

К ПЕТРОЛОГИИ СУБЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД, АССОЦИИРОВАННЫХ С ГРАНИТАМИ НИЖНЕУФАЛЕЙСКОГО МАССИВА

Г.Ю. Шардакова, Е.С. Шагалов

Исследования петрологии субщелочных и щелочных пород на Урале могут служить ключом для решения важных геологических задач. В пределах Центрального и Восточно-Уральского поднятий хорошо известны нефелиновые сиениты Бердяуша, якупирангиты Суроямского блока, нефелиновые сиениты Нязепетровского, Тахтинского и Ильменско-Вишневогорского комплексов [Кейльман, 1974; Щелочно-карбонатитовые..., 1997; Белковский и др., 2000]. Известково-щелочные и субщелочные сиениты и сопровождающие их фениты с возрастом 354-396 млн лет имеют фрагментарное развитие в западной периферии Уфалейского метаморфического блока [Белковский и др., 1987; Белковский и др., 2000].

А.И. Белковским все щелочные и субщелочные породы подразделены на 2 группы – докембрийско-нижнепалеозойскую (700-450 млн лет) и палеозойскую (440-250 млн лет). На примере уменьшения значений абсолютного возраста сиенитов и миаскитов им показано, что «степень тектонической переработки магматических и метаморфических пород на Среднем и

Южном Урале увеличивается в направлении с запада на восток».

Однако место сиенитоидных пород в истории геологического развития Урала неоднозначно: например, миаскиты А.И.Белковским считаются бластомилонитами [Белковский и др., 1987; Белковский и др., 2000], и остается совершенно неясным, на каком этапе они приобрели свои гнейсовидные (полосчатые) текстуры. Сиениты Западно-Уфалейской зоны совершенно не охарактеризованы геохимически, условия их формирования и генезис четко не установлены.

Поэтому хочется отметить, что любая находка субщелочных и щелочных пород на Урале может внести определенный вклад в понимание общей картины магматизма.

Несколько тел сиенитоподобных пород были обнаружены нами среди гранитоидов Нижнеуфалейского массива [Шардакова, Шагалов, 2003]. Они образуют маломощные (до 10 м) пластообразные ксенолиты в гранитах главного тела. Имеют неравнозернистую средне-крупнозернистую структуру, характеризующуюся иди-

Химический состав субщелочных пород и минералов из них

№ Комп.	1*	2	3	4		5		6	7	8
				ц	кр	ц	кр			
SiO ₂ , вес. %	58.91	65.88	65.38	50.59	49.51	42.32	43.09	39.18	31.57	37.08
TiO ₂	0.39	0.26	0.13	0.14	0.14	0.83	0.78	0.065	34.41	0.04
Al ₂ O ₃	15.32	16.68	15.31	1.35	1.35	11.24	11.15	14.00	1.61	21.52
FeO	4.06	2.17	2.46	14.14	14.87	21.49	21.39	19.95	2.35	15.72
MnO	0.17	0.10	0.09	1.62	1.66	1.22	1.19	0.41	0.27	0.39
MgO	1.21	0.62	0.61	9.76	8.75	7.37	7.05	9.34	0.04	0.05
CaO	3.05	2.40	2.94	20	20.26	10.05	9.95	0.11	26.52	22.33
Na ₂ O		2.41		1.83	1.95	1.93	1.86	0.27	0	0
K ₂ O	4.88	4.11	0.62	0.01	0.01	1.39	1.49	9.53	0	0.02
P ₂ O ₅	0.26	0.11	0.06	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
п.п.п.		0.26		He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Rb, г/т	26	40	5	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Sr	1764	1200	320	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Fe/Fe+Mg				0.45	0.49	0.62	0.64	0.54		0.33**

Примечание. *1 – сиенит; 2 – граносиенит; 3 – граносиенит-пегматит; 4 – пироксен; 5 – роговая обманка; 6 – биотит (антит); 7 – сфен; 8 – эпидот (клиноцоизит). Ц – центр зерна, кр – край. Все железо приведено в двухвалентной форме. “-” не определено. Анализы выполнены в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН (аналитик Е.С.Шагалов) и в МГУ (аналитик Н.Н.Кононкова). **Для эпидота в графе Fe/Fe+Mg приведено содержание пистацитового компонента Fe/Fe+Al.

