

УДК 552.18+552.48+549.02

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ МИНЕРАЛОВ ИЗ ПОРОД ОБРАМЛЕНИЯ НИЖНЕУФАЛЕЙСКОГО ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА

Е.С. Шагалов, Г.Ю. Шардакова

Институт геологии и геохимии УрО РАН

Нижнеуфалейский гранитоидный массив* является одним из наименее изученных объектов Южного Урала. После работ Г.А. Кейльмана [5], осуществляемых в 1960-70 гг. им практически никто не занимался, хотя вопрос о генезисе пород до сих пор остается открытым. Массив залегает среди пород Уфалейского метаморфического комплекса, который, по К.С. Иванову [4], имеет двучленное строение. Западная часть, вероятно, представляет собой край фундамента Русской платформы, (Западно-Уфалейская зона), восточная – это глубинный срез края интенсивно меланжированной субдукционной зоны, характеризуется метаморфизмом повышенных давлений (Восточно-Уфалейская зона). Считается, что гранитоиды являются выплавками из пород фундамента Русской платформы, переработанных коллизией.

Породы обрамления изучены в большей степени, чем гранитоиды [1-4], но надежных возрастных и изотопных данных по метаморфитам недостаточно. Наиболее представительные датировки располагаются в интервале 300-320 млн. лет [1], существуют более древние цифры 900-1100 млн. лет [6]. Ввиду того, что уфалейский комплекс имеет сложное, блочное строение, каждая новая информация о составе и условиях образования пород является важной.

Нами в течение 3 полевых сезонов отбирались пробы по гранитоидам и породам обрамления. Часть данных уже опубликована, остальные находятся в стадии обработки.

Результаты показывают [8-10], что гранитоиды являются довольно высокобарическими образованиями. Сейчас мы приводим предварительные расчеты P-T параметров некоторых типов метаморфических пород.

* Авторы принимают высказанные им замечания о том, что термин «массив» подразумевает единое в плане тело. Позволяем себе пользоваться условным названием «Нижнеуфалейский гранитоидный массив», потому что, хотя в плане он представляет собой группу сближенных в пространстве тел разного размера [10], но, по геофизическим данным, на глубине они соединяются и были генерированы, вероятно, из единого очага [4].

Вмещающими являются гнейсы и амфиболиты уфалейской свиты, подразделенной геологами-съемщиками на слюдяногорскую и егустинскую подсвиты [5]. Егустинская сложена амфиболитами (есть гранатовые разности), гнейсами – от амфиболовых до гранат-эпидот-биотитовых разностей), а также гранито-гнейсами.

