

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СОСТАВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ГУБЕНСКОГО ГРАНИТНОГО МАССИВА**

В.В. Холоднов, Н.С. Бородина, С.В. Прибавкин

Среднерифейский Губенский гранитный массив расположен на Южном Урале, в зоне сочленения Уральского орогена с Восточно-Европейской платформой, где вместе с залегающим южнее его Рябиновским массивом перекрывает с востока полосу габбровых интрузий кусинско-копанского комплекса. Результаты полевого и камерального исследования указанных габброидов и гранитоидов, проведенные в 1998-2005 г. авторами и их коллегами, опубликованы в ряде работ [Бородина и др., 2000; Прибавкин и др., 2003; Ферштатер и др., 2004, 2005; Холоднов и др., 2006 б и др.]. В результате этих работ было показано, что граниты Губенского и Рябиновского массива обладают рядом общих геохимических особенностей, свидетельствующих об общности их гене-

зиса и резко отличаются от большинства палеозойских гранитоидов Урала. Главные петрологические различия гранитов обусловлены их разной фациальной принадлежностью: Рябиновский массив формировался в условиях гипабиссальной фации, а Губенский – в условиях абиссальной. Был установлен возраст гранитов и габброидов кусинско-копанского комплекса: 1385 млн. лет для габбро Копанского и гранитов Рябиновского массива, 1388 млн. лет для габбро-норитов Кусинского массива и около 1330 млн. лет для гранитов Губенского массива [Холоднов и др., 2006а; Краснобаев и др., 2006]. Цирконы из гранитов Губенского массива образуют полигенную и полихронную ассоциацию, свидетельствующую, наряду с петрологическими и геохимическими данными, о

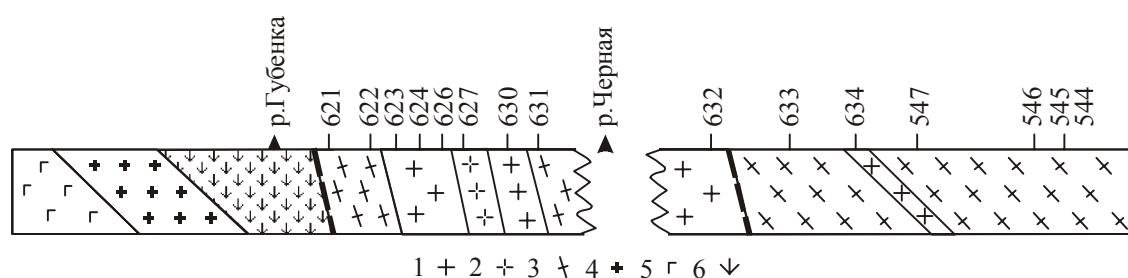


Рис. 1. Схематический геологический разрез через южную часть Губенского массива (масштаб – 1:50000).

1 – биотитовые гнейсо-граниты, 2 – порфиоровидные биотитовые граниты, 3 – двуслюдяные гранито-гнейсы, 4 – граниты Рябиновского массива, 5 – габброиды Кусинско-Копанского комплекса, 6 – кувашские метапорфиры.

сложной истории формирования и об участии в субстрате гранитов разных по составу и возрасту пород.

До последнего времени наши данные о губенских гранитах основывались преимущественно на материале по северной части массива. В настоящей статье приводятся новые данные о составе гранитов его южной части, по результатам изучения в течении полевых сезонов 2005-2006 гг. широтного разреза п. Медведевка – г. Златоуст.

