

ПЕТРОЛОГИЯ И ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЯ

Н.С. Бородина, Г.Б. Ферштатер, С.В. Прибавкин, В.В. Холоднов

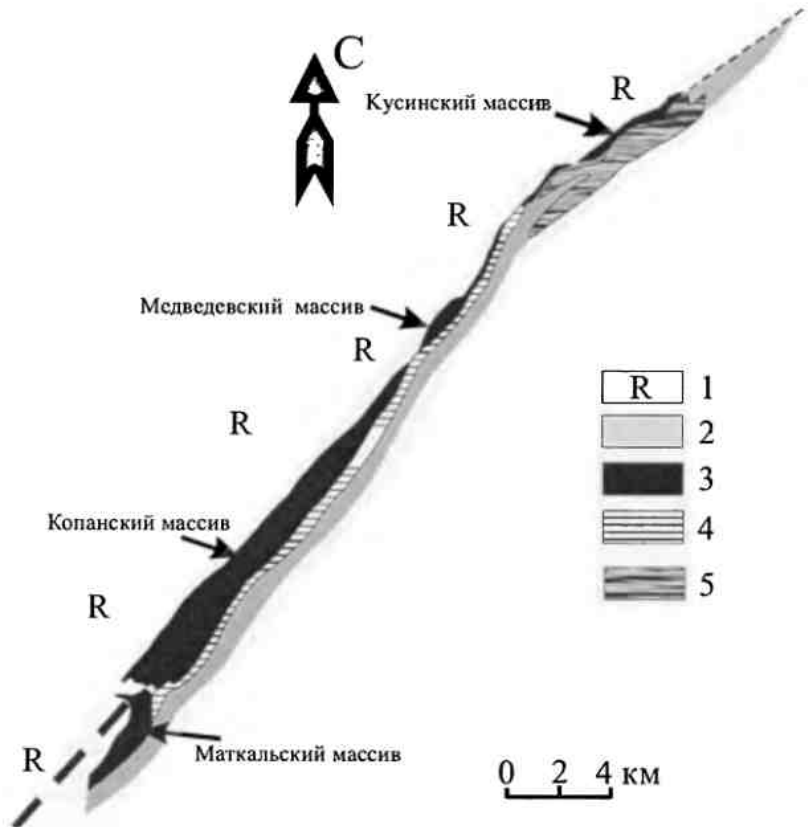
ФАЦИИ ГРАНИТНЫХ ПОРОД, АССОЦИИРУЮЩИХ С ГАББРОИДАМИ КУСИНСКО-КОПАНСКОЙ ИНТРУЗИИ

Массивы рифейской Кусинско-Копанской интрузии, расположенной на западном склоне Южного Урала: Маткальский, Копанский, Медведевский, Кусинский (перечислены в направлении с юга на север) образуют полосу длиной около 70 км, вытянутую в С-В направлении. Как было показано [Ферштатер и др.2001], габброиды принадлежат разным фациям – южные мас-

сивы образовались в условиях гипабиссальной фации ($P_{\text{общ}} = 1-3$ кбар), а северные – абиссальной ($P_{\text{общ}} = 4-7$ кбар) с соответствующим изменением вещественного состава пород и ассоциированных с ними руд. Вдоль висячего бока габбровых массивов залегают граниты Рябиновского и Губенского массивов (рис.), также имеющие рифейский возраст [Краснобаев, Бороди-

Схема размещения массивов кусинско-копанского комплекса.

1 – рифейские, преимущественно карбонатные породы саткинской и бакальской свит, 2 – машакские аповулканыты, 3 – габброиды, 4,5 – граниты Рябиновского (4) и Губенского (5) массивов.



на, 1970]. Рябиновский массив контактирует с южными габбровыми массивами, а Губенский – с Кусинским. Еще в 50–70 гг. прошлого столетия было установлено, что граниты Рябиновского и Губенского массивов, обладая общими особенностями химического состава (табл. 1), принадлежат к разным фациям глубинности: первый сложен гипабиссальными гранофировыми гранитами, второй – абиссальными гранитами [Виноградская, 1963; Штейнберг и др., 1959]. Исследования последних лет позволили детализировать эти представления и выявить корреляцию между условиями формирования габброидов и гранитоидов.

