

ПЕТРОЛОГИЯ ПОРОД ЮРМИНСКОГО КОМПЛЕКСА (ТАГАНАЙСКО-ИРЕМЕЛЬСКИЙ АНТИКЛИНОРИЙ)

Г.Ю. Шардакова, Е.С. Шагалов, М.С. Серeda

В северной части Уралтау, в зоне, заключенной между Уфалейским блоком и восточной частью Башкирского мегантиклинория, в пределах Таганайско-Иремельского антиклинория, на относительно небольшой площади, имеется несколько гранитоидных тел, которые изучены очень слабо. Массивы располагаются на территории Национального парка «Таганай», р-н г. Златоуст. Один из авторов, М.С. Серeda, является начальником научного отдела парка.

Исследуемый нами объект приурочен к юго-восточным отрогам горы Юрма. На геологических картах (1:1 000 000, 1971; 1:500 000, 1:200 000, 1962) он был отрисован как овальное тело длиной около 1 км среди пород таганайской свиты (средний-верхний рифей) и обозначен уникальным для Урала кембрийским возрастом. В последующей редакции (1:500000, 1979) этот объект «исчез» с карты, что, по-видимому, отражало концепцию авторов о строении этой части западного склона Урала. Современных данных по возрасту пород нет. В фондовых материалах имеется информация (без привязки к месту отбора проб) о том, что гнейсово-амфиболитовый формационный ряд, распространённый на территории НП «Таганай» (без указания мест привязки проб), имеет К-Аг возраст по слюдам – 1360-1400 млн лет.

Геологические маршруты показали, что единого массива здесь не существует. Имеются крупные тела, сложенные гранито-гнейсами, с которыми тесно связаны пластовые тела амфиболитов, приуроченные к верхним частям разреза. Наряду с явными гранито-гнейсами, встречаются также жилы гранитоидов, которые по облику больше напоминают интрузивные, а не метаморфические породы и могут оказаться инъекциями более молодого по возрасту расплава. Мы пока условно называем зафиксированную ассоциацию основных и кислых пород «юрминский комплекс», по аналогии с уфалейским, тараташским и т.п. В работах А.М. Пыстина [Пыстин, 1978; Пыстина, Пыстин, 2002] иногда встречается термин «юрминский подкомплекс», входящий в состав известного александровского метаморфического комплекса; однако исследуемые нами породы отобраны значительно вос-

точнее и, скорее всего, не могут быть включены в состав этого образования.

С.Н. Ждановой [Жданова, 1987] делалась попытка объединить юрминские гранито-гнейсы с породами кувашской свиты и шумгинского комплекса. Позднее она предполагала, что гранито-гнейсы на территории НП «Таганай» являются продуктами щелочного метасоматоза пород таганайской свиты. «По особенностям форм залегания породы гнейсового комплекса не отличаются от пластов осадочных пород. Нет заливов, говорящих о внедрении гранитоидов в сланцы и кварциты. Между гранито-гнейсами и сланцами существуют постепенные переходы в виде фельдшпатизированных слюдисто-кварцевых сланцев» [Жданова, 1993]. Вероятно, такого же мнения придерживались и авторы карты (см. выше), на которой породы юрминского комплекса как самостоятельного образования исчезли из рисовки. Не имея пока достаточных данных «за» или «против» этой концепции, заметим, что: а) не наблюдается переслаивания гранито-гнейсов с кварцитами и сланцами, а лишь согласное залегание первых на вторых, б) имеется четкая пространственная связь гранито-гнейсов с амфиболитами, в) прослежены зоны проплавления амфиболитов и мигматоидные инъекции лейкократового расплава в оба типа пород, г) имеются жилы совершенно массивных гранитов, секущие амфиболиты. С этой точки зрения сопряженные с гнейсами амфиболиты предварительно можно рассматривать либо как реститовую тугоплавкую фазу, либо как часть вещества субстрата, из которых выплавилась гнейсы. Исходя из изложенного выше, вероятно, можно определенную роль в формировании пород комплекса отводить магматогенным процессам.

С.В. Ждановой были выделены две разновидности плагиоклазовых амфиболитов: одни – более древние по возрасту, с отчетливой гнейсовидностью и линейностью, другие – метадиабазы.

