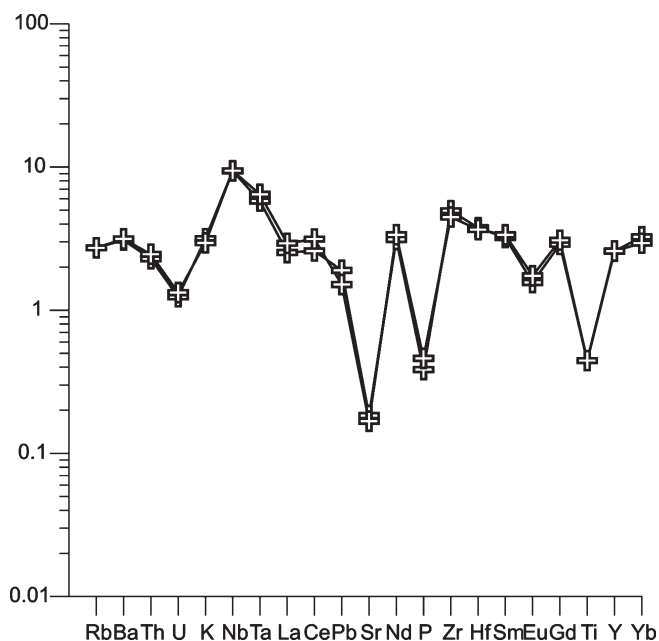


Рис. 4. Распределение микроэлементов в гранитах Ахмеровского массива, нормированных к среднему содержанию этих элементов в континентальной коре (по [Kemp, Hawkeithworth, 2003]), соответствующее А-типу гранитоидов

смысл последнего недостаточно ясен, возможно он является отражением широко проявленной на всех материках гренвилльской активизации.

#### Литература:

**Алексеев А.А.** Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 136 с.

**Гаррис М.А.** Этапы магматизма и метаморфизма в доюрской истории Урала и Приуралья. М.: Наука, 1977. 295 с.

**Иванов К.С.** Основные черты геологической истории и строения Урала: Дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Екатеринбург, 1998. 252 с.

**Ковалев С.Г.** Динамика формирования среднерифейской рифтогенной структуры (западный склон Южного Урала) // Докл. РАН. 2004. Т. 396, № 2. С. 219–222.

**Ямаев Ф.А., Ротарь А.Ф.** Интрузивные породы центральной части Башкирского мегантиклинория // Магматизм и эндогенная металлогения западного склона Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1973. С. 90–97.

**Kemp A.I.S., Hawkeithworth C.J.** Granitic Perspectives on the generation and Seculer evolution of the Continental Crust // Treatise on geochemistry. 2003. V. 3. P. 349–410.

**Willner A.P., Sindern S., Metzger R. et al.** Typology and single grain U/Pb ages of detrital zircons from Proterozoic sandstones in the SW Urals (Russia): early time marks at the eastern margin of Baltica // Prec. Res. 2003. 124. P. 1–20.

**Glasmacher U.A., Bauer W., Giese U. et al.** The metamorphic complex of Beloretzk, SW Urals, Russia — a terrane with a polyphase Meso- to Neoproterozoic tectonothermal evolution // Precambrian Res. 2001. 110. P. 185–213.

**Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G.** Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrology. 1984. V. 25. P. 956–983.

соответствует времени не образования гранитов, а их последующего метаморфизма. Промежуток времени между этими двумя событиями был достаточно длительным, что и привело к существенному возрастанию рассчитанного «первичного» отношения.

Учитывая известные Pb—Pb датировки цирконов из Ахмеровских гранитоидов, полученные методом TIMS [Glasmacher et al., 2001], которые, как отмечалось выше, образуют две группы возрастов — 1350 и 970 млн. лет, можно предположить, что первичное магматическое событие имело место 1350 млн. лет назад. По времени оно соответствует машакскому рифтогенезу и связанному с ним магматизму. Второе событие, выразившееся в нарушении Rb—Sr изотопной системы гранитов и росте второй, более молодой генерации цирконов имело место около 970 млн. лет назад. Геодинамический