Установлено, что граниты Рябиновского массива с юга на север изменяют свою фациальную принадлежность и степень метаморфических преобразований. На юге это массивные, иногда со следами катаклаза, породы порфиroidной или очковой структуры с нередко встречающейся микропегматитовой основной мас-

сой. Порфиroidные выделения представлены кислым плагиоклазом альбит-олигоклазового состава, окаймленным шахматным альбитом. В основной массе пород – кварц, биотит, иногда амфибол и вторичный мусковит. Аксессуары – циркон, ортит, который обрастает эпидотом, магнетит. Характерной чертой является присутствие довольно редкого для гранитоидов стильпномелана, отмечается карбонат. Интерстициальный микропегматит содержит около 40 об.% кварца, что соответствует водному давлению около 0.5 кбар и, наряду с такими особенностями, как наличие окаймленных полевых шпатов, свидетельствует о гипабиссальных условиях формирования пород. Главный фемический силикат гранитоидов – биотит, который характеризуется крайне низкой магнезиальностью и низкой глиноземистостью (табл. 1).

В северной части массива, расположенной на широте Губенского, граниты имеют заметные отличия: породы становятся более круп-

Таблица 1

Химический состав слюд из гранитоидов Рябиновского (обр. 197 и 163) и Губенского (обр. 154 и 150) массивов (мас.%)

	Биотит						Мусковит		
	197/4	163/2	163/4	154/1	154/2	150/2	197/1	197/4	150/2
N	197/4	163/2	163/4	154/1	154/2	150/2	197/1	197/4	150/2
SiO ₂	36,36	34,90	35,30	32,95	33,53	37,47	49,67	48,82	48,45
TiO ₂	1,72	1,90	1,79	1,93	1,85	1,98	0,28	0,22	0,40
Al ₂ O ₃	14,03	15,13	13,77	13,98	12,78	14,70	26,25	24,89	27,29
FeO	28,69	31,60	32,34	35,14	35,05	26,44	8,34	8,40	7,49
MnO	0,49	0,90	0,89	0,81	0,87	0,41	0,11	0,11	0,06
MgO	6,14	3,46	3,59	1,21	0,99	6,34	1,75	1,58	1,24
CaO	0,33	0,07	0,05	0,03	0,06	0,13	0,01	0,01	0,00
Na ₂ O	0,29	0,09	0,15	0,11	0,12	0,11	0,02	0,06	0,15
K ₂ O	6,23	9,10	8,89	8,91	8,93	8,28	8,38	8,40	8,67
Сумма	94,28	97,15	96,77	95,07	94,18	95,86	94,81	92,49	93,75
Коэффициенты кристаллохимических формул									
K	0,66	0,97	0,95	1,00	1,01	0,86	0,76	0,79	0,80
Na	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02
Ca	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Сумма	0,74	0,99	0,98	1,02	1,04	0,89	0,77	0,79	0,82
Mg	0,76	0,43	0,45	0,16	0,13	0,77	0,19	0,17	0,13
Fe ²⁺	2,00	2,21	2,28	2,58	2,60	1,80	0,50	0,51	0,45
Mn	0,03	0,06	0,06	0,06	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00
Ti	0,11	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	0,02	0,01	0,02
Al _{VI}	0,40	0,40	0,34	0,33	0,30	0,46	1,75	1,73	1,81
Сумма	3,30	3,22	3,24	3,25	3,22	3,18	2,46	2,44	2,42
Al _{IV}	0,98	1,09	1,03	1,11	1,03	0,95	0,46	0,42	0,51
Si	3,02	2,91	2,97	2,89	2,97	3,05	3,54	3,58	3,49
Сумма	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Mg/(Fe+Mg)	0,27	0,16	0,16	0,06	0,05	0,30	0,27	0,27	0,23

нозернистыми, появляется обособленный микроклин, гранат гроссуляр-спессартин-альмандинового состава (табл. 2), крупные чешуи мусковита, близкого по составу к фенгиту (табл. 1), исчезает стильпномелан. По минеральному составу они становятся совершенно аналогичными гранитам Губенского массива. Ранее было отмечено [Краснобаев, Бородин, 1970], что в северном направлении в цирконах Рябиновского массива исчезает характерная для них розовая окраска и из двух разновидностей магнетита преобладает поздний низкотитанистый высоконикелистый и высокохромистый магнетит, тогда как в южных гранитах наиболее распространен магматический, богатый Ti, V, Mn магнетит. Уже из этих петрографических особенностей очевидно, что с юга на север растет глубинность гранитоидов и увеличивается степень их метаморфизма.