Геологическое строение. На рис. 1 показана схема строения разреза и номера точек отбора проб. Весь разрез проходит по гранитам, различающимся по составу, структуре, текстуре, степени более поздних преобразований. В обобщенном виде эти породы можно отнести к двум главным разновидностям: биотитовым гнейсо-гранитам и двуслюдяным гранито-гнейсам, между которыми наблюдаются переходные разности. Среди биотитовых гнейсо-гранитов залегает тело порфиоровидных биотитовых гранитов мощностью более 200 м. Все породы пронизаны многочисленными, обычно будинированными кварцевыми и пегматитовыми жилами, согласными в западной части с общей очень крутой, падающей на восток полосчатостью разреза, а в восточной – с более пологой полосчатостью. При изучении разреза выделено два тектонических нарушения: на контакте с вмещающими породами (кувашскими метапорфирами) и в центре массива, между биотитовыми и двуслюдяными гранитоидами. Все породы к востоку от последнего нарушения залегают более полого, характеризуясь типично «губенским» направлением разгнейсования пород (ЮВ 110°, с углом падения 30°).

Они резко отличны по этому параметру от тех, что обнажены в западной части круто падающего к востоку разреза. В этой крутопадающей части разреза в зонах смятия в будинированных иногда сульфидоносных кварцевых жилах наблюдаются крупные сегрегации новообразованного биотита. К-Аг определение возраста этого биотита (290 млн. лет), проведенное в лаборатории радиогеологии (аналитик А.И. Степанов), свидетельствует о возрасте самых поздних тектонических деформаций и преобразований пород разреза.

Среди порфиоровидных гранитов западной части разреза был встречен крупный (шириной до 30 м), согласный с общей полосчатостью, ксенолит слоистых сильно деформированных метаморфических пород. Во внутренней части этот ксенолит обнаруживает свою особую реликтовую систему складчатости (рис. 2А) и сложен переслаиванием гнейсов, варьирующих по составу от меланократовых амфиболовых и биотит-амфиболовых с тонкозернистыми кварцитами до лейкократовых мусковитовых (рис. 2Б). Породы ксенолита рассечены дайками аподиабазовых амфиболитов.

Петрография. Биотитовые гнейсо-граниты представляют собой серые разгнейсованные мелкозернистые породы. В их составе – кварц, плагиоклаз, микроклин, биотит, реже мусковит. Из аксессуарных минералов очень распространен эпидот. Кроме него, встречается сфен, ортит. Эти породы совершенно аналогичны губенским гранитам северной части массива.

Порфиоровидные биотитовые граниты отличаются от вышеописанных пород по структуре. Это порфиоровидные породы более мас-

