

С.В. Прибавкин, Е.В. Пушкарев, И.А. Готтман, В.А. Вилисов

### КЛИНОПИРОКСЕНИТЫ, ГОРБЛЕНДИТЫ И ГАББРОИДЫ АССОЦИИРОВАННЫЕ С ГРАНИТОИДАМИ ШАБРОВСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Одна из важных петрологических особенностей орогенных гранитоидных комплексов - постоянно отмечаемая приуроченность к ним пород основного и ультраосновного состава, часто обогащенных амфиболом и биотитом [5-7]. На Среднем Урале наиболее интересным примером подобной ассоциации может служить Шабровский гранитоидный массив, расположенный в 25 км к югу от г.Екатеринбурга (рис. 1).

Шабровский массив принадлежит тоналит-гранодиоритовой формации, фиксирующей окраинно-континентальную геотектоническую обстановку развития Урала [1]. Массив имеет полукруглую форму, с юга, востока и запада окружен вулканогенно-осадочными и метаморфическими толщами нижнего-среднего палеозоя, а на севере его гранитоиды прорывают гипербазиты и габброиды Уктусского массива. Главные типы пород массива - амфибол-биотитовые гранодиориты и адалмеллиты, часто с явной порфиroidной структурой с вкрапленниками калиевого полевого шпата. Эти породы не несут признаков деформаций, в отличие от гранодиоритов расположенного севернее Верх-Исетского массива. Меланократовые породы в Шабровском массиве представлены: 1) амфибол-магнетит-оливиновыми клинопироксенитами и горблендитами, 2) пироксен-амфиболовыми и

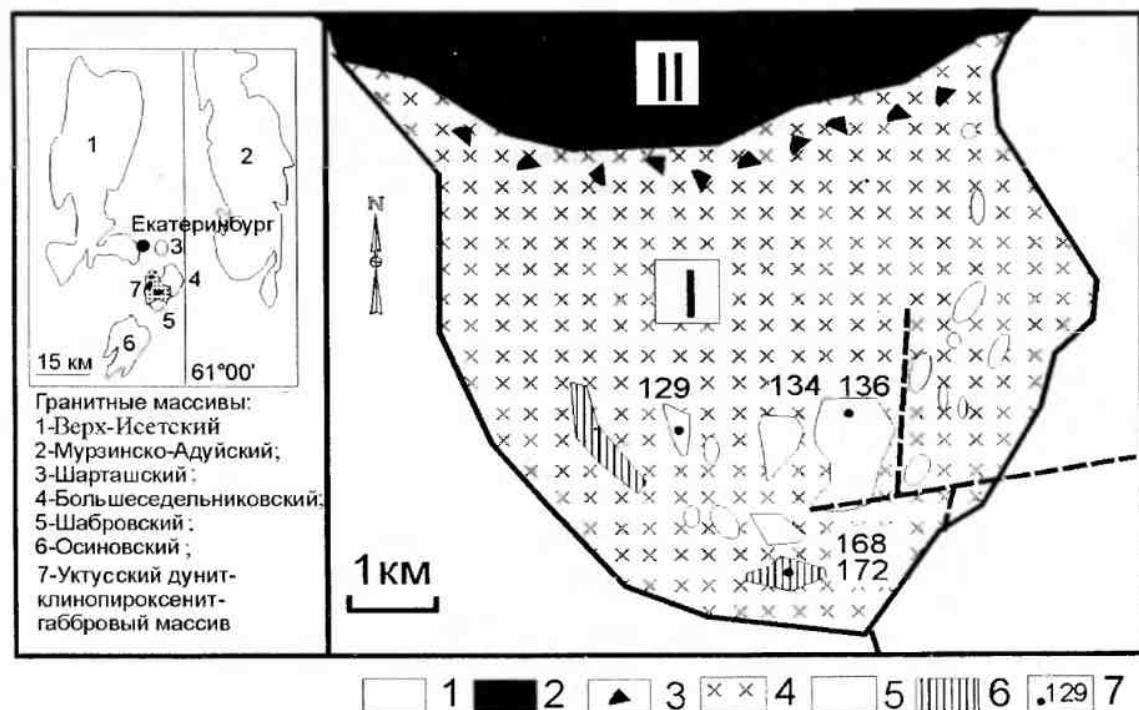


Рис. 1. Положение и геологическое строение Шабровского гранитоидного массива (по данным Уралгеолкома, с упрощениями).

