

МЕТАБАЗИТОВЫЕ БРЕКЧИИ В ЭКЗОКОНТАКТЕ БАРАНЧИНСКОГО МАССИВА: ГРАНИТИЗАЦИЯ РОГОВИКОВ ДИНАМОТЕРМАЛЬНОГО ОРЕОЛА ПЛАТИНОНОСНОГО ПОЯСА

А.А. Ефимов

Л.В. Малахова [1966] описала для восточного экзоконтакта Баранчинского массива «*интрузивные брекчии с диоритовым цементом*». Эти интересные образования, напоминающие агматиты, обнажены в 6,5 км к северо-западу от Нижнего Тагила, под плотиной Верхне-Выйского пруда, снабжающего город питьевой водой. Здесь в водосливной траншее протяженностью около 200 м, пройденной взрывным способом, вскрыт непрерывный разрез брекчий. В последних отчетливо различаются два элемента – округлые, линзовидные, обычно со сглаженными очертаниями, реже угловатые тельца разной величины, от нескольких сантиметров до 1-2 метров, сложенные мелкозернистой, темноокрашенной породой типа роговика, и цементирующая их более светлая и крупнозернистая диоритоподобная масса (рис. 1). Отмечено несколько даек плагиоклазовых порфириров с резкими контактами, секущих как цемент, так и блоки. Текстуры брекчий свидетельствуют о том, что первичный субстрат, на основе которого они образовались, испытал хрупкую деформацию в условиях локального растяжения. Следы пластического течения отсутствуют или очень слабы. Может создаться впечатление, что дробление субстрата способствовало проникновению в мелкозернистую роговиковую матрицу более крупнозернистого материала (по мнению Л.В. Малаховой, магматического). Однако возможно и другое толкование.

Два элемента брекчий (в дальнейшем – «блоки» и «цемент») резко различаются по размеру зерна, но сходны, почти тождественны по минеральному составу (в основном роговая обманка и плагиоклаз), что видно уже невооруженным глазом. Блоки ориентированы хаотически, реже субпараллельно, и обычно преобладают над цементом, составляя 70-80 % объема породы. Их очертания, как правило, достаточно отчетливы (рис. 2), однако они связаны с цементом переходными зонами шириной до 1-2 см, в которых мелкозернистый и крупнозернистый материал неразделимы. Как правило, блоки и цемент геологически дискретны; лишь в редких случаях они смешиваются настолько тесно, что возникает такситовая, существенно плагиоклаз-роговообманковая порода (рис. 3).



Рис. 1. Метабазитовые брекчии в естественных выходах: темные мелкозернистые блоки в диоритоподобном цементе.



Рис. 2. Преобладающая картина: индивидуализированные, с довольно резкими контурами мелкозернистые блоки в диоритоподобном цементе.



Рис. 3. Более редкий случай: тесное перемешивание материала блоков и цемента с образованием породы такситовой текстуры.

