

Н.М.Дружинина

ТАУМАСИТ ИЗ ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УРАЛ)

Таумасит - минерал сложного состава, содержащий анионные радикалы $[\text{SiO}_4]^{4-}$, $[\text{CO}_3]^{2-}$ и $[\text{SO}_4]^{2-}$. Он открыт в 1874 году О.Гумелиусом на месторождении Орескутан в Швеции.

На территории бывшего СССР большинство находок таумасита связано со скарновыми месторождениями Южной Осетии, Центрального Казахстана, Урала; также он обнаружен в связи с андезитово-базальтовыми лавами Южной Грузии [7], с траппами Талнахского рудного узла [6] и с ультраосновным и щелочным магматизмом - в кимберлитах Якутии [8] и на Кольском полуострове, где он приурочен к контактам сиенитов и ультраосновных массивов [5].

На Урале таумасит впервые был установлен в 1948 году Д.С.Коржинским на Турьинских скарновых месторождениях меди, где он являлся продуктом разложения волластонитовых и волластонит-гранатовых скарнов [4]. Позже этот минерал был описан на Ново-Кусинском месторождении в районе Николае-Максимилиановской копи, на Соколовско-Сарбайском месторождении, в экзогенной термоаномалии горы Янган-Тай [2, 1].

Таумасит на Северогусевогорском месторождении, находящемся в 100 км севернее г.Н.Тагила (Средний Урал), был в 1993 году установлен в образце из данного месторождения, переданном проф. О.К.Ивановым для исследования.

Северогусевогорское месторождение приурочено к Гусевогорскому пироксенитовому массиву, который имеет размер 8,5x2,5 км и совместно с Качканарским составляет Качканарско-Гусевогорский габбро-пироксенитовый плутон. Последний, в свою очередь, входит в состав Платиноносного пояса Урала, расположенного среди основных вулканитов $\text{O}_2\text{-S}_2$ в западном крыле Тагильского прогиба. Плутон сложен ультрамафитами, габброидами и плагиогранитами. Ультрамафиты Гусевогорского массива представлены клинопироксенитами, оливиновыми и магнетитовыми клинопироксенитами и оливинитами. Габбро присутствуют в виде кольцевой интрузии вокруг пироксенитового массива [3]. Клиннопироксениты разбиты тектоническими нарушениями, которые фиксируются дайками плагиоклазитов [9].

Таумасит установлен в образце из скважины 3171 с глубины 190 м, представляющем собой контакт дайки плагиоклазита с клинопироксенитом (рис.1). Контакт резкий, с неровными или волнистыми очертаниями; по нему на всем его протяжении идет трещина мощностью 0,1-0,3 см, заполненная параллельно-шестоватым агрегатом таумасита. Им же выполнено несколько мелких трещинок длиной от 1,5 до 4,5 см, которые располагаются в клинопироксените под углом 30° к контакту. Шестики в агрегате перпендикулярны стенкам трещины. В местах соприкосновения агрегата таумасита со стенками по нему развивается жирный на ощупь, белый порошокатый минерал, рентгеновски определенный как монтмориллонит с наиболее интенсивными отражениями 18,000; 8,400; 4,570; 2,570 Å.

В прожилках таумасита отмечается редкая вкрапленность хорошо ограненных кристаллов пирита размером около 1 мм, а также кальцит, присутствие которого подтверждается данными электронной микроскопии.

Агрегат таумасита имеет восково-белый цвет и восковый блеск. В иммерсионном препарате минерал наблюдается в виде игольчатых и длиннопризматических зерен, в одном из них обнаружено агрегативное строение. Под электронным микроскопом при увеличении 4400 наблюдается тонкошестоватый агрегат кристаллов длиннопризматического габитуса с совершенной спайностью и размером индивидов 0,01x0,01x0,01 (рис.2).

Показатели преломления, измеренные в иммерсионных жидкостях, следующие: $n_p = 1,453 \pm 0,004$, $n_g = 1,492 \pm 0,002$, $\Delta = 0,039$, $l = (-)$, $c:n_p = 0$. Под микроскопом устанавливается спайность в одном направлении - параллельно удлинению.

Твердость агрегата по шкале Мооса около 3. Плотность, определенная пикнометрическим методом, составляет 1,8943 г/см.

Таумасит окрашивает пламя в кирпично-красный цвет (Ca), в холодной серной кислоте (HCl) «вскипает» ($\text{CO}_2 \uparrow$), растворяется в ней, оставляя белый порошокатый осадок. В закрытой трубке белеет, выделяя много воды.

Дифрактограмма таумасита из Северогусевогорского месторождения, полученная в лаборатории УГИ (аналитик Сапожникова Н.Г.), почти полностью идентична эталонной из ASTM (на дифрактограмме



Рис. 1. Жилки таумасита (3) в клинопироксените (1) и на контакте плагиоклазита (2) и клинопироксенита



Рис. 2. Агрегат шестоватых кристаллов таумасита под электронным микроскопом (увел. 4,4 тыс. раз)

исследуемого образца отсутствует пик 2,599). Параметры элементарной ячейки ($a_0 = 11,06$, $c_0 = 10,03$) совпадают с эталонными данными (см. таблицу).