1 - вулканогенно-осадочные породы палеозоя; 2 - гипербазиты и габброиды Уктусского массива. 3 - эруптивные брекчии в зоне контакта Уктусского и Шабровского массивов, 4 - гранитоиды Шабровского массива, 5 - клинопироксениты, горблендиты; 6 - габброиды, 7 - места отбора проб. массивы: I - Шабровский, II - Уктусский

Результаты определения К-Аг-возраста пород Шабровского гранодиоритового массива

№ образца	Минерал	Порода	К, %	<sup>40</sup> Аг, нг/г	Модельный возраст
Ук-95-а	Амфибол	Гранодиорит	1,26	27,3	288 ± 8
Ук-95-б	Биотит	Гранодиорит	7,11	120	229 ± 6
Ук-105-б	Биотит	Гранодиорит	7,41	142	257 ± 6
Ук-101-а	Амфибол	Автолит	1,29	32,8	334 ± 8
Ук-101-б	Биотит	Автолит	7,81	154	264 ± 5
Ук-104-а	Амфибол	Автолит	1,16	23,9	275 ± 8
Ук-104-б	Биотит	Автолит	7,71	158	274 ± 5
Ук-159-а	Амфибол	Автолит	1,13	25,0	294 ± 16
Ук-170	Амфибол	Метабазит	0,686	15,1	292 ± 9
Ук-171	Амфибол	Метабазит	0,361	8,80	321 ± 8
Ук-172	Амфибол	Метабазит	0,969	20,0	276 ± 8
Ук-167	Амфибол	Габбро	0,551	11,5	278 ± 10
Ук-168	Амфибол	Меланогаббро	0,431	9,95	306 ± 9
Ук-169	Амфибол	Метабазит	0,456	9,48	278 ± 9

Примечание. Определения возраста выполнены Калегановым Б.А. в лаборатории ИГГ УрО РАН.

Таблица 2

Содержания петрогенных (мас. %) и редких (г/г) элементов в базитах Шабровского массива

Компонент	129	136	137	134	168	167	169	172
SiO <sub>2</sub>	42,42	41,80	41,80	41,00	48,08	44,45	47,39	45,19
TiO <sub>2</sub>	1,58	1,72	1,40	1,94	0,89	1,17	1,08	0,86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,69	7,70	10,39	9,63	10,01	12,23	16,00	17,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,44	9,13	8,48	8,89	4,78	8,26	4,93	4,09
FeO	7,59	8,31	6,50	9,03	6,68	7,05	6,50	7,23
MgO	15,76	10,96	11,10	10,38	10,22	7,21	5,37	6,00
MnO	0,15	0,09	0,11	0,17	0,20	0,24	0,19	0,24
CaO	14,77	15,06	14,02	13,41	13,33	12,30	11,00	12,42
Na <sub>2</sub> O	0,11	0,26	0,65	0,65	1,55	1,94	2,84	1,01
K <sub>2</sub> O	0,05	0,46	0,43	0,86	0,40	0,60	0,37	0,84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,07	0,12	0,06	0,16	0,27	0,26	0,41
H <sub>2</sub> O	0,96	3,50	1,13	1,02	1,70	2,17	1,40	1,64
Сумма	99,55	99,06	96,13	97,04	98,00	97,89	97,83	97,43
Fe/Fe+Mg	0,40	0,45	0,41	0,48	0,37	0,53	0,53	0,50
Rb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
Sr	30,0	142,0	343,0	230,0	271,0	415,0	468,0	384,0
Sc	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	56,0	57,0	45,0
V	870,0	860,0	580,0	1100,0	420,0	430,0	380,0	440,0
Ni	130,0	100,0	91,0	55,0	170,0	83,0	18,0	100,0
Cr	420,0	460,0	730,0	160,0		400,0	420,0	710,0
Co	100,0	62,0	64,0	100,0	63,0	63,0	44,0	42,0
Y	0,0	10,0	10,0	19,0	19,0	20,0	28,0	32,0
Zr	60,0	67,0	40,0	76,0	74,0	71,0	69,0	80,0
Nb	0,0	22,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La	95,0	19,0	17,0	24,0	23,0	48,0	25,0	0,0
Yb	3,2	3,2	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,5

