

В. И. СОТНИКОВ, Е. И. НИКИТИНА, А. А. ПРОСКУРЯКОВ,
Ю. Г. ЛАВРЕНТЬЕВ, Л. Н. ПОСПЕЛОВА

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА БИОТИТОВ
ИЗ ЗОН ЭКСПЛОЗИВНЫХ БРЕКЧИЙ ШАХТАМИНСКОГО
МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОЗОНДИРОВАНИЯ)**

(Представлено академиком В. А. Кузнецовым 16 XI 1971)

Среди немногочисленных новообразованных минералов в зонах эксплозивных брекчий, развитых на месторождениях медно-молибденовой рудной формации, одним из ведущих является биотит. Наиболее характерен он для цементирующей массы брекчий, которая часто представляет собой тонкоперетертый материал обломков, сцементированный мелкозернистым биотитом, магнетитом, кварцем с небольшой примесью апатита, рутила и др. Из-за тесного срастания биотита с перетертым материалом окружающих пород и другими новообразованными минералами и общего, обычно незначительного, количества его в брекчиях использование для изучения состава минерала химических анализов затруднительно. Объективную информацию в данном случае дает электронное микрозондирование.

На микрозонде MS-46 был исследован биотит из зон эксплозивных брекчий Шахтаминского молибденового месторождения. В табл. 1 для сравнения приведены результаты анализа биотитов из других пород, развитых на площади месторождения. Пересчет анализов произведен по кислородному методу без учета H_2O (на 11 атомов кислорода).

Шахтаминское месторождение (¹, ²) представлено серией кварц-молибденитовых жил и прожилковых зон среди крупного массива роговообманково-биотитовых гранитоидов (Шахтаминский массив), прорванных многочисленными дайками и отдельными штоками порфировых пород (по возрасту от основных к кислым), с которыми и связано молибденовое оруденение. На площади месторождения проявлено два морфологических типа эксплозивных брекчий: штокообразное тело брекчий, фиксирующее зону высокой активности, и серия жиллообразных брекчиевых тел (впервые выявлены в 1956 г. В. И. Сотниковым), развитых на удалении от этой зоны. Обломки в брекчиях представлены преимущественно вмещающими шахтаминскими гранитоидами, а цемент — тонкоперетертым материалом тех же пород, с новообразованными минералами. Формирование эксплозивных брекчий несколько предшествовало становлению порфировых тел.

Рассмотренные биотиты по своему химизму относительно близки друг к другу, что обусловлено, с одной стороны, принадлежностью их к единому эндогенному процессу (биотиты из порфировых пород и зон эксплозивных брекчий), а с другой — отмечаемой петрохимической и геохимической общностью между порфировыми образованиями и вмещающими их шахтаминскими гранитоидами.

Все биотиты являются относительно высокомагнезиальными, что, по-видимому, отражает пониженную кислотность минералообразующей среды (учитывая более основные свойства магния по сравнению с железом). По общей железистости $Fe / (Fe + Mg)$, % (см. табл. 1) особенно близки между собой биотиты из генетически связанных образований, включая

Таблица 1

Химический состав биотитов из пород Шахтаминского месторождения (%)

Компонент	№ 868	№ 869	№ 882	№ 121	№ 121 ^a	№ 122	№ 122 ^a	№ 881/2	№ 881/8	№ 881/5
SiO ₂	38,6	38,5	37,8	37,8	39,0	37,0	37,6	38,0	38,9	38,9
TiO ₂	4,22	3,81	4,66	4,18	3,83	3,26	3,64	3,91	3,91	3,99
Al ₂ O ₃	13,5	13,8	13,5	12,6	12,1	13,3	12,9	13,4	13,6	14,0
FeO	15,6	16,9	16,0	15,9	14,0	15,8	16,1	15,8	15,9	15,6
MnO	0,10	0,12	0,18	0,09	0,13	0,07	0,06	0,06	0,08	0,06
MgO	14,3	13,2	13,3	14,8	15,7	15,5	15,1	14,7	14,8	14,9
Na ₂ O	0,08	0,08	0,08	0,16	0,18	0,09	0,12	0,13	0,16	0,26
K ₂ O	10,0	9,94	9,57	10,1	9,40	9,45	9,69	9,81	9,67	9,62
Cl	0,15	0,18	0,16	0,09	0,11	0,22	0,21	0,14	0,15	0,12
Si	2,86	2,87	2,84	2,85	2,93	2,82	2,84	2,84	2,86	2,85
Ti	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21	0,18	0,20	0,22	0,21	0,22
Al	1,18	1,12	1,12	1,12	1,08	1,18	1,16	1,18	1,18	1,20
Fe	0,97	1,06	1,01	1,00	0,88	1,00	1,01	0,99	0,98	0,96
Mg	1,58	1,48	1,49	1,66	1,75	1,75	1,70	1,64	1,62	1,63
Na	0,01	1,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
K	0,94	0,94	0,92	0,96	0,90	0,91	0,93	0,93	0,91	0,90
Fe/(Fe + Mg), %	38,0	41,7	40,4	37,6	33,8	36,4	37,3	37,6	37,7	37,1
Al/(Al + Mg + Fe + Si), %	17,9	17,1	17,3	16,9	16,2	17,5	17,2	17,7	17,8	18,1
(Na + K)/Al	0,81	0,82	0,84	0,88	0,85	0,78	0,81	0,80	0,80	0,77
Группа щелочности	IV	IV	IV	V	V	IV	IV	IV	IV	IV