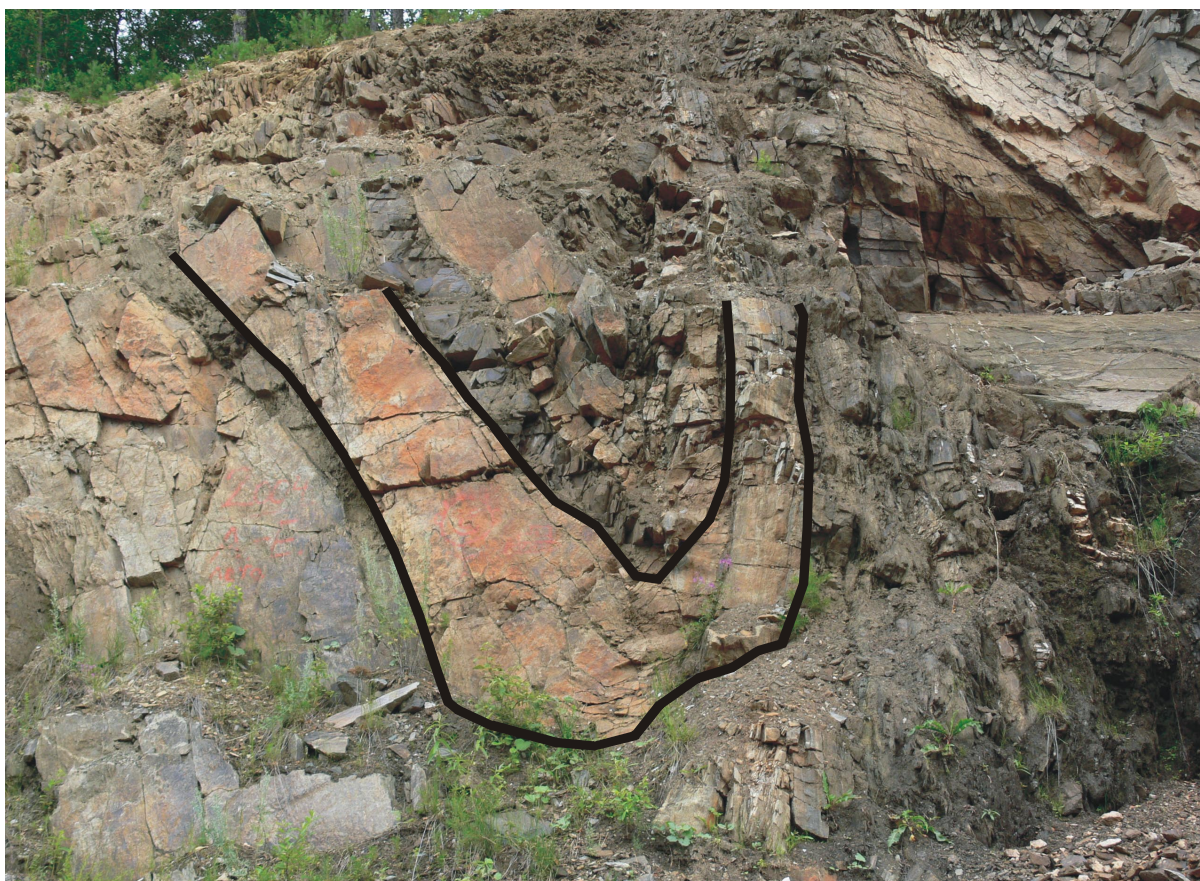


Рис. 2. Фрагмент складчатости в ксенолите метаморфических пород внутри порфировидных гранитов Губенского массива.

сивной текстуры с мелкозернистой основной массой и порфировидными выделениями размером 0,5-1 см, представленными идиоморфными таблицами плагиоклаза, реже ксеноморфными выделениями микроклина.

Минеральный состав пород аналогичен таковому биотитовых гнейсо-гранитов.

Двуслюдяные гранито-гнейсы варьируют по количеству мусковита вплоть до существенно мусковитовых разностей, где вместо эпидота появляется гранат. Остальные минералы те же. Важно отметить, что нередко в одном шлифе встречаются участки биотит-эпидотового состава и мусковит-гранатового.

Петрохимия, геохимия. Составы выделенных разновидностей гранитов приведены в таблице. Все породы принадлежат к гранитному ряду. На диаграмме CaO-K₂O (рис. 3) все выделенные пробы располагаются примерно вдоль линии гранитной котектики [Ферштатер, 1987]. В целом породы сходны между собой по содержанию петрогенных элементов. Укажем на некоторые различия: 1) в разрезе на-

блюдается латеральная зональность по содержанию суммарного железа (FeO' в табл. 1): оно уменьшается с запада на восток; 2) порфировидные гранит обогатены щелочами по сравнению с другими гранитоидами.

Полученные геохимические данные (см. табл. 1) выявили некоторые различия между выделенными группами. Так, биотитовые гнейсо-граниты обеднены Rb, Zr, Th по сравнению с порфировидными гранитами и двуслюдяными гранито-грейсами. Особенно богаты указанными элементами двуслюдяные гранито-гнейсы самой восточной части изученного разреза. По распределению редкоземельных элементов рассматриваемые породы обнаруживают большое геохимическое сходство как между собой (рис. 4), так и с гранитами северной части Губенского массива [Холоднов и др., 2006б].

