

## АНГИДРИТ ИЗ АПОГРАНИТНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ ШАБРОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

*Ю. В. Ерохин, В. В. Хиллер*

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург,  
erokhin-yu@yandex.ru*

Геология и минералогия Шабровского месторождения достаточно подробно описана в работах многих исследователей [Коренбаум, 1967; Огородников и др., 2000; Бакшеев и др., 2006 и др.]. Геология месторождения заключается в том, что небольшие тела гипербазитов залегающие согласно с метаморфитами Сысертского комплекса превращены в тальк-карбонатные породы и пронизаны многочисленными дайками основного и кислого состава. Дайки местами интенсивно будинированы и метасоматически преобразованы. Размеры будин варьируют в широких пределах от первых десятков сантиметров до нескольких десятков метров. Возраст апогранитных метасоматитов нами установлен как нижнепермский по данным К-Аг датирования валовых проб и монофракций слюд [Ерохин и др., 2003]. Формирование тальк-карбонатных пород Шабровского месторождения протекало при участии флюидов магматического происхождения при температуре 285–350 °С и давлении 1.2–3 кбар при высокой фугитивности кислорода, которая к концу процесса, вероятно, несколько снизилась, но при этом произошло увеличение активности серы [Бакшеев и др., 2006].

Ангидрит установлен нами в дайке метасоматически измененных гранитоидов в западном борту карьера «Старая линза». В длину тело составляет около 10 м при ширине до 1 м. От первичного состава дайки не осталось даже реликтов и все тело представляет собой метасоматическую колонку (в поперечном разрезе): талькит, хлоритолит, турмалин-хлоритовая порода, альбит-флогопитовая порода с турмалином, турмалиновая порода, турмалин-хлоритовая, хлоритовая и талькит [Огородников и др., 2000]. Блоки турмалинита приурочены к центральным частям метасоматической колонки и достигают метровой длины. При этом их ширина достигает 30–40 см. Они часто рассеяны кварц-турмалиновыми жилами, мощностью в несколько см. Вокруг тел турмалинитов обычно наблюдается карбонатная кайма до 10–15 см отделяющая их от хлоритолитов. Иногда карбонатная порода наблюдается в виде обычных прожилков секущих хлоритолит. Далее идет хлоритовая зона мощностью до нескольких десятков см и вмещающая тальк-карбонатная порода. В карбонатной зоне содержится большое количество акцессорных минералов, таких как турмалин, фторапатит, альбит, рутил, магнетит и монацит. Сам породообразующий карбонат представлен доломитом следующего состава  $\text{Ca}_{0.99}(\text{Mg}_{0.83}\text{Fe}_{0.16}\text{Mn}_{0.02})_{1.01}(\text{CO}_3)_2$  с миналами доломита – 82 %, анкерита – 16 % и кутнагорита – 2 %. Именно в карбонатной зоне нами и был обнаружен безводный сульфат кальция – ангидрит.

Минерал слагает мелкие изометричные, реже слабовытянутые зерна, размером не более 20–30 мкм, в массе доломита. Ангидрит образует включения в индивидах доломита, в интерстициях и по трещинам карбоната не отмечался. Подобные образования уже описывались в открытой литературе и наблюдались в магнезиальных скарнах Слюдянки, где ангидрит образует сингенетичные микровключения в кальците и апатите из флогопитовых жил [Резницкий, 1976]. Сульфат не имеет окраски, прозрачный, сильно светится под электронным пучком (именно это свойство позволило обнаружить минерал). Контакт сульфата с окружающим карбонатом резкий. Зерна имеют ясный рельеф и не несут следов развития вторичного гипса. По данным изучения на микрозонде (см. табл. 1) ангидрит характеризуется близким к теоретическому составом и немного отличается повышенным содержанием стронция (SrO до 1.8 мас. %) и железа

## Химический состав (в мас. %) ангидрита из метасоматита (обр. Ш-1006)

Элементы	MgO	SO <sub>3</sub>	CaO	FeO	SrO	Сумма
1	0.02	57.42	40.54	0.22	1.83	100.03
2	0.01	57.60	41.56	0.29	1.74	101.20
3	0.09	54.37	43.55	0.30	1.65	99.96
4	0.01	57.02	42.33	0.22	1.60	101.18
5	0.02	57.19	41.09	0.26	1.72	100.28
Кристаллохимические формулы						
1	$(Ca_{0.98}Sr_{0.05})_{1.03}[S_{0.97}O_4]$					
2	$(Ca_{0.99}Sr_{0.04}Fe_{0.01})_{1.04}[S_{0.96}O_4]$					
3	$(Ca_{1.04}Sr_{0.04}Fe_{0.01})_{1.09}[S_{0.91}O_4]$					
4	$(Ca_{1.01}Sr_{0.04})_{1.05}[S_{0.95}O_4]$					
5	$(Ca_{0.99}Sr_{0.04}Fe_{0.01})_{1.04}[S_{0.96}O_4]$					

*Примечание:* анализы сделаны на Cameca SX-100 (ИГГ УрО РАН, аналитик В. В. Хиллер).