Примечание. №№ 868, 869 — Шахтаминские гранитоиды (вблизи кварц-молибденитовой жилы), № 882 — Шахтаминские гранитоиды; жильная эксплозивная брекчия: № 121 — обломки; № 121^a — цемент; штокообразная брекчия: № 122 — обломки, № 122^a — цемент; № 881/2 — лампрофир; № 881/8 — диоритовый порфирит; № 881/5 — гранит-порфир. Все железо — в виде FeO.

сюда и преобразованный биотит (№ 868) шахтаминских гранитоидов из экзоконтакта околосильных метасоматитов (аргиллизированные породы с разложившимся биотитом). Из этого ряда выделяется биотит цемента жильных брекчий (№ 121^a), характеризующийся заметно пониженной общей железистостью (33,8%). Железистость биотита самих шахтаминских гранитоидов (№ 882) несколько выше по сравнению с биотитом рудоносных порфировых пород. Повышенной железистостью характеризуется также и биотит (№ 869), отобранный из пробы гранитоидов, примыкающей к пробе № 868 из экзоконтакта метасоматитов.

На диаграмме Si / Al — (Mg + Fe) / Al (°) анализировавшиеся биотиты, за исключением биотитов из жильных брекчий (№№ 121; 121^a), попадают в IV группу повышенной щелочности гранитоидов с глиноземистостью в пределах 17—19. Биотиты жильных брекчий относятся к группе более повышенной щелочности (V), располагаясь в ней вблизи границы с IV группой. Глиноземистость их (особенно биотита цементирующей массы) понижена. Биотиты же из штокообразного тела по глиноземистости близки к биотитам порфировых пород.

В возрастном ряду последних (пробы биотита отобраны из пород сложной дайки: лампрофир-диоритовый порфирит — гранит-порфир) отмечается некоторое увеличение в составе биотита глинозема от основных пород к кислым, что, по-видимому, обусловлено дифференциацией магматического очага с некоторым снижением щелочности и повышением роли летучих. На снижение щелочности указывает и снижение отношения (Na + K) / Al в биотитах гранит-порфиров. Однако, судя по незначительному различию всех этих параметров, дифференциация была относительно слабой. Алюминий в биотитах порфировых пород не только входит в кислородные тетраэдры, но и находится в шестерной координации.

Несколько возрастает (по сравнению с биотитом неизмененных шахтаминских гранитоидов) глиноземистость преобразованных биотитов гранит-

гранитоидов экзоконтактовой зоны метасоматитов (№ 882, № 868). Отношение $(Na + K) / Al$ снижается.

Биотиты из разных морфологических типов эксплозивных брекчий несколько различаются и по глиноземистости. В то же время, биотиты обломков и цемента в одном типе брекчий по этому параметру довольно близки между собой, что особенно характерно для штокообразного брекчиевого тела.

В целом от эксплозивных брекчий (особенно, если исходить от цементирующей массы жильных брекчий) к гранит-порфирам отмечается возрастание глиноземистости биотитов. В этом же направлении устанавливается тенденция к снижению отношения $(Na + K) / Al$.

Для биотитов эксплозивных брекчий в зависимости от морфологии проявления последних фиксируется различный характер изменения отношений $Al / (Al + Mg + Si)$, % и $(Na + K) / Al$. В жильных брекчиях более глиноземистым является биотит из обломков (№ 121), он же характеризуется наиболее высоким (по сравнению со всеми изученными нами биотитами) отношением $(Na + K) / Al$. Для биотита цементирующей массы (№ 121^a) эти параметры относительно понижены. В целом при возрастании глиноземистости биотитов отмечается и увеличение отношения $(Na + K) / Al$.