Сравнение с гранитами северной части Губенского массива. Продолжая начатое сравнение, отметим, что ранее в северной части Губенского массива была выявлена широтная зональность [Холоднов и др., 2006б]. За-

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ

Таблица 1

Содержание петрогенных окислов (мас.%) и редких элементов (г/т)
в породах южной части Губенского массива

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пр.	624	626	630	632	634	627	628	622	633	547	545	544
SiO ₂	70,51	75,50	71,04	73,20	72,83	73,58	69,24	73,52	71,86	71,21	72,17	70,42
TiO ₂	0,61	0,55	0,59	0,38	0,47	0,32	0,35	0,56	0,60	0,48	0,43	0,46
Al ₂ O ₃	12,12	10,13	11,43	11,64	12,40	12,51	14,53	11,60	12,06	12,74	13,24	12,31
Fe ₂ O ₃	4,88	2,66	4,35	2,57	1,74	2,14	2,55	2,96	3,29	2,89	2,87	3,11
FeO	1,70	2,90	2,90	1,70	1,90	1,60	1,20	2,60	2,00	1,50	1,40	1,90
MnO	0,16	0,11	0,150	0,08	0,070	0,06	0,06	0,12	0,12	0,09	0,10	0,08
MgO	0,68	0,40	0,60	0,40	0,57	0,38	0,38	0,60	0,71	0,74	0,68	1,00
CaO	2,00	1,48	1,60	1,27	0,54	0,80	0,97	1,01	1,73	1,90	2,18	1,77
Na ₂ O	2,50	3,50	3,7	3,80	3,4	3,60	4,20	2,20	3,30	2,70	3,30	3,10
K ₂ O	4,45	2,72	3,34	3,84	4,93	5,08	5,50	3,80	4,49	5,03	2,40	4,62
P ₂ O ₅	0,12	0,11	0,12	0,05	0,07	0,04	0,05	0,11	0,11	0,08	0,06	0,06
п.п.п.	0,70	0,55	0,70	0,50	0,50	0,40	0,40	1,10	0,50	1,60	2,00	1,10
Сумма	100,44	100,62	100,52	99,43	99,42	100,52	99,44	100,19	100,77	100,96	100,83	99,93
FeO'	6,09	5,30	6,82	4,01	3,02	3,52	3,50	5,26	4,96	4,10	3,98	4,70
Rb	57,63	51,67		92,60		90,11	105,32	40,56	62,83	191,20	68,84	149,56
Sr	157,66	124,36		81,35		61,14	87,82	78,98	56,06	93,41	47,89	94,12
Ba	1533,9	1048,3		1081,7		1079,3	1955,8	1165,5	808,5	1816,3	1485,7	1779,3
Y	59,71	51,82		54,49		44,62	61,92	39,26	43,86	99,86	101,43	94,05
Nb	63,63	56,66		78,26		66,67	82,43	62,59	59,36	110,72	113,35	104,72
Zr	118,45	61,12		175,06		230,59	193,31	124,61	100,60	355,61	321,47	336,15
Th	8,97	7,39		13,87		13,79	16,73	7,32	11,58	20,19	20,49	19,9
La	55,37	55,05		75,85		47,77	57,66	41,26	48,33	121,46	106,90	116,92
Ce	113,00	122,46		150,53		114,61	118,60	63,32	102,99	231,42	203,34	227,07
Pr	20,29	19,00		23,58		16,12	19,28	12,00	16,46	30,79	27,23	30,01
Nd	82,02	76,40		93,00		62,45	75,63	50,08	65,22	102,92	87,95	97,57
Sm	15,85	14,38		16,70		11,33	14,20	9,62	12,23	18,51	16,72	17,93
Eu	4,15	3,33		2,56		1,65	2,10	2,18	2,29	3,24	2,78	2,87
Gd	13,48	11,43		13,85		8,74	11,64	8,09	11,17	17,71	15,88	16,72
Tb	2,10	1,83		2,23		1,50	1,97	1,31	1,74	2,74	2,59	2,55
Dy	13,73	11,26		14,21		10,06	12,97	8,95	11,16	16,34	16,14	15,25
Ho	2,65	2,22		2,88		2,05	2,67	1,89	2,32	3,59	3,62	3,42
Er	7,03	5,85		8,12		5,92	7,61	5,35	6,81	9,78	9,77	9,32
Tm	0,99	0,80		1,20		0,90	1,15	0,77	1,02	1,42	1,44	1,34
Yb	6,11	4,67		7,72		6,01	7,43	4,76	6,71	9,23	9,26	8,58
Lu	0,83	0,60		1,10		0,90	1,06	0,64	0,99	1,44	1,42	1,23