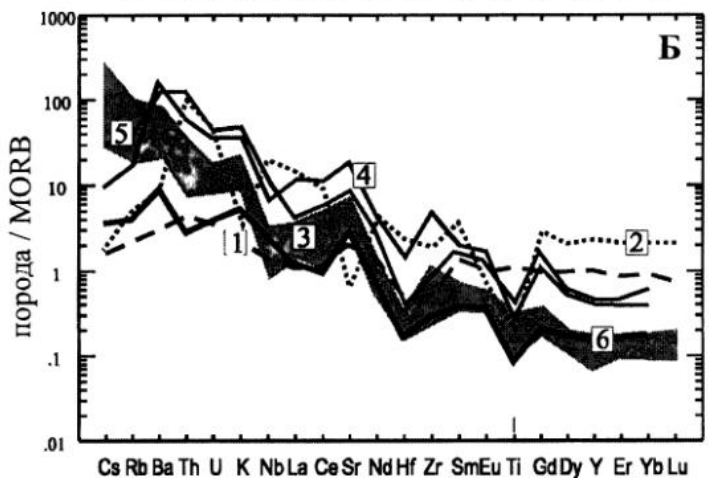
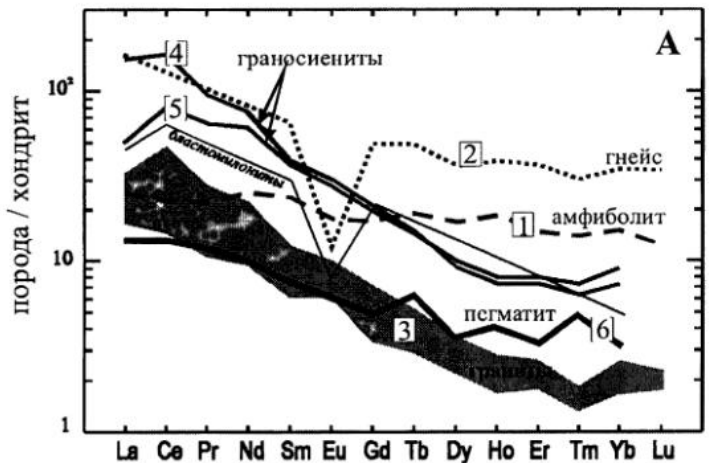
оморфизмом фемических минералов с аллотриоморфным обликом кварц-полевошпатового агрегата; слабо гнейсоидную текстуру. Состоят из плагиоклаза (36-42 %), калишпата, (25-38 %), амфибола (4-10 %), биотита (2-7 %), кварца (7-10 %), клинопироксена (5-15%); акцессорная ассоциация: сфен, эпидот, ортит, апатит, магнетит, циркон. Плагиоклаз кислый, частично замещенный альбитом (An₂₋₅). Зерна явно первичные, имеют четкую прямую зональность и довольно кислый состав (An₉₋₁₆); калишпат – решетчатый микроклин с низким содержанием Na₂O. Химический состав цветных минералов приведен в таблице. Он отличается от состава одноименных минералов из сиенитов Западно-Уфалейской зоны: амфиболы из описываемых граносиенитов отличаются более высокими содержаниями MgO, CaO, Na₂O и пониженными FeO, TiO₂, K₂O; биотиты обладают резко повышенными TiO₂, Al₂O₃, MgO, MnO, пониженными FeO и Na₂O. Найденные нами сиенитоиды относятся к субщелочному типу, по химическому составу отвечают

граносиенитам [Петрография..., 2001], по содержаниям Rb и Sr (см. табл.) относятся к производным латитовых магм. Именно общий химический и минеральный состав позволяет сравнивать их с сиенитами, описанными А.И. Белковским [Белковский и др., 2000]. Так же как и последние, от щелочных сиенитов Ильменско-Вишневогорского комплекса они отличаются отсутствием нефелина, небольшим количеством клинопироксена, относительно низкими концентрациями Na₂O+K₂O. Граносиениты секутся «собственными» пегматитами, не выходящими в граниты.

Общее давление, оцененное по содержанию Al в роговой обманке [9], составляет 7,5-9 кбар, по амфибол-плагиоклазовому геобарометру [Ферштатер, 1990] – 8-9,2 кбар; температура, подсчитанная по геотермометру Оттена по Al в амфиболах [Otten, 1984], – в среднем 640°C. Такие величины близки к расчетным Р-Т-параметрам для гранитов Нижнеуфалейского массива, среди которых расположены тела граносиенитов.

Нормированные по хондриту (А) и MORB (Б) [Sun, 1982] содержания редких элементов в гранитоидах Нижнеуфалейского массива и ассоциированных с ними породах.

Поле 3 – граниты Нижнеуфалейского массива; 6 – граносиенит-пегматит, секущий граносиениты; тонкая линия – тренд бластомилонитов Западно-Уфалейской зоны [1]. Остальные обозначения – на рисунке.