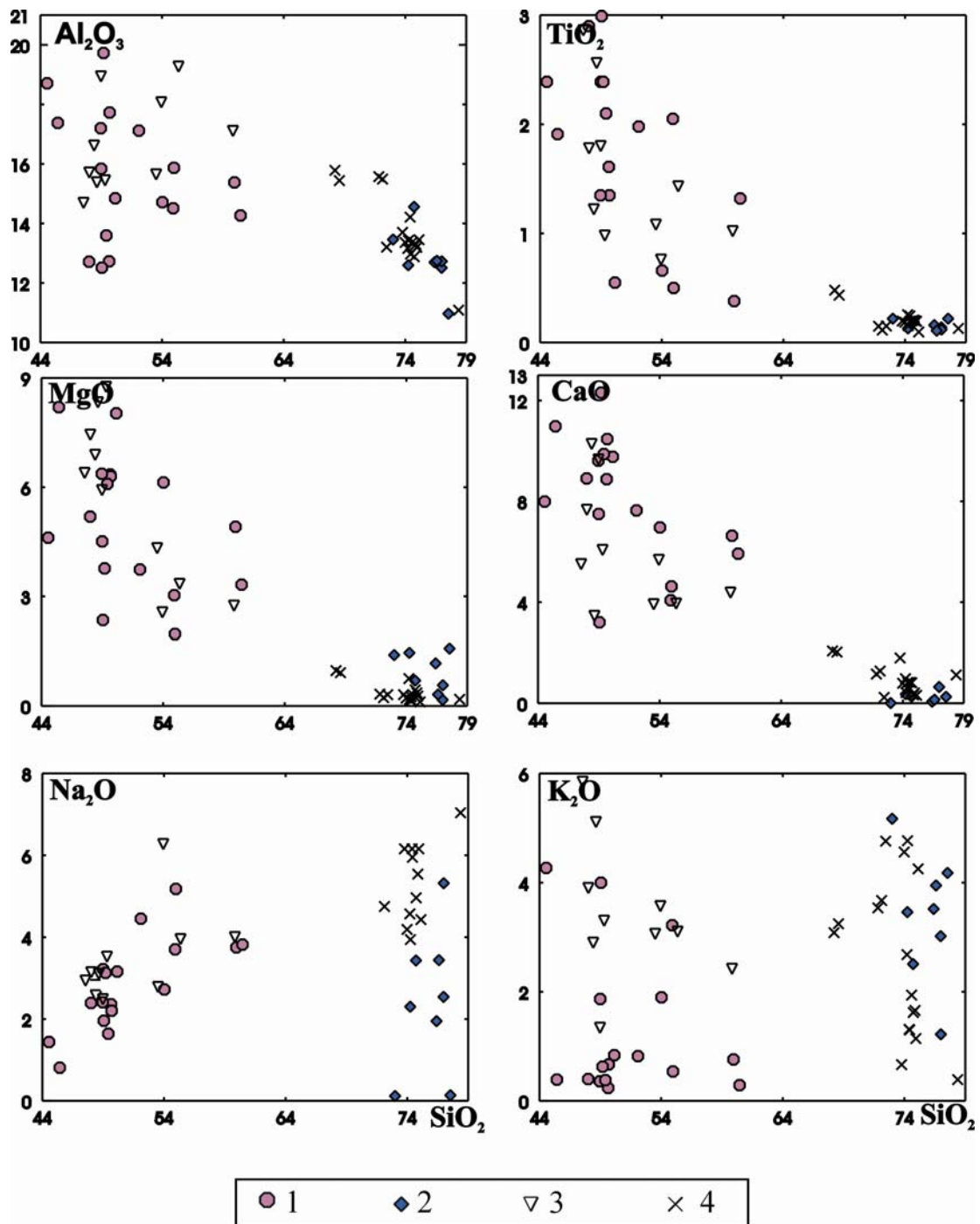


Рис. 1. Диаграммы Харкера для гнейсов и амфиболитов. 1, 2 – егустинская подсвита (уфалейская свита): 1 – амфиболиты и амфиболовые гнейсы, 2 – гранито-гнейсы. 3 – указарская свита, биотит-амфиболовые и мусковит-альбитовые сланцы. Анализы взяты из фондов ФГУПП «Челябинскгеосъемка» (Г.А. Кейльман и др.). 4 – гранито-гнейсы уфалейской свиты, новые пробы [8].

Слюдяногорская подсвета близка по составу, отличается присутствием среди амфиболитов и гнейсов прослоев слюдисто-кварцевых сланцев и кварцитов. Породы были метаморфизованы при давлениях не выше 6 кбар [4]. Реже гранитоиды контактируют с породами указарской свиты, сложенной сланцами среднего-кислого состава. Химический состав пород приведен на рис. 1.

Наши наблюдения показали, что объединенные в уфалейскую свиту гнейсы и амфиболиты имеют различный облик и минеральный состав. Кратко опишем только те, по которым пока получены данные. Имеются гнейсы анхигранитного облика, однако, отличимые от гранитоидов по химическому составу [8]. Для них $P=6-7$ кбар, $T = 670-690^{\circ}\text{C}$. Другая разновидность – гранат-амфибол-содержащие гранито-гнейсы (рис. 2В, Г), в которых роговая обманка сильно деформирована и имеет ксеногенный (?) облик. Параметры для них $P_1 = 7,2$ кбар по геобарометру Хаммарстрома и Зена [11] и $P_2=10,2$ кбар – по амфибол-плагиоклазовому [7], при $T=500^{\circ}\text{C}$ по Grt-Hbl геотермометру [14] и 650°C – по геотермометру Оттена [13]. Большая разница в расчетах давления, возможно, показывает, что амфибол и плагиоклаз неравновесны, либо подтверждает тот факт, что роговая обманка ксеногенна. К тому же состав амфибола ($f_{\text{Hbl}} > 0,6$) не вполне укладывается в параметры, для которых Hbl-Pl геобарометр откалиброван.