По химическому составу граниты Рябиновского массива отвечают высокожелезистым малоглиноземистым разновидностям с пониженным

содержанием CaO (табл. 3).

Губенский массив слагают гранитоиды гнейсовидной, реже массивной текстуры, гранобластовой структуры. Породы обладают четкой полосчатостью и в обнажениях представлены «слоистыми» разностями, в которых чередуются слои разной меланократовости и крупности зерна. Падение полосчатости – восточное под углом 40–70°. Порфиновые разности отсутствуют, нет шахматного альбита. Минеральный состав: плагиоклаз (альбит-олигоклаз, олигоклаз), решетчатый микроклин, биотит, иногда вместе с амфиболом, мусковит, гранат; также как в рябиновских гранитах, в них развит циркон, ортит с эпидотовыми каймами, изредка встречается магнетит. Колебания в содержании биотита в отдельных «слоях» отражается на составе минерала: в более меланократовых разностях его магнезиальность значительно возрастает (с 0,05 до 0,30), что свойственно скорее магматическим, чем метаморфическим породам. В целом составы биотитов губенских и

Таблица 2

Химический состав роговой обманки (1-3) и граната (4-7) из гранитоидов Губенского (обр.154) и Рябиновского (обр. 163) массивов (мас.%)

	1	2	3	4	5	6	7
N	154/1	154/2	154/3	154/1	154/3	163/3	163/4
SiO ₂	38,16	37,17	38,14	36,55	37,07	37,58	37,29
TiO ₂	0,66	0,66	0,49	0,00	0,00	0,04	0,04
Al ₂ O ₃	10,32	10,08	9,85	19,11	19,79	19,26	19,75
FeO	32,80	32,35	32,38	19,71	18,25	21,11	19,62
MnO	1,08	1,09	0,99	16,20	16,01	11,63	10,49
MgO	0,83	0,83	0,83	0,09	0,11	0,30	0,25
CaO	10,30	10,73	10,12	8,51	9,50	10,76	12,91
Na ₂ O	2,32	2,12	2,02	0,00	0,00	0,07	0,09
K ₂ O	1,93	1,99	1,88	0,00	0,00	0,02	0,02
Сумма	98,40	97,02	96,70	100,17	100,73	100,77	100,46
Коэффициенты кристаллохимических формул							
Na	0,741	0,689	0,655	0,000	0,000	0,002	0,002
K	0,405	0,426	0,401	0,000	0,000	0,011	0,014
Ca	1,818	1,927	1,813	0,748	0,824	0,930	1,113
Mg	0,204	0,207	0,207	0,011	0,013	0,036	0,030
Fe ²⁺	4,517	4,536	4,527	1,352	1,235	1,423	1,320
Mn	0,151	0,155	0,140	1,125	1,097	0,794	0,715
Ti	0,082	0,083	0,062	0,000	0,000	0,002	0,002
Al ^{VI}	0,288	0,224	0,317	1,847	1,888	1,831	1,873
Al ^{IV}	1,716	1,769	1,625	0,000	0,000	0,000	0,000
Si	6,284	6,231	6,375	2,997	3,000	3,030	3,000

Средний химический состав гранитов Рябиновского (1) и Губенского (2) массивов (мас.%)

	1	2
SiO ₂	72.46	73.27
TiO ₂	0.35	0.38
Al ₂ O ₃	12.88	13.11
Fe ₂ O ₃	2.74	1.62
FeO	1.45	1.77
MnO	0.06	0.04
MgO	0.38	0.49
CaO	0.92	1.09
Na ₂ O	3.4	2.68
K ₂ O	4.1	5.01
P ₂ O ₅	0.05	0.03
п.п.п.	0.88	0.33
Сумма	99.67	99.82

Примечание. Подсчитано по данным [Виноградская, 1963; Алексеев и др., 1992].