Примечание. 129 - оливиновый клинопироксенит; 136 - амфиболовый клинопироксенит; 137 - пироксеновый горблендит; 134 - плагиоклазовый горблендит; 168, 167 - клинопироксен-амфиболовое меланогаббро. 169, 172 - амфиболиты (алогаббровые?). Определения петрогенных элементов, Rb, Sr выполнены рентгенофлуоресцентным методом на VRA-30, а редких элементов методом фотометрии пламени в спектральной лаборатории Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Руководитель Н.П. Берсенева.

амфиболовыми габброидами и амфибол-плаггиоклазовыми (апогаббровыми?) амфиболитами, 3) пироксен-амфибол-биотитовыми меланодиоритами. На поверхности они образуют разрозненные выходы площадью до 1 км<sup>2</sup>, а, по геофизическим данным, размер многих тел превышает несколько квадратных километров. Габброиды и пироксениты приурочены главным образом к гранодиоритам и образуют дугообразную цепь выходов, субсогласную с южным ограничением массива. Во всех случаях нами установлен более молодой геологический возраст гранитоидов Шабровского массива по отношению к габброидам и гипербазитам, т.е. меланократовые породы можно рассматривать как крупные блоки-ксенолиты в гранодиоритах. Ранее к такому же выводу пришли геологи - съемщики (ПГО «Уралгеология») рассматривая их как ксенолиты Уктусского массива, который они прорывают. Действительно, такие ксенолиты развиты вдоль всего эндоконтакта двух массивов, формируя зону эруптивных брекчий. Однако следует отметить, что описанная нами в этой статье габбро-гипербазитовая ассоциация резко отличается по минералогическому и химическому составу от уктусской, для которой не характерны ни титаномагнетитовые клинопироксениты, ни горнблендиты.

Обычно все типы основных и ультраосновных пород образуют в массиве пространственно разобщенные выходы, и только горнблендиты тяготеют к клинопироксенитам и иногда встречаются с ними в одних обнажения. Здесь мы не рассматриваем породы 3-й группы - амфибол-биотитовые меланодиориты, которые были частично описаны ранее [2].

Оливин-амфибол-магнетитовые клинопироксениты характеризуются крупно-гигантозернистой структурой. Микроструктура гипидиоморфнозернистая с элементами пойкилитовой, а в рудных разновидностях - сидеронитовой структуры. Главный минерал - клинопироксен, образующий сравнительно крупные субидиоморфные зерна, к промежуткам между которыми приурочены более мелкие округлые зерна оливина. Количество последнего не превышает обычно 10-15%. Содержание амфибола (высокоглиноземистого паргасит-эденита) сильно варьирует от первых до десятков процентов. Амфибол приурочен к интерстициям либо образует крупные пойкилокрсты. Рудные минералы в клинопироксенитах представлены титаномагнетитом с ильменитовым и шпинелевым распадом твердого раствора, а также самостоятельными зернами ильменита. Содержание титаномагнетита в породах достигает 10-15%.

Горнблендиты имеют неравномерно-зернистую структуру, которая варьирует в крупных телах от крупнозернистой до пегматоидной. Помимо амфибола в состав горнблендитов входят в количестве 15-20%: клинопироксен, титаномагнетит и сосюрит, сформированный по первичному плаггиоклазу.

Амфиболиты представляют собой крупный блок среди гранодиоритов в 2,5 км к востоку от нового карьера Шабровского талькового месторождения. Текстура пород неравномерно-полосчатая, структура гранобластовая, с участками реликтовой габбровой структуры. Состоят из амфибола, плаггиоклаза (An<sub>36-45</sub>), акцессорного апатита, клиноцоизита, рудных.