(FeO до 0.3 мас. %). Пересчет составов показал некоторое завышение кальция относительно серы, что, скорее всего, является результатом влияния вмещающей карбонатной матрицы.

Ангидрит может образовываться в различных гипогенных и гипергенных условиях, при этом наиболее значительные его концентрации связаны с обстановками аридного осадконакопления в изолированных соленосных лагунах и водных бассейнах, обогащенных сернокислым кальцием [Еремин, 2004]. На Урале, по данным Н. П. Юшкина с коллегами [Юшкин и др., 1986], сульфат встречался в различных генетических обстановках: в анортитовых и роговообманковых габбро-пегматитах, известковистых скарнах (Гумбейка, Соколово-Сарбайское и т.д.), золоторудных и колчеданных месторождениях (обычно в кварц-сульфидных жилах и собственных скоплениях во вмещающих сланцах), эвапоритах пермского и карбонового возраста. Кроме того, минерал установлен в горелых отвалах Челябинского угольного бассейна [Чесноков, Щербакова, 1991], в эгирин-авгитовых пегматитах Вишневых гор [Макагонов, 1986] и в твердых выбросах Карабашского медеплавильного комбината [Белогуб и др., 2003].

Термодинамические расчеты в системе Ba–Ca–Fe–Na–Cl–S–H<sub>2</sub>O в диапазоне 50–550 °С и давлении паров H<sub>2</sub>O до 1000 бар показали, что зона ангидрита в ассоциации с магнетитом при 480 °С сменяется зоной ангидрита и пирротина, при 360 °С к ним присоединяется пирит, а ниже 360 °С ангидрит исчезает [Сорокин и др., 1998]. Таким образом, учитывая, что шабровский ангидрит находится в ассоциации с титаномагнетитом, можно предполагать его кристаллизацию в диапазоне 480–550 °С, что немного выше температур образования шабровских тальк-карбонатных пород. Кстати, температура кристаллизации включений ангидрита в кальците флогопитовых зон Слюдянки [Резницкий, 1976] оценивается в интервале от 360–380 до 550 °С. Источником кальция для сульфата, по всей видимости, послужил окружающий доломит, а сера изначально содержалась в виде халькогенидов в матрице серпентинитов, которые позднее преобразовались в тальк-карбонатные породы.

Таким образом, в пределах Шабровского рудного поля установлено развитие сульфатной минерализации, ранее неизвестной на данном объекте. По всей видимости, изученный ангидрит является самым ранним и высокотемпературным минералом серы в шабровских метасоматитах, при дальнейшем снижении температуры в породах отлагались сульфиды (пирит, халькопирит, блеклые руды, джарлеит, халькозин и т.д.).

## Литература

- Бакшеев И. А., Сазонов В. Н., Устинов В. И., Ерохин Ю. В., Филимонов С. В., Прокофьев В. Ю., Raimbault L.* Генезис Шабровского месторождения талькового камня (Средний Урал), по данным изучения минералогии, флюидных включений и стабильных изотопов // Уральская минералогическая школа–2006. Сборник статей. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. С. 14–32.
- Белогуб Е. В., Удачин В. Н., Кораблев Г. Г.* Карабашский рудный район (Южный Урал): Материалы к путеводителю геолого-экологической экскурсии. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. 40 с.
- Ерёмин Н. И.* Неметаллические полезные ископаемые. М.: Изд-во МГУ, 2004. 207 с.
- Ерохин Ю. В., Прибавкин С. В., Иванов К. С., Калеганов Б. А.* О возрасте метасоматитов Шабровского месторождения тальк-магнезитового камня, Средний Урал // Материалы научной конференции «IX чтения А. Н. Заварицкого». Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2003. С. 171–172.
- Коренбаум С. А.* Минеральные парагенезисы тальковых месторождений. М.: Наука, 1967. 279 с.
- Макагонов Е. П.* Первая находка ангидрита в эгирин-авгитовых пегматитах Вишневых гор // Новые и малоизученные минералы и минеральные ассоциации Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 104–105.
- Огородников В. Н., Сазонов В. П., Поленов Ю. А., Григорьев В. В.* Шабровский рудный район (Средний Урал). Геологическая позиция, продуктивные вещественные комплексы, оруденение. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000. 80 с.
- Резницкий Л. З.* Сингенетичные микровключения ангидрита в кальцитах и апатитах флогопитовых жил Слюдянки // Доклады АН СССР, 1976. Т. 226. № 2. С. 433–436.
- Сорокин В. И., Дадзе Т. П., Каширцева Г. А.* Сульфид-сульфатная зональность в гидротермальном рудообразовании: термодинамические расчеты // Экспериментальное и теоретическое моделирование процессов минералообразования. М.: Наука, 1998. С. 341–354.
- Чесноков Б. В., Щербакова Е. П.* Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна: опыт минералогии техногенеза. М.: Наука, 1991. 152 с.
- Юшкин Н. П., Иванов О. К., Попов В. А.* Введение в топоминералогию Урала. М.: Наука, 1986. 294 с.