По наблюдениям в шлифах, мы условно выделяем два петрографических типа амфиболитов: плагиоклазовые и гранатовые. Первые – массивные или слабогнейсоватые породы гранобла-

стовой структуры. Характерным признаком их служит густо-зеленая окраска роговой обманки и отсутствие граната. Минеральный состав, об. %: амфибол (50-70), плагиоклаз (20-40), кварц (2-5); рудный+эпидот+апатит+сфен (около 5).

Гранатовые амфиболиты – это породы, имеющие порфиробластовую и пойкилопорфиробластовую структуру, с гранолепидобластовым или панидиоморфнозернистым базисом. В нем роговая обманка более светлая, плеохроирует в серовато-зеленоватых тонах; характерен гранат. Минеральный состав, об. %: амфибол (60-70), плагиоклаз № 70-80 (25-30), гранат (0,5-3), кварц (5-15), биотит (0,5-1); эпидот+карбонат+рудный±сфен (3-7). Гранат в шлифах почти бесцветный, изотропный и полуизотропный, образует неправильные, корродированные, трещиноватые до отдельных фрагментов, зерна диаметром 1-8 мм, насыщенные включениями кварца, реже – эпидота.

Разный уровень метаморфизма или разный субстрат у этих двух типов пород – еще предстоит выяснять.

В отдельных обнажениях встречается разновидность пород, имеющая облик и состав, промежуточный между гранито-гнейсами и амфиболитами. Это среднелкозернистая порода, порфиробластовой (гранат) структуры с нематогранолепидобластовым базисом. Характерной особенностью породы является сонахождение биотита и амфибола, большое количество граната, эпидота, рудной фазы. Минеральный состав, об. %: амфибол (30), биотит (10), плагиоклаз № 30-45 (15), калишпат (0-2), кварц (15), эпидот (15), гранат (10), рудный (1), апатит + сфен + ортит (2).

Среди кислых пород юрминского комплекса также условно можно выделить две разновидности. Первая – типичные метаморфические породы (гранито-гнейсы), среднелкозернистые, разгнейсованные, с типичной гранолепидобластовой (при наличии граната – порфиробластовой) структурой. Они катаклазированы, наблюдается перекристаллизация как по границам зерен, так и в объеме пород. Минеральный состав, об. %: кварц (15-25), плагиоклаз № 18-30 (45-60), микроклин (10-15), биотит (5-10), мусковит (2-10), эпидот (3-5); рудный±гранат + апатит + ортит + карбонат + сфен (3-10). Характерными чертами таких гнейсов являются мирмекит, развитие мусковита по биотиту, эпидот «вторичного» облика; обогащенность сфеном и ортитом. Сфен не имеет кристаллических гра-

ней, «овсяный» (овальные зерна), неокрашенный, прозрачный, в скрещенных николях имеет перламутровую окраску. Ортит распространен как в ядрах зерен эпидота, так и в виде собственных; часты скопления его зерен, окраска в параллельных николях – от светло-буровой до рыжей и темно-бурой.

Другая разновидность – породы более «интрузивного» облика, почти массивные, очень слабо катаклазированные. Они характеризуются идиоморфизмом плагиоклаза, недеформированным биотитом (гипидиоморфнозернистый облик); мирмекит также присутствует. В таких породах мало мусковита (и срастания его с биотитом скорее равновесные, чем реакционные), характерен циркон; эпидот имеет кристаллические грани, ассоциирует с биотитом, большей частью содержит в ядре ортит – то есть может быть раннемагматическим; граната нет. Минеральный состав, об. %: кварц (10-12), плагиоклаз № 20-35 (50-60), калишпат (10-15), биотит (5-10), мусковит (1-3); эпидот + ортит + сфен + рудный + циркон (3-5).

Помимо гнейсов и амфиболитов, образующих в пространстве единое тело среди пород таганайской свиты, нами в 2005 г. прослежен разрез вдоль северо-западной границы Уралтау, в котором близкие к юрминским по облику гранитоиды и амфиболиты образуют широкую полосу и перемежаются друг с другом. Ближайшая задача – сопоставление этих образований между собой и с лежащими в непосредственной близости породами александровского и шумгинского комплексов.