Таблица 1

Химический состав метабазитовых брекчий

№обр.	11621-1	11621-2	11622-1	11622-2	11623-1	11623-2	11624-1	11624-2	11625-1	11625-2	11627-1	11627-2	11628-1	11628-2
Порода	Цемент	Блок	Цемент	Блок	Цемент	Блок	Цемент	Блок	Цемент	Блок	Цемент	Блок	Цемент	Блок
SiO ₂	54,35	50,23	54,21	51,04	53,73	50,42	53,13	50,36	52,68	50,69	53,9	51,17	54,03	49,72
TiO ₂	0,911	1,118	0,979	1,007	0,944	1,104	0,968	0,994	0,974	1,004	0,967	1,083	1,065	0,883
Al ₂ O ₃	19,3	17,22	19,36	16,46	19,46	18,02	18,85	16,66	18,41	16,47	18,9	17,28	18,66	17,44
Fe ₂ O ₃	8,65	11,9	8,75	11,87	8,62	11,18	9,35	11,49	8,93	11,56	8,7	11,33	9,12	10,82
MnO	0,177	0,213	0,179	0,216	0,164	0,196	0,186	0,212	0,179	0,219	0,188	0,221	0,165	0,207
MgO	2,79	3,93	2,91	4,54	2,94	3,89	3,41	4,22	3,29	4,28	2,85	3,92	2,86	4,33
CaO	8,13	9,54	8,17	10,57	7,85	9,4	8,41	10,33	8,26	10,34	7,78	9,94	7,69	10,28
Na ₂ O	4,7	3,98	4,7	3,98	4,7	4,34	4,52	3,98	4,7	3,98	5,07	4,16	4,7	3,07
K ₂ O	0,51	0,41	0,51	0,37	0,54	0,4	0,57	0,36	0,52	0,37	0,56	0,43	0,53	1,01
ППП	0,36	0,04	0,29	0	0,59	0,01	0,57	0,05	0,43	0,01	0,36	0,04	0,74	1,05
Cr ₂ O ₃	0,012	0,009	0,013	0,01	0,009	0,009	0,011	0,009	0,01	0,006	0,01	0,014	0,017	0,013
V ₂ O ₅	0,015	0,024	0,016	0,026	0,015	0,023	0,016	0,026	0,017	0,024	0,017	0,027	0,018	0,02
P ₂ O ₅	0,32	0,37	0,32	0,24	0,34	0,39	0,31	0,27	0,35	0,32	0,35	0,31	0,34	0,17
Сумма	100,22	98,98	100,41	100,33	99,9	99,38	100,3	98,96	98,75	99,27	99,65	99,26	99,94	99,01
Sr, г/т	734	604	682	541	719	600	673	550	670	525	699	516	675	577
Нормативный состав														
Fsp	73,46	65,31	73,45	62,15	74,43	68,66	71,82	63,57	72,22	62,87	74,45	65,59	72,28	64,56
Qu	4,8	2,01	4,32	0,86	4,03	0,23	2,97	1,04	2,55	1,4	2,93	1,46	5,19	2,01
Cpx	7,01	14,71	7,01	21,13	5,43	13,4	8,74	19,77	9,61	19,94	7,88	17,17	6,63	16,51
Opx	6,51	6,89	6,92	5,67	7,92	1,36	7,91	5,4	7,21	5,49	6,35	5,47	7,03	7,61
Tmt	7,68	10,47	7,75	9,8	7,62	9,71	8,04	9,75	7,82	9,77	7,81	9,79	8,29	8,99
PLn	41,61	43,86	41,74	42,09	41,89	42,26	42,07	42,62	39,55	42,11	37,38	42,16	40,11	52,8
F	61,56	60,93	60,83	57,4	60,19	59,68	58,6	58,39	58,36	58,21	61,22	59,86	62,16	56,31

В составе блоков преобладают мелкозернистые разности («роговики»), в которых макроскопически различимы плагиоклаз и черная роговая обманка. Под микроскопом такие разности представляют собой агрегат гранобластовой структуры, состоящий из свежего или частично сосюритизированного плагиоклаза (андезина An_{40}), густоокрашенной обыкновенной роговой обманки, замещаемого ею клинопироксена, редких листочков буровато-коричневого биотита, примеси магнетита и редко ортопироксена. Кварц редок. В некоторых блоках наблюдается реликтовая структура пироксен-плагиоклазового порфирита: порфиновые вкрапления полностью разложенного плагиоклаза и уралитизированного клинопироксена в гранобластовом амфибол-плагиоклазовом агрегате с примесью новообразованного клино-, редко ортопироксена. Реликтовые структуры свидетельствуют о том, что мелкозернистый материал брекчий образовался по вулканогенному субстрату.

Цемент брекчий в обнажениях и в штучках имеет облик средне- и крупнозернистого диорита или лейкократового роговообманкового габбро. Под микроскопом он близок к кварцсодержащему, реже бескварцевому диориту. Главными минералами являются плагиоклаз, роговая обманка, клинопироксен и кварц. В заметных количествах встречается магнетит, изредка – биотит. Плагиоклаз представлен двумя морфологическими разновидностями, тождественными по составу (андезин An_{35} - An_{40}). Одна из них – это крупные, частично сосюритизированные зерна с неправильными очертаниями, часто с мозаичным угасанием и следами катаклаза. Другая является результатом грануляции первой и представлена мелкозернистым агрегатом свежих, с четкими двойниками зерен, окружающих и цементирующих зерна первой разновидности. Кварц, когда присутствует (максимальное его количество – около 10%), образует мелкие ксеноморфные зерна. Буровато-зеленая роговая обманка преобладает среди темноцветных минералов. Замещаемый ею бесцветный клинопироксен диопсидового ряда также содержится в значительном количестве. Оранжево-бурый биотит обычно образует реакционные каймы вокруг выделений магнетита. Встречается ортопироксен со слабым розовым плеохроизмом, состав которого, по данным Л.В. Малаховой ($Ng \sim 1,712$), соответствует гиперстену с железистостью около 40 %. Он так же, как и клинопироксен,

замещается роговой обманкой и подвержен низкотемпературным изменениям, выражающимся в основном в хлоритизации.