В штокообразном теле брекчий биотит обломков также более глиноземистый по сравнению с биотитом цемента, но значение $(Na + K) / Al$ для него ниже, т. е. здесь возрастанию глиноземистости соответствует снижение этого отношения. В последнем случае мы имеем дело с той же тенденцией, что и для биотитов порфировых пород и преобразованного биотита гранитоидов из экзоконтактовой зоны метасоматитов. Согласно Маракушеву и Тарарину (³), подобная зависимость отмеченных отношений в темноцветных железо-магнезиальных минералах гранитоидов является отражением изменения режима их кислотности — щелочности, показателем которой может служить отношение $(Na + K) / Al$ в минералах, — они обогащаются алюминием.

Нарушение соотношений параметров в биотитах жильных брекчий, возможно, обусловлено недостаточной полной преобразованностью биотита обломков шахтаминских гранитоидов в процессе эксплозивного брекчирования (меньшая преобразованность обломков, сохраняющих во многом свою первоначальную форму, объясняется, очевидно, незначительным интервалом транспортировки и менее продолжительным воздействием высокотемпературной паро-газовой смеси по сравнению с условиями формирования штокообразного тела брекчий). Высокое отношение $(Na + K) / Al$ в этих биотитах (особенно в биотите из обломков гранитоидов) обусловлено, очевидно, повышенной химической активностью калия в процессе эксплозивного брекчирования (преимущественно на раннем этапе, — обломки гранитоидов в брекчий в значительной степени калишпатизированы). Не исключено также влияние на содержание истонит-сидерофиллитового компонента в биотитах высоких температур, характерных для процесса эксплозивного брекчирования. Именно с влиянием высоких температур связывают Маракушев и Тарарин (³) образование бедных глиноземом биотитов в экструзивных гранитоидах и кислых эффузивах по сравнению с биотитами нормальных среднетлубинных гранитоидов.

При сравнении глиноземистости биотитов из брекчий различных морфологических типов видно, что в случае жильных брекчий биотиты беднее глиноземом и характеризуются более высоким отношением $(Na + K) / Al$, что позволяет предполагать для этого типа брекчий формирование в условиях относительно повышенной щелочности. О повышенной щелочности преобразованных биотитов обломков жильных брекчий свидетельствует также увеличение в их составе титана, который даже частично вытесняет алюминий из кислородных тетраэдров (³). В этом плане биотит обломков приближается к биотиту шахтаминских гранитоидов (№ 882). Для более

достоверной оценки кислотности — щелочности образований необходим, по-видимому, учет температур минералообразования. Сейчас более или менее определенно можно отметить, что минералообразование в цементе шло при более высоких температурах, — особенно отчетливо это выявлено для жильных эксплозивных брекчий.

Различаются биотиты эксплозивных брекчий и по содержанию в них хлора. Наиболее высокие количества его отмечены для биотитов штокообразного брекчиевого тела (при равенстве его содержания в биотитах обломков и цемента), что, по-видимому, связано с выравниванием (в связи с интенсивной проработкой) термодинамических параметров во всей зоне брекчирования. Интересно, что сосуществующий с биотитом апатит из этого брекчиевого тела также обогащен хлором (¹). В то же время, в апатите из жильных брекчий содержание хлора заметно снижается. По-видимому, процесс эксплозивного брекчирования в зоне формирования штокообразного брекчиевого тела, в отличие от зон жильных брекчий, происходил при большей активности хлора.

Таким образом, биотиты эксплозивных брекчий, при всей их общности с биотитами порфировых пород (являющимися образованиями того же эндогенного процесса) и близости к биотитам вмещающих шахтаминских гранитоидов, имеют некоторые особенности состава, обусловленные формированием их в специфических условиях эксплозивного брекчирования. Наибольшие отличия, связанные, очевидно, с повышенной щелочностью и высокими температурами, характерны для биотитов жильных брекчий. Биотиты штокообразного брекчиевого тела, пространственно более приближенного к относительно крупному штокообразному телу гранит-порфиров (не исключена и их временная и генетическая близость), практически идентичны по составу биотитам порфировых пород рудоносного магматического комплекса.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
3 XI 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. В. Сидоренко, Геология и петрология Шахтаминского интрузивного комплекса, Изв. АН СССР, 1961. ² В. И. Сотников, Тр. Инст. геол. рудн. месторожд., петрогр., минерал. и геохим., в. 41 (1961). ³ А. А. Маракушев, И. А. Тарарин, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1965). ⁴ В. И. Сотников, Е. И. Никитина и др., Геохимия, № 2 (1971).