Амфибол-пироксеновые порфиroidные габбро образуют дайку мощностью около 8 м, секущую амфиболиты. Порфировые вкрапленники в габброидах представлены крупными (до 1-1,5 см) зональными клинопироксенами с амфиболовыми каймами и зональными плаггиоклазами (3-4 мм)

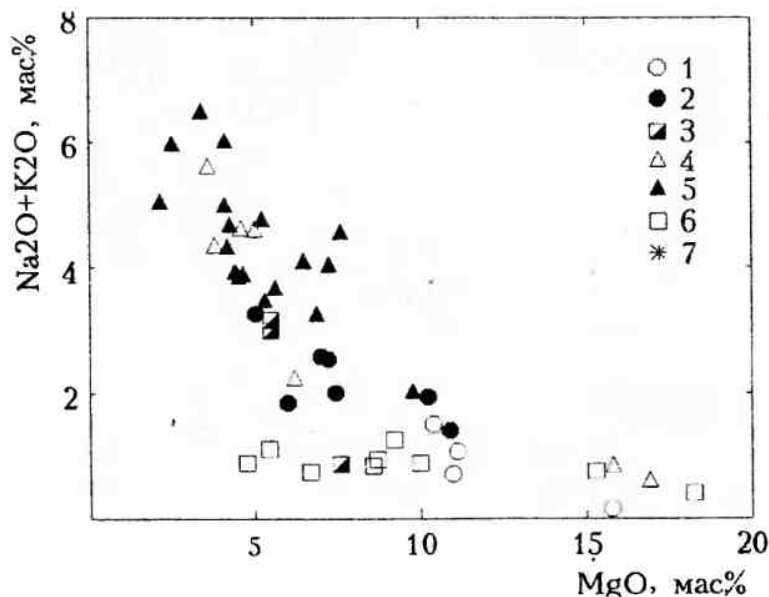


Рис. 2. Диаграмма (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)-MgO.

1 - пироксениты, горнблендиты Шабровского массива; 2 - габбро, метабазиты Шабровского массива; 3 - габбро-нориты платиноносного пояса габбро-дунит-клинопироксенит-габбровая серия Медвежьих гор, Сьерра-Невада [9]; 4 - габбро батолита Чилливак, Каскадные горы [10]; 5 - пироксениты, габбро, ранней габбровой серии петрокаменского комплекса [4]; 6 - пироксениты, габбро, ранней габбровой серии петрокаменского комплекса [4]; 7 - меланодиорит Шабровского массива [3]

**Представительные анализы клинопироксенов из клинопироксенитов, горблендитов,  
габбронидов Шабровского массива**

Компонент	129		178		136		134	
	SiO <sub>2</sub>	50,71	51,37	49,57	50,12	50,33	49,65	50,43
TiO <sub>2</sub>	0,62	0,72	0,66	0,51	0,64	0,49	0,30	0,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,90	3,84	3,68	3,77	4,13	3,73	2,25	3,39
FeO	5,54	5,22	6,35	6,39	6,03	6,77	7,85	7,50
MgO	15,22	14,44	15,47	15,33	16,00	14,00	14,52	13,44
MnO	0,13	0,13	0,16	0,16	0,18	0,20	0,36	0,21
CaO	24,43	24,20	23,93	24,90	23,83	24,60	23,48	24,06
Na <sub>2</sub> O	0,14	0,12	0,24	0,18	0,27	0,23	0,50	0,30
Сумма	99,69	100,05	100,05	101,36	101,47	100,40	99,68	100,82
Fe/Fe+Mg	0,17	0,17	0,18	0,19	0,18	0,21	0,23	0,23
Компонент	168				169			
SiO <sub>2</sub>	53,22	52,57	53,56	52,10	52,46	50,21	52,02	51,96
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,13	0,17	0,26	0,24	0,43	0,26	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,86	0,97	0,88	1,74	2,19	3,18	3,29	1,82
FeO	3,43	3,36	4,23	4,44	6,38	6,77	8,75	6,05
MgO	18,78	19,56	18,86	16,91	16,52	15,45	13,02	17,23
MnO	0,13	0,11	0,15	0,15	0,24	0,18	0,32	0,23
CaO	24,07	24,37	23,45	23,72	23,12	22,71	22,41	23,16
Na <sub>2</sub> O	0,17	0,13	0,16	0,22	0,56	0,80	0,62	0,40
Сумма	100,78	101,21	101,46	99,53	101,72	99,70	100,74	101,06
Fe/Fe+Mg	0,09	0,09	0,11	0,13	0,18	0,19	0,27	0,16