Дифференциальный термический анализ проведен на дериватографе 0-1500 Петрищевой В.Г. (ИГиГ УрО РАН) с навеской 104 мг. Кривая нагревания характеризуется эндотермическими эффектами при 90°, 160°, 216° (суммарная потеря веса составляет 17,8%), которые связаны с удалением почти всей воды. В отличие от эталонного таумасита не установлен экзотермический эффект при 730°, обусловленный образованием CaSO_4 и $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$, зато присутствует эндотермический эффект при 700°, 767° и 820° (потеря веса 9,6%), вероятно, он связан с диссоциацией присутствующего в навеске кальцита. Возможность появления его в агрегате таумасита подтверждена и оптически, но в другой пробе. Потеря

Результаты расчета дифрактограммы таумасита из Северогусевогорского месторождения в сравнении с эталонной дифрактограммой таумасита из ASTM

Образец 3172/190		Таумасит из ASTM				Образец 3172/190		Таумасит из ASTM			
NN	I	d	hkl	d	hkl	NN	I	d	I	d	hkl
1	100	9,600	100	9,560	100	25	40	2,110	5	2,106	313
2	20	7,080	2	7,040	101	26	25	2,090	2	2,086	410
3	60	5,600	40	5,510	110	27	15	2,040	4	2,045	411
4	45	4,880	5	4,880	110	28	25	2,020	3	2,019	322
5	40	4,760	5	4,760	200	29	25	1,942	3	1,936	412
6	40	4,590	6	4,560	102	30	60	1,917	10	1,911	500
7	30	4,340	4	4,340	201	31	45	1,813	3	1,809	331
8	80	3,800	16	3,780	112	32	25	1,784	3	1,778	421
9	35	3,630	1	3,610	210	33	20	1,739	3	1,733	322,006
10	50	3,530	6	3,510	202	34	15	1,698	2	1,692	511
11	90	3,440	20	3,410	211	35	20	1,632	4	1,626	414
12	95	3,200	16	3,180	300	36	30	1,598	4	1,592	600
13	20	3,050	1	3,040	301	37	15	1,575	1	1,570	430
14	20	2,925	1	2,935	113	38	20	1,556	1	1,551	431
15	40	2,760	2	2,755	220	39	20	1,546	1	1,538	513
16	80	2,730	14	2,713	302	40	15	1,437	1	1,467	226,107
17	30	2,660	4	2,649	310						
18	-	-	1	2,599	004						
19	60	2,570	10	2,565	311						
20	50	2,500	10	2,499	213						
21	30	2,370	4	2,357	312						
22	10	2,290	1	2,282	204						
23	50	2,200	6	2,191	320						
24	50	2,160	13в	2,155	402,223						

Примечание. Условия съемки ДРОН-2, $\text{Cu K}\alpha$; 25 кВ, 20 мА, 1 град/мин, аналитик Сапожникова Н.Г.

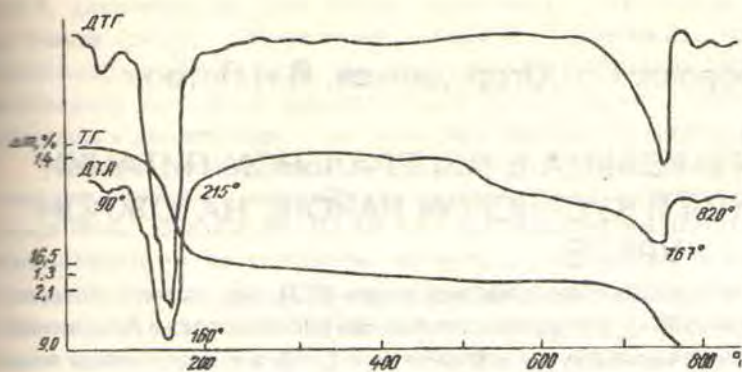


Рис. 3. Термограмма таумасита

3220 см⁻¹ фиксируют ОН-связи; в области деформационных колебаний молекул воды отмечаются 2 полосы 1630 и 1680 см⁻¹. Интенсивное поглощение с максимумом 1085 см⁻¹ идентифицируется наличием сульфат-аниона. Валентным колебаниям кремне-кислородных связей соответствуют полосы поглощения 870 и 995 см⁻¹. В области 440-730 см⁻¹ поглощение обусловлено перекрывающимися колебаниями CO₃²⁻, SO₄²⁻ (ν₂ и ν₄) - и SiO - групп. Данными спектроскопии комбинационного рассеяния подтверждено