В таблице 1 приведены химические анализы гранатов и роговых обманок из плагиоклаз-гранатовых амфиболитов юрминского комплекса. Гранаты гроссуляр-альмандиновые, по соотношению CaO-MnO соответствуют высокобарическим гранатам из M/I-типов магм, близки к гранатам из эпидотсодержащих магматов Венгрии, Словакии; к этой же группе относятся и гранаты из гранатовых амфиболитов Уфалейского блока [Шагалов, Шардакова, 2004]. Роговые обманки имеют $f = 0,63-0,68$, $al' = 0,28-0,39$, $mg' = 0,51-0,56$, соответствуют ферроздениту и эдениту. Интересно, что крайняя часть одного из зерен отличается резко повышенной глиноземистостью. Без проведения более массовых замеров этот факт мы пока не комментируем.

P-T параметры по различным геотермобарометрам [Hollister et al, 1987; Otten, 1984;

Таблица 1

Химический состав гранатов (1-3) и роговых обманок (4-6) (мас. %) из плагиоклаз-гранатового амфиболита юрминского комплекса

Комп.	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	36,03	36,05	38,46	45,58	45,19	42,42
TiO ₂	0,06	0,06	0,08	0,96	0,91	0,47
Al ₂ O ₃	21,43	21,45	20,70	10,19	10,19	15,39
FeO	25,98	26,14	26,70	16,27	15,90	15,94
MnO	2,08	2,08	2,21	0,27	0,26	0,26
MgO	3,68	3,74	3,87	11,51	11,64	9,31
CaO	10,26	9,92	9,73	11,80	11,39	11,45
Na ₂ O	0,03	0,03	0,03	1,14	1,19	1,06
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,11
Сумма	99,54	99,47	101,78	97,86	96,80	96,40

Таблица 2

Содержания петрогенных (мас. %) и редких (г/т) элементов в гранито-гнейсах (1-2) и амфиболитах (3-4) юрминского комплекса

№	1	2	3	4	№	1	2	3	4
Эл-т	Юр-6	Юр-14	Юр-7	Юр-13	Эл-т	Юр-6	Юр-14	Юр-7	Юр-13
SiO ₂	72,36	69,77	50,10	50,65	Cd	0,17	0,32	0,20	0,27
TiO ₂	0,41	0,71	1,65	2,00	In	0,16	0,41	0,36	0,30
Al ₂ O ₃	12,28	12,27	10,69	10,62	Cs	0,97	0,91	0,05	0,15
Fe ₂ O ₃	1,98	3,12	6,43	7,20	Ba	993,30	1041,63	106,80	56,16
FeO	2,10	3,10	10,80	11,50	La	15,43	47,67	11,13	13,59
MnO	0,07	0,11	0,22	0,19	Ce	71,82	66,00	26,66	26,19
MgO	0,65	0,80	5,57	5,51	Pr	5,52	12,90	3,93	4,21
CaO	1,67	1,92	10,20	9,66	Nd	18,42	40,89	14,97	16,32
Na ₂ O	2,60	3,00	2,60	1,80	Sm	5,17	9,15	4,45	4,63
K ₂ O	4,70	4,32	0,60	0,79	Eu	1,01	1,76	1,40	1,38
P ₂ O ₅	0,06	0,13	0,20	0,22	Gd	5,02	8,49	4,62	5,09
П.П.П.	0,60	0,90	1,60	1,10	Tb	1,07	1,57	0,90	0,94
Сумма	99,48	100,15	100,66	101,24	Dy	6,58	8,83	5,24	5,40
Li	15,27	13,31	14,26	7,00	Ho	1,59	2,12	1,22	1,27
Be	2,74	2,67	0,51	1,09	Er	5,09	6,63	3,71	3,86
Sc	4,22	4,87	40,38	39,77	Tm	0,78	0,95	0,51	0,53
V	7,52	12,34	332,23	369,07	Yb	5,00	6,11	3,21	3,33
Cr	8,45	6,64	76,69	52,78	Lu	1,79	2,21	1,17	1,22
Co	1,83	3,31	39,99	39,94	Hf	4,78	6,64	1,18	0,94
Ga	55,87	55,64	25,26	26,38	Ta	13,24	16,41	3,04	3,47
Ge	1,34	1,46	1,81	2,05	W	0,63	0,61	0,91	0,90
As	0,05	1,20	1,84	1,20	Re	0,01	0,01	0,01	0,00
Se	0,58	2,85	0,49	0,08	Tl	0,59	0,57	0,11	0,12
Rb	63,33	54,08	9,57	10,39	Pb	11,52	9,40	4,68	6,34
Sr	48,88	69,75	178,46	134,80	Bi	0,07	0,07	0,09	0,32
Y	48,33	64,73	33,93	34,68	Th	10,68	9,32	1,76	1,67
Zr	280,02	404,52	26,56	19,90	U	776,88	5,45	0,28	0,06
Nb	130,05	143,38	19,35	23,40	La/Yb	3,09	7,81	3,47	4,08
Mo	0,99	1,54	0,71	0,23	REE	144,28	215,26	83,11	87,95
Ag	0,66	0,93	0,50	0,61	Eu/Eu*	0,61	0,61	0,95	0,88

Анализы выполнены методом ICP-MS в аналитической лаборатории Уральского Электрохимического комбината (г. Новоуральск).