Распределение РЗЭ в граносиенитах отличается как от гранитов Нижнеуфалейского массива, так и от вмещающих их пород (рисунок). Для граносиенитов характерны более высокие общие содержания РЗЭ (160-280 г/т против 35-90 г/т для гранитов), а также Sr (1100-2500 г/т), Ba, Th, U, Ta, Nb, Y, РЗЭ (160-280 г/т против 35-90 г/т для гранитов и 70-80 г/т для амфиболитов) при некотором обеднении Pb, Li, Cs. Сходство трендов с гранитными выражается в близкой величине La/Yb-отношения (15-30), слабой положительной аномалии Eu и существенной – Ce, связанной, очевидно, с наличием в породах значительного количества ортита. Граносиенит-пегматит характеризуется пониженной относительно граносиенитов суммой РЗЭ (30 г/т) при повышенной роли тяжелых лантаноидов (La/Yb=8,5). Следует отметить, что концентрации рассеянных элементов в описываемых сиенитоидах достаточно высоки для пород уфалейского блока, например, превышают уровень концентраций в наиболее богатых РЗЭ бластомилонитах западно-уфалейской зоны [Белковский и др., 1987] в среднем в 2 раза (см. рис.). В целом распределение редких элементов как в граносиенитах, так и во вмещающих их гранитах близки к породам надсубдукционных серий [Орогенный..., 1994].

Исследовав сиенитоидные породы из ксенолитов внутри гранитов Нижнеуфалейского массива, можно предварительно сделать следующие выводы:

1. Исследовав петрографию и химию минералов, можно утверждать, что в граносиенитах сохранились первично-магматические структуры и исходный состав большин-

ства минералов, в отличие от сиенитов западного обрамления Уфалейского массива, которые превращены в бластомилониты и почти полностью перекристаллизованы. Так что для описываемых граносиенитов можно попытаться определить возраст собственно пород, а не метаморфизма.

2. По геохимическим особенностям граносиениты отличаются как от гранитов, так и от пород вмещающей толщи. Это, вероятно, свидетельствует об иной доле мантийной и коровой составляющих при генерации сиенитоподобных пород. Поскольку содержания рассеянных элементов в граносиенитах резко повышенные, можно предположить большую долю сиалического материала.

3. Расчетное давление для сиенитов и граносиенитов из ксенолитов в гранитоидах составляет не менее 8 кбар, что близко к величинам, полученным для гранитов Нижнеуфалейского массива [Шардакова, Шагалов, 2003] и существенно выше значений, приводимых для пород рамы (≤ 6 кбар [Кейльман, 1974]). По-видимому, гранитоиды и сиенитоиды были выведены на поверхность совместно,

очевидно, вдоль разломной зоны со значительной глубиной.

Оценка возраста, состава субстрата и выяснение механизма генерации – предмет наших дальнейших исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 01-05-65184, МАС 03-05-06033 и НШ-85.2003.5).

Список литературы

Белковский А.И., Холоднов В.В., Локтина И.Н. О геохимической специализации основных ультрамафитов и эклогитов Уфалейского метаморфического блока // Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 85-95.

Белковский А.И. и др. Состав, возраст домиаскитовых сиенитов и проблема возраста сиенит-миаскитовой формации Урала // Уральский минералогический сборник УрО РАН, 2000. № 10. С. 132-141.

Кейльман Г.А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра, 1974. 199 с.

Орогенный гранитоидный магматизм Урала. Миасс: УрО РАН, 1994. 247 с.

Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород // Под ред. В.С. Попова, О.А. Богатикова. М: Логос, 2001. 764 с.

Ферштатер Г.Б. Эмпирический плагиоклаз-роговообманковый барометр // Геохимия. 1990. № 3. С. 328-335.

Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С. Условия формирования гранитоидов Нижнеуфалейского массива (Ю.Урал): предварительные данные // Минералогия Урала. Т.1. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003.

Щелочно-карбонатитовые комплексы Урала. Екатеринбург: ОАО УГЭС, 1997. 270 с.

Hollister L.S. et al. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons // Amer. Miner. 1987. V. 1. № 72. P. 231-239.

Otten M.T. The origin of brown hornblende in the Artfjallet gabbro and dolerites // Contrib. Mineral. Petrol. 1984. V. 86. № 2. P. 189-199.

Sun S.S. Chemical composition and origin of the Earth's primitive mantle // Geochim. Cosmochim. Acta. 1982. V. 46. P. 179-192.