

В. А. Попов, Ю. С. Кобяшев

## НАХОДКИ АСТРОФИЛЛИТА, БРОККИТА И МОТТРАМИТА В ИЛЬМЕНСКИХ ГОРАХ

V. A. POPOV, YU. S. KOBYASHEV. OCCURENCES OF  
ASTROPHYLLITE, BROCKITE AND MOTTRAMITE IN  
THE ILMEN MOUNTAINS

Occurrences of astrophyllite, brockite, and mottramite have been found in the pegmatites of the Ilmen mountains.

В 1991—93 годах при ревизионных минералогических работах на копиях 405, 232 и 71 Ю. С. Кобяшевым обнаружены минералы, ранее в Ильменских горах неизвестные. Ниже приводятся результаты их изучения.

**Астрофиллит**  $(K,Na)_3(Fe,Mn)_7Ti_2Si_8O_{24}(O,OH)_7$

Первая находка минерала из ряда астрофиллит-куплетскит в Ильменских горах сделана В. О. Поляковым в жиле амазонитового гранитного пегматита, обнаруженной Е. П. Макагоновым в 1978 году в новом щебеночном карьере на западном склоне хребта Малый Ильмень. Минерал по данным лазерного микроанализа и по рентгенограмме ближе соответствует куплетскиту [4].

Астрофиллит найден в копи 405, заложеной Б. А. Макаровичным [3] на южном отроге Ишкульского хребта в 1952 году на «жиле с эгирином и чевкинитом».

Жила копи 405 представляет собой гранитный пегматит среди переслаивающихся биотитовых и амфибол-пироксеновых сиенито-гнейсов (рис. 1). В прослоях гнейсовидных биотитовых сиенитов Б. А. Макаровичным при описании шлифов отмечены микроклин-микрпертит, кислый плагиоклаз, коричневый биотит, мелкий корунд в мусковитовых оторочках, титанит и шпинель. В пироксен-

амфиболовых сиенитах кроме пироксена и амфибола им названы микропертит, переходящий в антипертит, титанит, циркон и апатит. Пегматитовое тело походит на аплитовую жилу с участками реликтового крупнозернистого строения. Сильно проявлены пластическая деформация и рекристаллизация кварца и полевых шпатов. Зональности не наблюдается.

Кристаллы эгирина в кварц-полевошпатовой массе местами достигают в длину 25 см. Они поломаны, обломки растащены и повернуты относительно друг друга (рис. 2). Общий минеральный состав жилы по Б. А. Макаровичу: микроклин-пертит, олигоклаз-андезин, кварц, эгирин, чевкинит, Mn-ильменит, амфибол, пирохлор, титанит, монацит, циркон, магнетит, бетафит, пирит, торит, настуран. Теперь к этому списку добавляется астрофиллит, образующий коричневые зерна с совершенной спайностью.

В реликтовых грубозернистых участках жилы можно частично восстановить историю кристаллизации минералов. Так, по индукционным поверхностям между кварцем, полевым шпатом и эгирином можно говорить об их одновременной кристаллизации в полости, где к ним, ближе к концу кристаллизации, присоединились чевкинит, ильменит, циркон, пирохлор, торит и астрофиллит (рис. 2, 3). В эгирине нет признаков изменения формы во времени, все отмеченные на рис. 3 формы кристаллов минералов являются соответственными (образовались одновременно в одной среде). Форма кристаллов астрофиллита точно не известна, идиоморфных поверхностей не обнаружено, но можно сказать, что они таблитчатые по {001}. После кристаллизации этого сложного парагенезиса в полости отложились поздние кварц и полевые шпаты, по отношению к которым эгирин, циркон, пирохлор, ильменит и чевкинит имеют идиоморфные верхние головки кристаллов. Позднее минеральный агрегат жилы пластически деформирован,

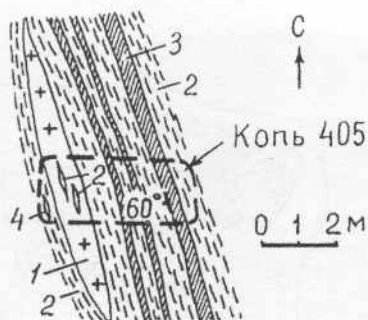


Рис. 1. Схематический геологический план района копи 405: 1 — жила эгиринового гранитного пегматита, 2 — биотитовые сиениты, 3 — амфибол-пироксеновые фениты, 4 — полевошпатовая жила с цирконом.