Perchuk, 1990] для описываемого типа амфиболитов составляют $P = 4,5-5,5$ кбар, $T = 570-620^\circ\text{C}$. Если не учитывать замер с высоким Al_2O_3 , расчетные давления и температуры соответствуют эпидот-амфиболитовой [Philpotts, 1990] фации или фации гранат-эпидотовых амфиболитов [Маракушев, 1988]. Для гранито-гнейсов давление, рассчитанное из нормативного состава пород, составляет около 5 кбар.

В таблице 2 приведены химические составы гнейсов и амфиболитов юрминского комплекса. Кислые породы по составу отвечают средне-, высококалиевым гранитам, по содержаниям Rb и Sr соответствуют производным толеитовой магмы; на диаграммах [Pearce, 1984] для гранитоидов они попадают в поле WPG (внутриплитные).

На рис. 1 показано распределение редких элементов в гнейсах и амфиболитах юрминского комплекса. Нормированные по хондриту тренды относительно пологие, характеризуются небольшой отрицательной аномалией Eu, слабо отличаются друг от друга, формируя единое «поле». Отметим, что такие сближенные тренды для основных и более кислых пород, по-видимому, свидетельствуют о генетической связи.

Отсутствие в юрминских гранито-гнейсах отрицательной аномалии Nb, при наличии дефицита Sr и Ti и положительной аномалии Zr (нормы по COX), подчеркивает их сходство с гранитоидами, сформированными в обстановке континентального рифтогенеза.

Наиболее близки к описываемому объекту по геотектонической позиции и набору пород докембрийские гранито-гнейсовые комплексы центральной части Уфалейского блока (УБ) и Кувашско-Машакской структуры (КМС), являющейся эталоном среднерифейских континентально-рифтогенных образований западного склона Урала [Шардакова и др., 2004].

Поля гранитоидов и базитов из двух этих структур – УБ и КМС – приведены для сопоставления с юрминским комплексом на рис. 1. Вид-