Примечание. 1-5 – биотитовые гнейсо-граниты, 6-7 – порфиридные граниты, 8-12 – двуслюдяные гранито-гнейсы.

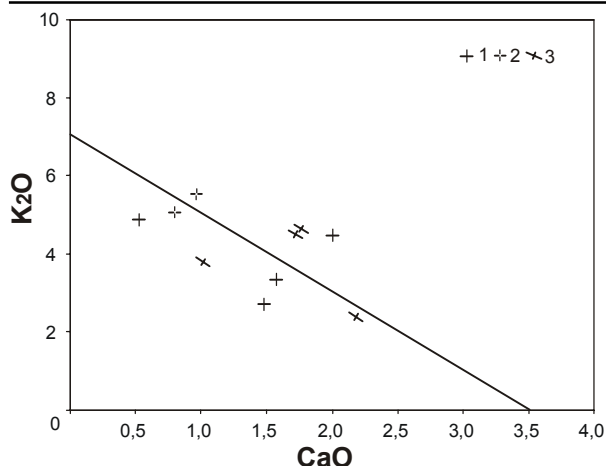


Рис. 3. Диаграмма CaO-K₂O для гранитов разреза.

Условные обозначения см. рис. 1.

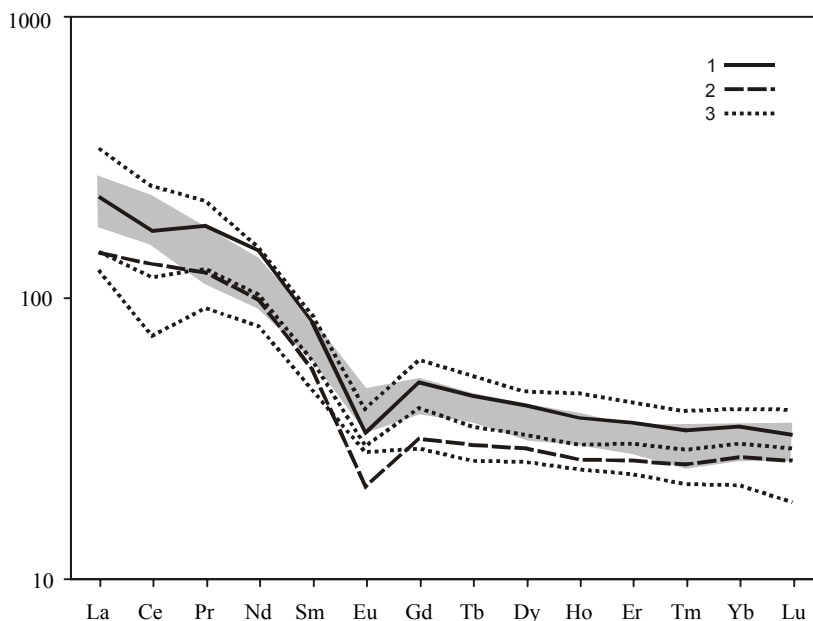


Рис. 4. Распределение РЗЭ в гранитах южной части Губенского массива.

1 – биотитовые гнейсо-граниты, 2 – порфиоровидные биотитовые граниты, 3 – двуслюдяные гранито-гнейсы. Серое поле – граниты северной части массива.