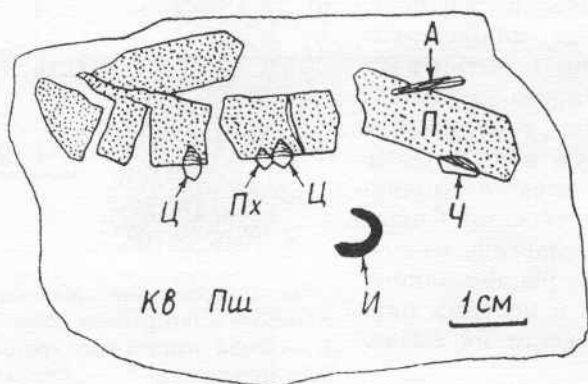


Рис. 2. Зарисовка одного из музейных образцов из копи 405: астрofilлит (А), ильменит (И), пирохлор (Пх), циркон (Ц), чевкинит (Ч) и эгирин (П, крап) в среднезернистой массе кварца и полевого шпата (Кв, Пш).

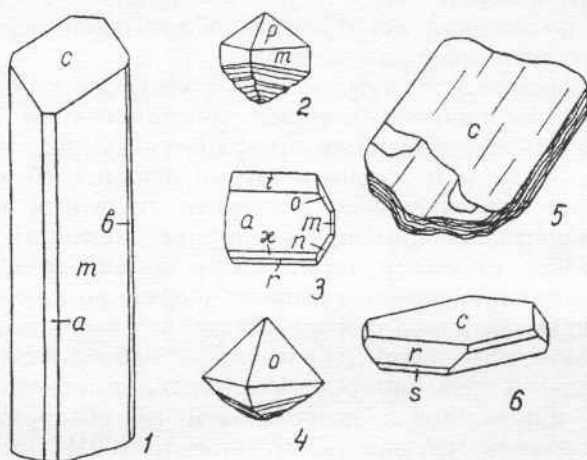


Рис. 3. Соответственные формы кристаллов минералов из пегматитовой жилы копи 405: 1 — эгирин, 2 — циркон, 3 — чевкинит, 4 — пирохлор, 5 — астрofilлит, 6 — марганцевый ильменит.

после чего кварц и полевой шпат большей частью рекристаллизованы, а ильменит, астрофиллит и эгирин остались скрученными, изогнутыми.

Диагностика астрофиллита подтверждена оптически, рентгенометрически и изучением состава. Показатели преломления измерены в иммерсионных жидкостях:  $n_g$  1.754,  $n_p$  1.713. Основные отражения на дифрактограмме ( $d$ , Å): 10.6 (10), 3.52(9), 2.64 (8), 2.11(4) (ДРОН 2.0, аналитик Л. А. Паутов). На энергодисперсионном спектре основными компонентами являются Si, K, Na, Ti, Mn, Fe, примесными — Nb и Ca; Fe примерно в два раза больше, чем Mn (микроскоп SEM-535M с приставкой PV 9900 Edax, аналитик Л. А. Паутов). С учетом этих данных минерал изучен на микронзонде (мас. %): TiO<sub>2</sub> 8.13, FeO 25.11, MnO 11.23, SiO<sub>2</sub> 37.25, Na<sub>2</sub>O 2.65, K<sub>2</sub>O 4.45, сумма 88.82 (ЖХА-5, аналитик В. А. Вилисов, Институт геол. и геохимии УрО РАН).

Эта находка астрофиллита в эгириновом гранитном пегматите Ильменских гор по парагенезису минералов весьма близка астрофиллиту из щелочных гранитов Козлиных гор Уфалейского комплекса [1]. По-видимому, следует пересмотреть материалы по щелочным гранитам Ильменских гор, в которых Л. В. Пирсон в 1900 году, а затем позднее А. Н. Заварицкий указывали эгирин и щелочной амфибол [2].

#### **Броккит (Ca,Th)(PO<sub>4</sub>)·H<sub>2</sub>O**

Минерал установлен нами в жиле гранитного пегматита (копь 232), детально охарактеризованной В. И. Поповой и А. А. Левановым [6] и известной широким развитием фосфатов по работам Б. В. Чеснокова [7]. Броккит образует зональные псевдоморфозы по тетрагональному минералу, выросшему совместно с крупными таблицами биотита и мусковита, с танталитом, спессартином, альбитом, ганитом. На некоторых псевдоморфозах сохранились блестящие грани на головках кристаллов. Замеры углов между гранями ближе всего соответствуют кристаллам ксенотима. Это были короткопризматические кристаллы с гранями  $a\{100\}$  и  $z\{111\}$ . Мусковит и биотит в агрегате образуют синтаксические сростания, а у сингенетичных с ними минералов наблюдаются индукционные поверхности одновременного роста как с биотитом, так и с мусковитом.

## Рентгенограмма броккита из копи 232

I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å
6	4.35	9	2.827	7	1.858	3	1.669
3	3.45	5	2.368	4	1.745	2	1.555
2	3.335	8	2.144	3	1.705	1	1.504
10	3.031	2	1.914				

Примечание. РКД-57.3 мм. Аналитик Н. И. Кашигина, ИМин.

Броккитовый агрегат состоит из весьма мелких индивидов, слабо различимых даже при очень больших увеличениях оптического микроскопа. Поэтому измерен средний показатель преломления — 1.685. Цвет агрегата белый, коричневатый, зонально распределенный параллельно граням замещенного ксенотима. Твердость агрегата около 4 по шкале Мооса. Блеск матовый.