Примечание. 129 - оливиновый клинопироксенит; 178 - оливин-амфиболовый-клинопироксенит; 136 - амфиболовый клинопироксенит; 134 - плагиоклазовый горблендит, 168 - клинопироксен-амфиболовое меланогаббро; 169 - амфиболит (апогаббровый?). Анализы выполнены на рентгеновском микроанализаторе JXA-5 в Ин-те геологии и геохимии УрО РАН. Аналитик В.А. Вилисов.

(An<sub>53-65</sub> до An<sub>33-45</sub>). Мелкозернистая основная масса состоит из амфибола, плагиоклаза, редких зерен биотита, акцессорного апатита, клиноцоизита и сульфидов Cu, Ni, Fe.

Химический состав меланократовых пород Шабровского массива приведен в табл. 2, а клинопироксенов из них - в табл. 3.

Выявленная среди гранитоидов Шабровского массива гипербазит-габбровая ассоциация по набору пород и их вещественному составу может быть сопоставлена с комплексами Платиноносного пояса Урала, для которого титаномагнетитовые клинопироксениты и горблендиты весьма характерны. Кроме того, сходные породы известны и хорошо изучены в окраинно-континентальных орогенных комплексах батолита Чилливак (Каскадные горы) и Медвежьих Гор (Сьерра-Невада) и др. [6,7 и др.] (рис.2). Проявления основных и ультраосновных пород известны также среди гранитоидов Верх-Исетского, Осиновского и других массивов орогенной тоналит-гранодиоритовой формации Урала, но до настоящего времени они не изучены и не могут быть использованы для сравнения.

Близость петро- и геохимических характеристик гранитоидов и меланократовых пород Шабровского массива с полигенными комплексами молодых окраинно-континентальных зон Северо-Американского континента [6,7] может свидетельствовать о сходстве тектонического режима их формирования.

Определения К-Аг-возраста по гранитоидам и габброидам Шабровского массива, выполненные Б.А.Калегановым (Институт геологии и геохимии УрО РАН), дали значения в интервале 260-320 млн лет (табл. 1). Возраст гранодиоритов и автолитов здесь составляет в среднем 276 млн лет, габброидов - 290 млн лет.

Формирование обогащенных амфиболом гипербазитов и габброидов, ассоциированных с известково-щелочными орогенными гранитоидными комплексами, рассматривается рядом исследователей как результат кумуляции ранних твердых фаз при дифференциации флюидонасыщенных расплавов высокоглиноземистых базальтов [5-7]. Поскольку в Шабровском массиве часть габброидов по составу отвечает высокоглиноземистым базальтам островодужного типа, то в случае применимости указанного механизма к рассматриваемым породам естественно предположить, что клино-