падная, нижняя часть массива представлена амфиболовыми и биотит-амфиболовыми гнейсо-гранитами, тогда как восточная, менее глубинная его часть сложена более лейкократовыми биотитовыми и двуслюдяными гранито-гнейсами (мусковит отвечает по составу фенгиту), сходными с породами описанного южного разреза. В северном разрезе отсутствуют порфиоровидные биотитовые граниты. Появление двуслюдяных и существенно мусковитовых разностей в Губенском массиве связано с метаморфизмом в условиях высокого давления и умеренных температур [Ферштатер и др., 2005]. Дополнительным доказательством в пользу реальности этого процесса служит появление в северной части Рябиновского массива, примыкающей с запада к описываемому в статье разрезу, среднезернистых гранитов с обособленным микроклином, крупночешуйчатым мусковитом (фенгитом) и кальциевым гранатом. Они сменяют главную разновидность центральной части Рябиновского массива: гипабиссальные мелкозернистые породы с окаймленными шахматным альбитом порфиоровидными выделениями альбит-олигоклаза и микропегматитовой структурой основной массы с 49 об. % кварца [Бородина и др., 2002].

Таким образом, петрологические и геохимические данные свидетельствуют, что различные части сильно вытянутых в субмеридиональном направлении Губенской и Рябиновской гранитоидных интрузий формируются в условиях существенных вариаций фаций глубинности и последующих неоднократных преобра-

зований, определяемых различиями РТ условий метаморфизма. Вариации фациальных условий формирования (от 1 до 6-7 кбар) характерны и для подстилающих эти массивы габбровых интрузий и ассоциированного с ними титаномагнетитового и ильменитового оруденения, определяя минеральный состав месторождений и их масштабы. Значительные градиенты физико-химических условий магматизма и метаморфизма являются типичными для крупных линейных рифтовых систем, к которым может быть отнесена и среднерифейская Кувавшско-Машакская рифтогенная система, к краевой западной части которой приурочена полоса рассматриваемых разнофациальных гранитоидных и габбровых интрузий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 05-05-64079 и № 04-05-96052-р2004 Урал а) и гранта «Ведущие научные школы» (НШ-85.2003.5).

Список литературы

Бородина Н.С., Ферштатер Г.Б., Прибавкин С.В., Холоднов В.В. Фации гранитных пород, ассоциирующие с габброидами Кусинско-Копанской интрузии // Ежегодник-2001. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 95-98.

Бородина Н.С., Холоднов В.В., Ферштатер Г.Б. Кусинская габбровая интрузия и залегающие в ней рудные месторождения: анализ новых данных по минералогии и геохимии Магматические и метаморфические образова-

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ

ния Урала и их металлогения // Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2000. С. 102-116.

Краснобаев А.А., Ферштатер Г.Б., Беа Ф., Монтеро П. Цирконовый возраст габбро и гранитоидов Кусинско-Копанского комплекса (Южный Урал) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 300-303.

Прибавкин С.В., Бородина Н.С., Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Бочарникова Т.Д. Околорудные высокобарические минеральные ассоциации в Кусинском габбровом массиве, Южный Урал // ДАН, 2003. Т. 391. № 1. С. 93-98.

Ферштатер Г.Б., Бородина Н.С. Условия формирования и генезис рифейских ильменит-титаномагнетитовых месторождений Урала // Геология рудных месторождений, 2001. Т.

43. № 2. С. 112-128.

Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Прибавкин С.В. и др. Рифтогенный магматизм и железооруденение Южного Урала // Геология рудных месторождений. 2005. Т. 47. № 5. С. 421-443.

Ферштатер Г.Б. Петрология главных интрузивных ассоциаций. М: Наука, 1987. 232 с.

Холоднов В.В., Ронкин Ю.Л., Ферштатер Г.Б. и др. Новые Sm-Nd изотопные данные о возрасте Кусинского габбрового массива (Южный Урал) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006а. С. 331-334.

Холоднов В.В., Ферштатер Г.Б., Бородина Н.С. и др. Гранитоидный магматизм зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы // Литосфера. 2006б. С. 3-27.