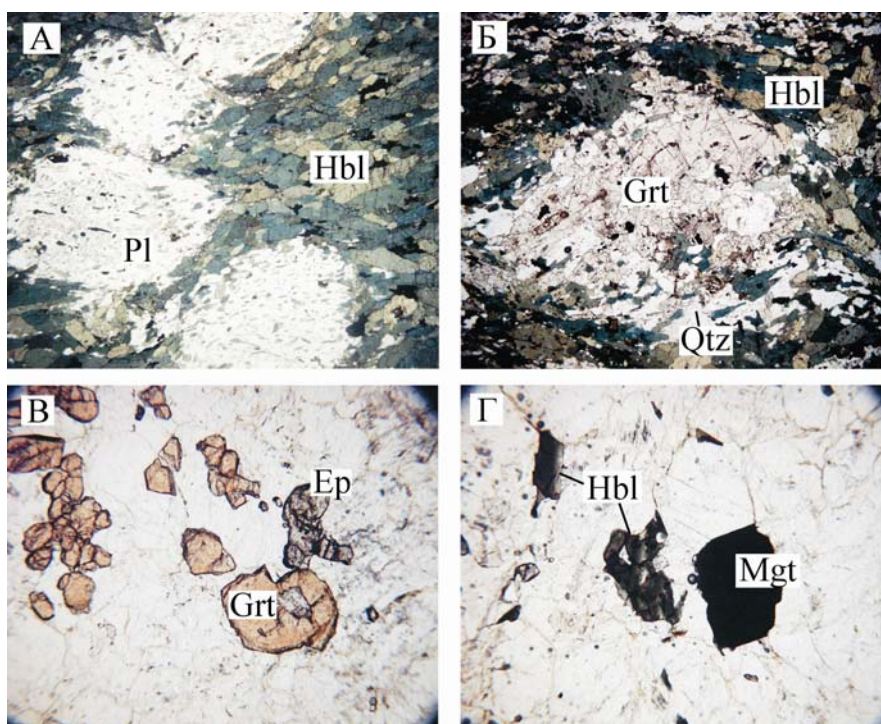


Рис. 2. Микрофотографии метаморфических пород обрамления Нижнеуфалейского массива. А – плагиоклазовый амфиболит, Б – гранатовый амфиболит, В, Г – амфибол-гранатовый гранито-гнейс. Ув. 100.

Из естественных обнажений были отобраны пробы амфиболитов (очень близко друг к другу) с восточной границы Западно-Уфалейской зоны. Первая разновидность – это почти массивный габбро-амфиболит, имеющий пойкилопорфиробластовую структуру с нематобластовым обликом базиса (рис. 2А); состоящий из роговой обманки и плагиоклаза, в подчиненном количестве встречаются эпидот и кварц. Для него определены $P_1 = 6-7$ [11] и $P_2 = 7,5$ [7] кбар при $T = 617^\circ\text{C}$ [13]. Другая разновидность – сланцеватый гранатовый амфиболит, имеющий порфиробластовую структуру с нематолепидобластовой основной тканью (рис. 2Б), состоящий из роговой обманки, граната, эпидота, акцессорного кварца. Расчетные параметры метаморфизма $P_1 = 10$ [11] и $P_2 = 10,2$ [7] кбар при $T = 670^\circ\text{C}$ [13, 14]. Химический состав минералов из амфиболитов и гнейсов приведен в таблице. Интересно, что все гранаты, сильно различаюсь по составу, на известной диаграмме CaO-MnO [9, 12] попадают в поля высокобарических пород.