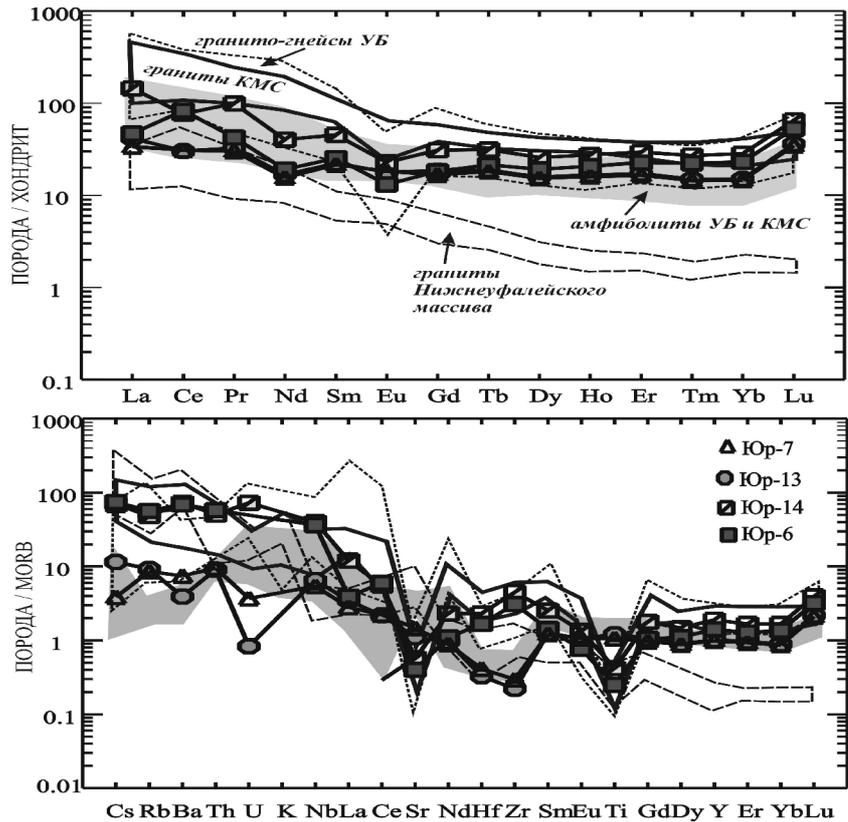


Рис. 1. Нормированные содержания элементов-примесей в породах юрминского комплекса, Уфалейского блока и Кувашско-Машакской структуры (поля). Юр-6, 14 – гранито-гнейсы, Юр-7, 13 – амфиболиты.

но, что по типу тренда и уровню концентраций РЗЭ породы, сходные по основности, достаточно близки. Такой вид трендов, по мнению А.И. Русина [Русин, 2004], в совокупности с уровнем концентраций Rb и Sr, «указывает на вероятную связь с процессами континентального внутриплитного магматизма». Для сравнения также показано поле молодых гранитоидов Нижнеуфалейского массива, секущих гранито-гнейсы УБ, имеющих Rb-Sr возраст 317 млн лет и низкое первичное отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,70428$, обусловленное существенной долей в субстрате океанического (островодужного) материала [Шардакова и др., 2005].

Юрминские гранито-гнейсы по петрогеохимическим признакам предварительно могут быть отнесены к докембрийскому этапу гранитообразования западного склона Урала, и, предположительно, сформировались в обстановке континентального рифтогенеза. В дальнейшем нами планируется провести изотопное датирование пород и определить возможный состав субстрата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 05-05-64079, № 04-0596052-p2004 Урала).

Список литературы

Жданова С.Н. Петрография и метаморфизм пород Шумгинско-Кувашской зоны. Автореф. канд. дисс. Миасс: ИМин УрО РАН, 1987. 24 с.

Жданова С.Н. и др. Таганайский национальный парк – особо охраняемый объект Южного Урала. Отчет НПП «Рифей-экология». МО Челябинской областной ассоциации «Кыштым-57». Миасс, 1993. 67 с.

Маракушев А.А. Петрология. М.: Изд-во МГУ, 1988. 230 с.

Пыстин А.М. Александровский гнейсово-амфиболитовый комплекс // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления тараташского комплекса. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 3-32.

Пыстина Ю.И., Пыстин А.М. Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. С. 34-35.

Русин А.И. Метаморфические комплексы Урала и проблема эволюции метаморфизма в полном цикле развития литосферы подвижных поясов. Автореф. докт. дисс. Екатеринбург, 2004. 26 с.

Шагалов Е.С., Шардакова Г.Ю. Новые данные о составе минералов из пород обрамления Нижнеуфалейского гранитоидного массива // Вестник Уральского отделения ВМО. 2004. № 3. С. 104-110.

Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С., Холоднов В.В. и др. Петрогеохимическое сопоставление грани-

тоидов Уфалейской зоны и Кувашско-Машакской рифтогенной структуры // Геология и металлогения ультрамафит-мафитовых и гранитоидных ассоциаций складчатых областей. X чтения памяти А.Н. Заварицкого. Екатеринбург, 2004. С. 414-419.

Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С., Ронкин Ю.Л., Лепихина Ю.Л., Попова О.Ю. Геохимические и возрастные особенности гранитоидных массивов Уфалейской зоны // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 308-310.

Philpotts A.R. Principles of igneous and metamorphic petrology. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990.

Hollister L.S., Grissom G.C., Peters E.K., Stowell H.H., Sisson V.B. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calcalkaline plutons // Amer. Miner. 1987. V. 72. P. 231-239.

Otten M.T. The origin of brown hornblende in the Artfjallet gabbro and dolerites // Contrib. Mineral. Petrol. 1984. V. 86. N 2. P. 189-199.

Pearce J.A., Harris N.B., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // Journ. Petrol. 1984. V. 25. N 4. P. 956-983.

Perchuk L.L. Derivation of thermodynamically consistent system of geothermometers and geobarometers for metamorphic and magmatic rocks // Progress in metamorphic and magmatic petrology / Ed. L.L. Perchuk. Cambridge University Press. 1990. P. 93-112.