рябиновских гранитов близки (табл. 1) и сходны по глиноземистости и магнезиальности с биотитами Бердяшского массива гранитов рапакиви, также залегающего на западном склоне и имеющего рифейский возраст.

В западной (нижней) части массива широко распространены гранатовые двуслюдяные граниты, содержащие высокожелезистую и высокоглиноземистую роговую обманку (табл. 2). По минеральному составу они подобны высокобарическим метагранитам Чашковского массива, расположенного возле г. Миасса [Орогенный..., 1994], и их парагенезис тоже отвечает давлению 9–10 кбар, определенному по плагиоклаз-роговообманковому [Ферштатер, 1990] и гранат-роговообманковому [Kohn, Spear, 1990] барометрам.

Составы биотита, мусковита (фенгита) и граната в гранитах Губенского (обр. 150 и 154 в табл. 1, 2) и северной части Рябиновского (обр. 163) массивов очень близки, что свидетельствует о примерно одинаковых условиях их формирования. Химический состав пород также очень сходен (табл. 3) и, что самое главное, специфичен – те и другие породы характеризуются повышенным содержанием железа, титана и низким – алюминия и кальция.

Приведенные данные позволяют заключить, что граниты Рябиновского и Губенского массивов (как и сопровождающие их габброиды) представляют собой разнофациальные зоны первоначально одного плутона, южная часть которого формировалась в гипабиссальных условиях при давлении 0.5–1 кбар, а северная – в абиссальных (давление до 9–10 кбар). Текстура, структура и минеральный состав гранитов северной части Рябиновского и Губенского массивов при этом соответствуют метаморфическим породам – гранито-гнейсам, как они и определялись некоторыми авторами [Виноградская, 1963]. По нашим данным, эти «метаморфические» признаки гранитов определяются аутометаморфизмом, обусловленным формированием в условиях абиссальной фации глубинности, также как и «амфиболитовый» минеральный состав и текстура кусинских габброидов [Ферштатер и др., 2001], сменяющиеся в южных габбровых массивах обычным дупироксеновым габбро массивной текстуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 01-05-65184), регионального гранта Р2001 Ур.Чел. 01-26 и ФКП «Интеграция».

Список литературы

- Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г.* Кусинско-копанский расслоенный интрузивный комплекс: новые данные, представления и перспективы. Уфа: БНЦ УрО РАН, 1992. 20 с.
- Виноградская Г.М.* Генезис гранитоидов Златоустовского района // Труды ВСЕГЕИ, 1963. Новая серия. Т. 96. Минералогический сборник № 3. С. 34–64.
- Краснобаев А.А., Бородин Н.С.* Геохимические особенности, генезис и возрастная корреляция рифейских гранитоидов и липаритовых порфиров Златоустовского района (Южный Урал) // Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1970. С. 124–153.
- Орогенный гранитоидный магматизм Урала / Ферштатер Г.Б., Бородин Н.С., Рапопорт М.С. и др. Миасс: Изд-во УрО РАН, 1994. 172 с.
- Ферштатер Г.Б.* Эмпирический плагиоклаз-роговообманковый барометр // Геохимия, 1990. № 3. С. 328–336.
- Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Бородин Н.С.* Условия формирования и генезис рифейских ильменит-титаномагнетитовых месторождений Урала и вмещающих их габброидов // Геология рудных месторождений. 2001. № 2. С. 112–128.
- Штейнберг Д.С., Кравцова Л.И., Варлаков А.С.* Основные черты геологического строения Кусинской габбровой интрузии и залегающих в ней рудных месторождений // Вопросы геологии Урала Свердловск: УФАН СССР, 1959. Вып. 1. С. 13–40.
- Kohn M.J., Spear F.S.* Two new geobarometers for garnet amphibolites, the application to southeastern Vermont // American Mineralogist, 1990. V. 75. P. 89–96.