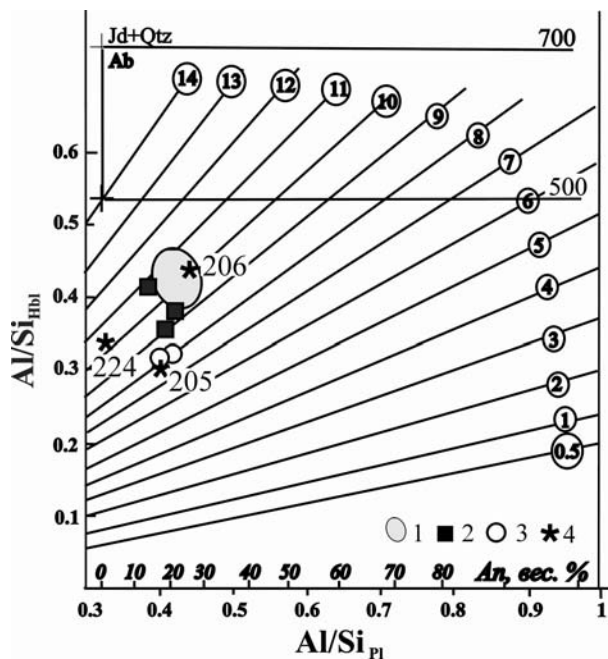


Рис. 3. Оценка давлений по Hbl-Pl геобарометру [7].

1 – поле лейкогранитов и аплитов Нижнеуфалейского массива, 2 – сиенитоидные ксенолиты в гранитах, 3 – габбро-амфиболиты из ксенолитов в гнейсах [8, 9]; 4 – точки других метаморфитов: 205 – плагиоклазовый амфиболит, 206 – гранатовый амфиболит, 224 – амфибол-гранатовый гранито-гнейс.

Из расчетов видно, что: 1) давления, полученные для пород рамы, как более низкие, так и сопоставимые с полученными для гранитоидов Нижнеуфалейского массива (рис. 3); 2) в пространстве были сближены блоки амфиболитов, метаморфизованных при различном давлении. Это, вероятно, может говорить в пользу того, что в одну и ту же свиту были включены амфиболиты (и, возможно, гнейсы), характеризующиеся разными P-T условиями и происхождением. Отсутствие закономерных различий в составе породообразующих минералов не позволяет не поддержать точку зрения Г.А. Кейльмана, который считал, что появление в амфиболитах граната (и кварца) может

Таблица
Химические составы минералов из амфиболитов и гранито-гнейсов Уфалейского комплекса (мас.%)

Комп.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO _{общ}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма
Уф-206										
Gr	37.3		19.91	28.51	1.61	3.45	7.21			97.99
Gr	38.78		21.04	30.48	1.79	1.95	8.17			102.22
Ep	38.74		26.34	10.03			23.41			98.51
Ep	38.66		25.4	10.68	0.35		23.58			98.67
Hbl	42.08	0.93	15.64	16.56	0.5	9.82	11.1	2.43	0.45	99.51
Hbl	42.16	0.74	15.56	16.72		9.61	11.01	2.2	0.5	98.5
Pl	62.64		23.99				5.39	7.72		99.73
Gr	37.88		21.94	30.77	1.87	2.14	7.86			102.46
Уф-205										
Hbl	46.52	0.53	10.66	15.35	0.35	12.28	10.84	2.12	0.25	98.9
Hbl	44.49	0.5	11.74	14.73	0.49	10.91	10.97	1.95	0.34	96.13
Ttn	30.88	38.66	1.3	0.78			28.97			100.59
Pl	64.98		22.08				2.93	8.94		98.93
Hbl	44.46	0.96	11.18	15.81	0.43	11.64	11.18	2.06	0.43	98.14
Уф-224										
Mt				91.78	0.7					92.48
Mt		0.53		91.35	0.65					93.74
Pl	69.21		19.64				0.28	10.48		99.6
Hbl	38.13	0.73	10.87	28.85	3.37	1.06	9.57	2.4	2.29	97.25
Ttn	30.8	27.05	5.7	2.87	0.52		26.97			96.82
Mt				92.11	0.48					93.24
Grс	37.56		19.07	17.37	18.86		9.87			102.72
Grk	37.84		18.92	15.63	13.45		15.43			101.27
Уф-150										
Hbl	43.58	1.03	10.3	19.49	9.56	0.65	11.19	2.06	1.23	99.09