В энергодисперсионном спектре броккита обнаруживаются основные компоненты Th, Ca, P и примесные — Si, Ti, As, S, Pb, Cu, Ga, TR (РЭММА-202М, аналитик В.А.Котляров, Институт минералогии УрО РАН). Неполный микронзондовый анализ показал следующий результат (мас. %): Се 0.52, Са 10.11, Р 14.24, Th 34.43 (ЖХА-5, аналитик В.А.Вилисов, Институт геологии и геохимии УрО РАН). Из этих данных рассчитана кристаллохимическая формула, если принять фосфор за единицу:  $(Ca_{0.55}Th_{0.33}Ce_{0.01})_{0.89}PO_4 \cdot H_2O$ .

Рентгенограмма броккитового агрегата содержит 14 линий (табл. 1), из которых линия с  $d = 3.335 \text{ \AA}$ , возможно, принадлежит реликтам ксенотима, а линию 1.504 трудно идентифицировать (возможна примесь куприта при учете меди в энергодисперсионном спектре и красноватого цвета некоторых зон агрегата броккита). Остальные линии соответствуют броккиту.

Таким образом, кроме 6 известных фосфатов в копи 232 (апатит, монацит, триплит, ушковит, калуитинит, матвевит) добавляется еще два — броккит и ксенотим. Броккит — уже второй минерал из группы рабдофана, открытого в Ильменах ранее [5]. По-видимому, это первое описание броккита в России.

#### Моттрамит $PbCu(VO_4)(OH)$

Минерал обнаружен при пересмотре отвалов копи 71, заложенной на жиле амазонитового пегматита штейгером Миасского завода Антоном Кочевым до 1824 года [2].

Таблица 2

Рентгенограмма моттрамита из копи 71

I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å
8	5.08	7	2.86	3	1.872	2	1.503
3	4.65	6	2.67	9	1.764	1	1.467
4	4.22	6	2.586	1	1.722	5	1.342
3	4.01	7	2.296	1	1.696	6	1.253
6	3.56	5	2.066	7	1.649	4	1.118
3	3.33	3	1.973	2	1.618	2	1.079
10	3.24	1	1.925	6	1.543	1	1.035

Примечание. РКД-57.3, FeK $\alpha$  -излучение, аналитик П. В. Хворов, Ильменский заповедник.

В дымчатом кварце по трещине видны пленки черного, коричневого и зелено-бурого цвета с сильным блеском.

В энергодисперсионных спектрах пленок моттрамита разного цвета различий нет, присутствуют только Pb, Cu, V (РЭММА-202М, аналитик В. А. Котляров, Институт минералогии). Рентгенограмма (табл. 2) соответствует моттрамиту.

Моттрамит в амазонитовом гранитном пегматите является гипергенным минералом. Компоненты для его образования могли быть заимствованы от окисляющихся в зоне гипергенеза сульфосолей и сульфидов свинца и меди — аксессуарных минералов пегматитов и вмещающих амфиболитов. Сложнее предположить происхождение ванадия. Одно из предположений может быть связано с гидратацией биотита и выветриванием пироксена, количество которых в амфиболитах достигает 10—20 %. Однако примесный ванадий в них не изучен.

Ильменский моттрамит является второй находкой на Урале после описания Н. А. Ярош [8] моттрамита из зоны гипергенеза Благодатного рудника.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 95-05-14047).

## Литература

1. Белковский А. И., Локтина И. Н. Астрофиллит из щелочных гранитов уфалейского метаморфического комплекса // Магматизм и метаморфизм ультраосновных и щелочных пород Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 111—116.
2. Заварицкий А. Н. Геологический и петрографический очерк Ильменского минералогического заповедника и его копей. Изд. Главн. управл. по заповедникам. М. 1939. 318 с.
3. Макаровичкин Б. А., Гонибесова К. А., Макаровичкина М. С. Чевкинит из Ильменских гор // Записки ВМО, 1959, № 5. С. 547—553.
4. Поляков В. О. Новые данные о минералах гранитных пегматитов Ильменского заповедника // Минералогические исследования эндогенных месторождений Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. С. 30—36.
5. Поляков В. О., Баженова Л. Ф., Петров В. И. Рабдофанит Ильменских гор // Новые данные по минералогии Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. С. 53—55.
6. Попова В. И., Леванов А. А. Онтогения гранитных пегматитов копей 232 и 255 Ильменского заповедника // Онтогения пегматитов Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. С. 28—45.
7. Чесноков Б. В., Вилисов В. А., Поляков В. О., Бушмакин А. Ф. Новые фосфаты из Ильменского заповедника // Минералы и минеральное сырье горно-промышленных районов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 3—7.
8. Ярош Н. А. Моттрамит из Благодатного рудника на Урале // Тр. Горно-геол. ин-та Урал. филиала АН СССР, 1953, вып. 20, С. 74—76.