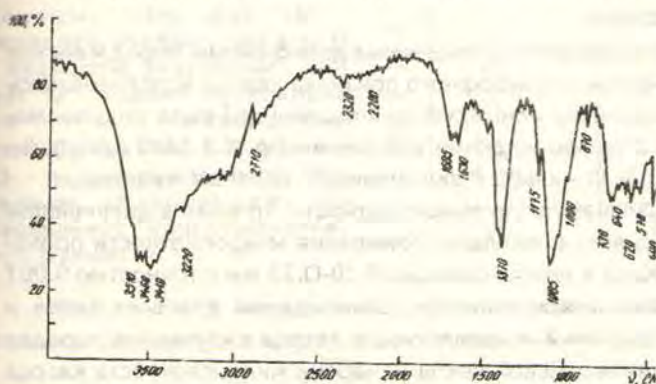


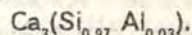
Рис. 4. ИК-спектроскопия таумасита

наличие в структуре таумасита связей Si-O (1030-998 см⁻¹) и карбонат-аниона с пиком 1085 см⁻¹ (рис.4).

массы составляет 32,5% (до 1000°C). При охлаждении от 1000°C до 500°C обратимых эффектов нет (рис.3).

Микронзондовым анализом установлен состав таумасита (мас. %): Si - 9,68, Al - 0,23, Fe - 0,04, Ca - 34,78, S - 9,16, Mn - 0,035. По данным ДТА, содержание CO₂ - 13,1, SO₃ - 12,9, H₂O - 41%.

Идеализированная формула таумасита:



ИК-спектры получены в лаборатории Института химии УрО РАН на приборе SPEKORT 75-IR и отражают область колебаний 400-4000 см⁻¹. Валентные колебания с пиками 3410, 3460, 3510 и

3220 см⁻¹ фиксируют ОН-связи; в области деформационных колебаний молекул воды отмечаются 2

полосы 1630 и 1680 см⁻¹. Интенсивное поглощение с максимумом 1085 см⁻¹ идентифицируется наличием

сульфат-аниона. Валентным колебаниям кремне-кислородных связей соответствуют полосы поглощения

870 и 995 см⁻¹. В области 440-730 см⁻¹ поглощение обусловлено перекрывающимися колебаниями

CO₃²⁻, SO₄²⁻ (ν₂ и ν₄) - и SiO - групп. Данными спектроскопии комбинационного рассеяния подтверждено

наличие в структуре таумасита связей Si-O (1030-998 см⁻¹) и карбонат-аниона с пиком 1085 см⁻¹

(рис.4).

Так как прожилки таумасита располагаются непосредственно на контакте с плагиоклазитовой

жилкой или вблизи нее, то образование таумасита, вероятнее всего, определяется постагматическими

растворами, связанными с плагиоклазитами. В результате их воздействия происходили серицитизация

плагиоклазов, развитие по краям жил монтмориллонита, а также вынос некоторых компонентов во

вещающие породы и заполнение трещин агрегатом таумасита.

По отношению к таумаситу монтмориллонит является более ранним образованием: его зерна

обнаружены микронзондовым анализом в агрегате таумасита даже после частичного растворения

последнего, т.е. таумасит кристаллизовался в интервале температур, при которых устойчив монтмориллонит

(100-150°C).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дольников В.А., Зверев В.Н. О таумасите эндогенной термоаномалии Янган-Тау // Доклады АН СССР. - 1981. - т.261, N5. - С. 1212-1214.
2. Жабин А.Г. Таумасит из района Николае-Максимилиановской копи на Южном Урале // Тр. МГРИ им. С.Орджоникидзе. - 1957. - т.31. - С. 134-141.
3. Иванов О.К., Зворская С.В. Новые данные о структуре Качканарско-Гусевогорского габбро-пироксенитового плутона (Урал) // Доклады АН СССР. - 1990. - т.313, N4. - С. 121-126.
4. Коржинский Д.С. Петрология Турьинских скарновых месторождений меди // Тр. Ин-та геол. наук, вып. 68. Серия рудных месторождений (N 10). - 1948. - С. 113-114.
5. Портнов А.М., Солнцев Б.Л. О таумасите с Кольского полуострова // Новые данные о минералах // Тр. Мин. музея. - 1971. - Вып. 20. - С. 217.
6. Рябов В.В., Столповская В.Н. Таумасит из Талнахского рудного узла (Северо-запад Сибирской платформы) // Геология и геофизика. - 1973. - N 11. - С. 111-114.
7. Степанов В.И., Матросова Т.И., Быкова А.В. О генезисе таумасита из различных типов месторождений и его химический состав // Новые данные о минералах. / Мин. музей им. Ферсмана А.Е., вып. 29, 1981.
8. Смирнов Г.И., Харьков А.Д. Таумасит в кимберлитах Якутии // Геология и геофизика. - 1960. - N 12. - С. 116-118.
9. Фоминых В.Г., Самойлов П.И., Максимов Г.С., Макаров В.А. Пироксениты Качканара / УФАН СССР. ИГиГ. - Свердловск, 1967. - 190 с.
10. ASTM - Американская рентгеновская картотека.