Примечание: анализы выполнены в ИМИН УрО РАН (г. Миасс) на энерго-дисперсионной приставке Ipcsa200 (Oxford Instruments) в составе микроанализатора JXA-733 (аналитики Е. Чурич, В. Муфтахов). Предел определения 0,15-0,3% для разных элементов, пустые ячейки - элемент не обнаружен). Анализы пр. Уф-150 выполнены в ИИТ УрО РАН (г. Екатеринбург) на микроанализаторе JXA-5 (аналитик Е. Шагалов). Уф-205 - плагиоклазовый амфиболит, Уф-206 - гранатовый амфиболит, Уф-150 - амфибол-биотитовый гранито-гнейс, Уф-224 - амфибол-гранатовый гранито-гнейс. Кроме того, в титаните пр. Уф-224 обнаружено Nb₂O₅ - 2.91%, в магнетите - ZnO - 0.65-1.2. Pl - плагиоклаз, Hbl - роговая обманка, Ttn - титанит, Mt - магнетит, Gr - гранат (с-центр, к-край), Ep - эпидот.

свидетельствовать о влиянии процесса гранитизации [5]. Данные по Р-Т-параметрам для гранитоидов Нижнеуфалейского массива и вмещающих их гнейсов и амфиболитов показывают, что в районе тектонически совмещены блоки пород, генерированных (и/или преобразованных) на различной глубине.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант НШ-85.2003.5).

Литература

1. *Алексеев А.А.* Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М: Наука, 1984. 137 с.
2. *Белковский А.И., Белковская Я.А., Локтина И.Н.* Минералогия и геохимия апогаббровых бластомилонитов западной части Уфалейского метаморфического блока // Уральский минералогический сборник, 2000. № 10. С. 77-95.
3. *Белковский А.И., Холоднов В.В., Локтина И.Н.* О геохимической специализации ультрамафитов и эклогитов Уфалейского метаморфического блока // Геохимия вулканических и осадочных пород Южного Урала. Екатеринбург: УНЦ РАН, 1987. С. 85-95.
4. *Иванов К.С.* Основные черты геологической истории (1,6-0,2 млрд. лет) и строения Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. 252 с.
5. *Кейльман Г.А.* Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М: Недра, 1974. 199 с.
6. *Нечухин В.М., Краснобаев А.А., Соколов В.Б.* Геохронология и структурное положение нижнего докембрия в уральском аккреционно-складчатом обрамлении русской плиты // Общие вопросы расчленения докембрия, 2000. Апатиты. С. 201-203.
7. *Ферштатер Г.Б.* Эмпирический плагиоклаз-роговообманковый барометр // Геохимия, 1990. № 3. С. 328-335.
8. *Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С.* Новые данные по петрологии Нижнеуфалейского гранитного массива (Ю. Урал) // Ежегодник-2002. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003. С. 159-162.
9. *Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С.* Минеральный состав и условия формирования высокобарических гранитоидов Нижнеуфалейского массива (Ю.Урал) // Вестник Уральского отделения ВМО. Екатеринбург: УГГГА, 2003. № 2. С. 93-100.
10. *Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С.* Геохимия и условия формирования гранитов Нижнеуфалейского массива и ассоциированных с ними пород (Южный Урал) // Доклады Академии наук, 2004. Т. 394. № 5. С. 682-685.

11. *Hammastrom J.M., Zen E-an.* Aluminium in hornblende: an empirical igneous geobarometer // *Amer. Miner.*, 1986. V. 71. № 11-12. P.1297-1313.
12. *Harangi Sz. et al.* Almandine garnet in calc-alkaline volcanic rocks of the Northern Pannonian Basin (Eastern-Central Europe): geochemistry, petrogenesis and geodynamic implications // *Journal of Petrology*, 2001. V. 42. № 10. P. 1813-1843.
13. *Otten M. T.* The origin of brown hornblende in the Artfjallet gabbro and dolerites // *Contrib. Mineral. Petrol.*, 1984. V. 86. № 2. P. 189-199.
14. *Ravna, Krogh.* Distribution of Fe²⁺ and Mg between coexisting garnet and hornblende in synthetic and natural systems: an empirical calibration of the garnet-hornblende Fe-Mg geothermometer // *Lithos*, 2000. V. 53. P. 265-277.