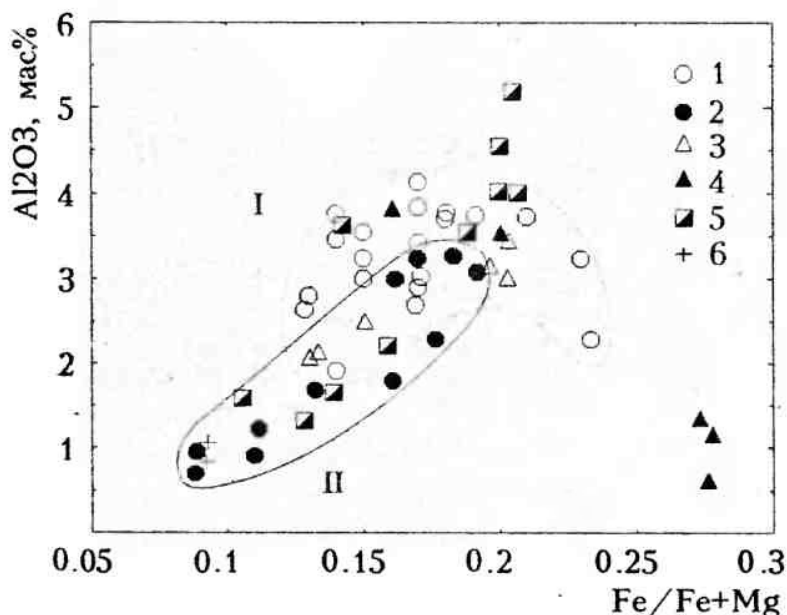


Рис. 3. Диаграмма  $Al_2O_3$ - $Fe/(Fe+Mg)$  для клинопироксенов из различных типов базит-ультрабазитовых пород.

1-5 то же, что на рис.2; 6 - кортландиты Испании [8]; I - поле клинопироксенов из пироксенитов, горблендитов Шабровского массива; II - поле клинопироксенов их габброидов Шабровского массива

пироксениты и горблендиты, развитые в массиве, также являются кумулятами этих магм. Однако изучение клинопироксенов в меланократовых породах противоречит этому предположению. Состав ранних вкрапленников клинопироксена в габброидах характеризуется очень низкой железистостью ( $f=0,09-0,11$ ), тогда как железистость пироксенов из клинопироксенитов и горблендитов всегда имеет более высокое значение ( $f=0,13-0,16$ ) (рис. 3). Следовательно, клинопироксениты не являются кумулятами ранних фаз кристаллизации габброидов. Хотя изменения состава клинопироксенов в габброидах и клинопироксенитах обладают сходными закономерностями (прямая корреляция железистости и содержания глинозема), их тренды располагаются параллельно друг другу (см. рис. 3). Пироксены из клинопироксенитов и горблендитов характеризуются более высокими содержаниями глинозема при одинаковой железистости с габбровыми клинопироксенами. Следовательно, клинопироксениты (горблендиты) и габброиды формировались из разных магм, прямо генетически не связанных между собой. Косвенное подтверждение этого вывода - различный характер рудной минерализации в породах: титаномagnetитовый в пироксенитах и горблендитах и сульфидный (пирротин-халькопирит-пентландитовый) в габброидах, что отражает различия во флюидном режиме кристаллизации пород.

Выявленная гипербазит-габбровая ассоциация в Шабровском массиве, возможно, характеризует собой проявление ультраосновного и основного магматизма окраинно-континентального типа, хорошо известного в других орогенных поясах мира, но до сих пор практически не изученного на Урале.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 98-05-64826) и ФЦП «Интеграция».

#### Список литературы

1. Орогенный гранитоидный магматизм Урала / Ферштатер Г.Б., Бородина Н.С., Рапопорт М.С. и др. Миасс, 1994. 247 с.
2. Пушкарев Е.В., Осипова Т.А. Гранитоидные включения в базитах Шабровского массива // Ежегодник-1992 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1993. С. 44-47
3. Ферштатер Г.Б. Петрология главных интрузивных ассоциаций. М.: Наука, 1987. 232с.
4. Фоминых В.Г., Самойлов П.И., Максимов Г.С., Макаров В.А. Пироксениты Качканара. Свердловск, 1967. 84 с.
5. Galan G., Suarez O. Cjrtlanditic enclaves, associated with calc-alkaline granites from Tapa-Asturias (Hercyan Belt, northwestern Spain) // Litos. 1989. V.23. P. 233-245
6. Snoko A.W., Quick J.E., Bowman H.R. Bear mountain igneous complex, Klamath mountains, California: an ultrabasic to silicic calc-alkaline suite // J. Petrology. 1981. V.22, p.4. P.501-522.
7. Tepper J.H. Petrology of mafic plutons associated with calc-alkaline granitoids, Chilliwack batholith, North cascades, Washington // J. Petrology. 1996. V. 37, N6. P. 1409-1436