Таким образом, блоки и цемент весьма сходны по фазовому составу (парагенезис роговой обманки, плагиоклаза, клинопироксена, ортопироксена, биотита и кварца в разных количественных соотношениях). О близости состава фемических минералов говорит близость показателей светопреломления, измеренных в иммерсии [Малахова, 1966]. По-видимому, более точные (микрозондовые) определения могли бы подтвердить это. Для плагиоклаза практическое тождество состава подтверждено спектрально-химическим анализом двух мономинеральных фракций, выделенных из блока и цемента в обр. 6122: An_{39} и An_{36} соответственно. Ничтожная разница в составе фаз определенно говорит о том, что блоки и цемент близки к состоянию химического равновесия. Это – решающий аргумент в пользу предположения об образовании цемента брекчий на месте.

Химические различия двух элементов брекчий в отношении петрогенных элементов не очень значительны. Для 7 образцов брекчий проанализированы отдельно блоки и цемент (табл. 1). Уже беглого взгляда на приводимые цифры достаточно, чтобы сделать первое заключение: цемент по сравнению с блоками содержит больше SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O и Sr . Блоки, напротив, обогащены TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , MgO и CaO . Соответственно, цемент содержит заметно больше нормативных полевых шпатов и кварца. Разница в составе нормативного плагиоклаза незначительна; в цементе он несколько обогащен альбитовым компонентом (An_{42} - An_{37} против An_{50} - An_{42} для блоков). В целом, материал блоков по нормативному составу соответствует двупироксеновому бескварцевому (или с очень малым количеством кварца) базиту, а материал цемента – лейкократовому кварцсодержащему диориту. Если цемент брекчий возник на месте, то неизбежен вывод о том, что его образование сопровождалось привнесом Si , Al и щелочей, т.е. наблюдается слабо выраженная тенденция *гранитизации*. Цемент становится более лейкократовым по сравнению с материалом блоков, что заметно и невооруженным глазом.

Геохимические различия блоков и цемента также весьма характерны. Блоки и цемент из двух штучков раздельно проанализированы на 49 элементов методом ICP MS (табл. 2). По данным анализов, цемент по сравнению с блоками обога-

Содержания микроэлементов (анализы ICP MS) в цементе и в блоках

№	11621-1	11621-2	11627-1	11627-2	Эл.	11621-1	11621-2	11627-1	11627-2
П.	Цемент	Блок	Цемент	Блок	П.	Цемент	Блок	Цемент	Блок
Ag	0,153	0,073	0,138	0,105	La	13,0	12,8	14,5	15,04
As	0,43	0,56	0,37	0,38	Ce	38,8	37,2	39,8	41,1
Cd	0,082	0,111	0,089	0,120	Pr	5,43	5,43	5,65	6,09
Ge	0,1756	0,20032	0,18544	0,37568	Nd	24,6	25,5	26,1	28,8
In	0,056	0,069	0,051	0,081	Sm	5,55	6,35	5,88	7,25
Ni	23,1	23,3	22,2	30,7	Eu	1,92	1,95	2,07	2,13
P	1346,8	1231,9	1451,7	1215,4	Gd	4,97	5,68	5,29	6,47
Se	0,215	0,0123	0,155	0,003	Tb	0,72	0,85	0,76	1,03
Li	1,56	1,01	2,26	1,63	Dy	4,02	5,01	4,28	6,05
Be	1,15	0,91	1,24	1,22	Ho	0,85	1,08	0,91	1,29
Sc	20,1	32,0	20,8	42,8	Er	2,24	2,83	2,37	3,43
V	245,5	387,7	258,7	499,3	Tm	0,31	0,40	0,34	0,50
Mn	1435,4	1678,5	1533,0	2043,2	Yb	1,91	2,49	2,096	3,24
Co	22,5	30,7	21,3	35,6	Lu	0,29	0,37	0,31	0,48
Cu	271,4	80,9	152,9	138,3	Hf	1,44	0,75	1,03	1,23
Zn	79,3	98,3	94,0	116,44	Ta	0,568	0,219	0,250	0,314
Ga	23,9	21,4	24,6	23,1	W	0,51	0,26	0,42	0,34
Rb	5,0	2,0	5,4	2,3	Re	0,004	0,005	0,005	0,005
Sr	811,3	637,9	770,5	667,4	Tl	0,073	0,130	0,167	0,186
Y	20,2	27,1	21,2	36,2	Pb	2,83	1,82	2,97	1,95
Zr	35,5	12,6	25,4	24,09	Bi	0,041	0,015	0,059	0,016
Nb	4,29	2,77	4,47	3,45	Th	0,887	0,383	0,636	0,387
Mo	0,7	0,4	0,46	0,68	U	13,02	0,19	0,56	0,75
Cs	0,217320	0,167112	0,204181	0,052466	Cr	229,6	107,6	175,1	140,4
Ba	197,5	141,8	233,4	176,6					

щен Ag, Se, Li, Be, Rb, Sr, Zr, Nb, Cs, Ba, W, Pb, Bi и Th. Содержания РЗЭ в блоках лишь несколько

выше, чем в цементе. В то же время спектры РЗЭ практически одинаковы и характеризуются преобладанием легких лантаноидов (рис. 4).

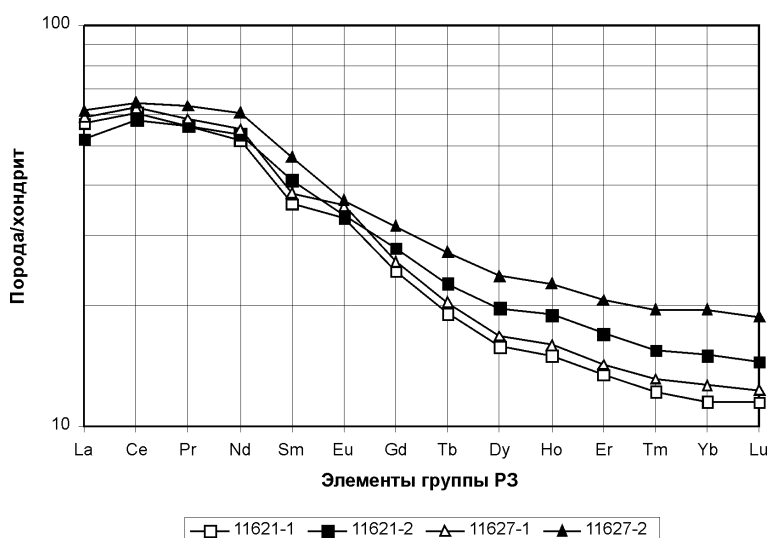


Рис. 4. Спектры редких земель непосредственно контактирующих цемента (пробы с индексом «1») и блоков метабазитовых брекчий (пробы с индексом «2»).

Главные выводы, вытекающие из изложенного материала, сводятся к следующему.

(1). Описанная зона брекчий является составной частью динамотермального ореола Платиноносного пояса, возникшего на месте главным образом вулканитов, превращенных при термальном воздействии габбро-ультрамафитовых тел в роговики [Ефимов, 1984]. На это, кроме сходства пород, указывает геологическое положение зоны брекчий: первые выходы обширно-

го поля габбро-норитов наблюдаются непосредственно к западу от изученного разреза, будучи отделены от него лишь небольшим закрытым промежутком.

(2). Наличие постепенных структурно-химических переходов на границах блоков и цемента свидетельствует о взаимодействии между двумя элементами брекчий. В то же время близкий фазовый состав блоков и цемента позволяет считать, что они близки к состоянию химического равновесия. Все это говорит в пользу предположения об образовании цемента на месте. Предположение об образовании его в результате инъекции магматической жидкости маловероятно: в этом случае взаимодействие магмы и обломков не могло быть настолько сильным, чтобы привести к выравниванию минерального состава пород при сохранении их структурных различий.

(3). Метабазитовые брекчии в восточном экзоконтакте Баранчинского массива нет оснований рассматривать как интрузивные брекчии. Они образовались в результате серии сложных и одновременных преобразований: метаморфизма вулканитов с превращением последних в роговики

(гранулиты низкого давления), хрупкой деформации последних, их гидратации и собирательной рекристаллизации в ослабленных зонах. Процесс, имевший тенденцию гранитизации, сопровождался метасоматическими изменениями и происходил в РТ-условиях высокой амфиболитовой фации. По-видимому, его можно связывать с мощным событием растяжения и гидратации, проявившимся во всех вещественных комплексах Платиноносного пояса Урала [Ефимов, 1999].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 04-05-96078 РФФИ-Урал).

Список литературы

- Ефимов А.А.* Габбро-гипербазитовые комплексы Урала и проблема офиолитов. М.: Наука, 1984. 232 с.
- Ефимов А.А.* Платиноносный пояс Урала: тектоно-метаморфическая история древней глубинной зоны, записанная в ее фрагментах // *Отечеств. геология*. 1999. № 3. С. 31-39.
- Малахова Л.В.* Петрология Тагильского сиенитового массива. Свердловск: Ин-т геологии УФАИ СССР, 1966. 144 с.