

О НАХОДКЕ БРОККИТА В ДАЙКАХ ПЛАГИОГРАНИТА БАЖЕНОВСКОГО ОФИОЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

© 2018 г. Ю. В. Ерохин, В. В. Хиллер

Впервые для Баженовского офиолитового комплекса установлен редкий водный фосфат кальция из группы рабдофана – броккит. Он обнаружен как вторичный минерал, корродирующий и обрастающий индивиды монацита-(Ce), в жильных телах метаплагиогранитов, рвущих вмещающие серпентиниты. Минерал отличается высококальциевым составом, он практически чистый безториевый и редкоземельный с содержанием рабдофановых минералов (рабдофана-(Ce), рабдофана-(Nd) и др.) не более 25%. Формировался броккит в парагенезисе с хлоритом, стильпномеланом и ферроактинолитом, в условиях пренит-пумпеллиитовой фации метаморфизма.

Броккит является редким водным фосфатом кальция из группы рабдофана – $(Ca, Th, REE)(PO)_4 \times nH_2O$. Впервые он был установлен в 1962 г. в виде акцессорной вкрапленности в жильных и измененных гранитах рудника Бассик, округ Кастер, штат Колорадо, США [Fisher, Meyrowitz, 1962]. Позднее данный минерал стали находить в разных местах мира, в основном в связи с гранитными пегматитами, карбонатитами или различными уран-ториево-редкоземельными месторождениями [Scharnová, Scharn, 1994; Pekov, 1998; Gültekin et al., 2003; и др.]. На Урале броккит был впервые найден в 1994 г. в виде полных псевдоморфоз по кристаллам ксенотима в гранитных пегматитах Ильменских гор [Попов, Кобяшев, 1995]. На данный момент известны находки этого минерала в керамических пегматитах из северной части Адуйского гранитного массива [Губин, Хиллер, 2012; Попова и др., 2013] и в жиле Береговой Зенковского гранитного массива [Попова и др., 2012] на Среднем Урале. В пределах Баженовского офиолитового комплекса броккит до сих пор не находили [Ерохин, 2017].

Баженовский офиолитовый комплекс является самым южным в Асбестовско-Алапаевском поясе габбро-ультраосновных массивов и располагается на 80 км северо-восточнее г. Екатеринбурга. Геологическое положение комплекса достаточно хорошо рассмотрено в многочисленных работах [Татаринов, 1928; Ерохин, 2017; и др.]. Баженовский габбро-ультрабазитовый массив на западе контактирует с Адуйским гранитным, Малышевским лейкогранитным и Лесозаводским габбро-диоритовым массивами, а также с тектонизированными фрагментами вулканогенно-осадочных толщ ордовика и девона. С юга и юга-запада офиолитовое тело граничит с Каменским гранитным и частично с Рефтинским габбро-гранитным массивами, а с востока – также Рефтинским и Некрасовским габбро-гранитным массивами. С севера Баженовский офиолитовый комплекс обрамляется раз-

личными вулканогенно-осадочными толщами каменноугольного и девонского возраста. Гипербазитовое тело прорвано различными дайками габброидов, диоритов и гранитоидов. Именно в одной из даек плагиогранитов нами и был обнаружен акцессорный броккит.

Дайки плагиогранитов, которые нередко достигают мощности 4–5 м, а в длину – сотен метров, достаточно часто наблюдаются в восточных бортах действующих карьеров Баженовского месторождения хризотил-асбеста. Гранитоиды в результате метаморфических преобразований полностью и без сохранения реликтов перешли в кварц-плагиоклазовые породы с присутствием амфибола (ферротремолита), стильпномелана и хлорита (шамозита) [Ерохин, Шагалов, 2004]. Общее содержание темноцветных минералов в метаплагиограните не превышает 20–25 об. %. Кроме того, в этих же плагиогранитах отмечается ряд акцессорных и рудных минералов – кобальтин, галенит, торит, ксенотим-(Y), барит [Ерохин, 2011], а также наблюдаются сфалерит, ильменит и псевдуртил [Ерохин, Хиллер, 2016].

Недавно нами в плагиогранитах были обнаружены скопления монацита, который слагает относительно крупные слабо вытянутые зерна размером до 250 мкм, содержащие мелкие (до 10 мкм) включения торогуммита (водосодержащего торита). При этом индивиды монацита крустификационно обрастают вытянутыми (призматическими?) кристаллами броккита размером до 50 мкм (рис. 1). В свою очередь эта фосфатная минерализация обрастает радиально-лучистыми и сноповидными агрегатами стильпномелана и ферротремолита. Судя по взаимоотношениям минералов, монацит является реликтовым фосфатом, сохранившимся от первичной плагиогранитовой ассоциации. При этом видно, что броккит не просто обрастает монацит, но и частично (с краев) корродирует его и, вероятно, относится уже к метаморфогенной ассоциации.

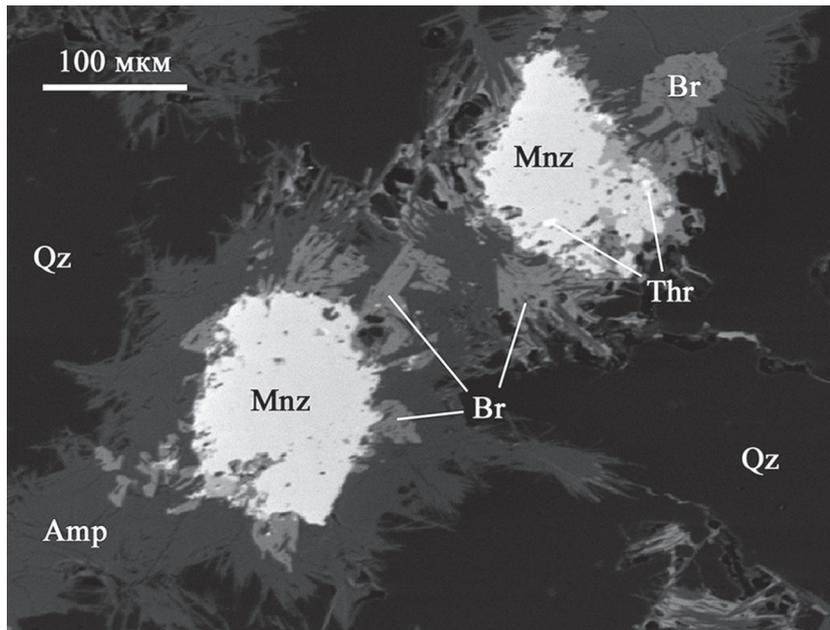


Рис. 1. Монацит и броккит в матрице метаморфизованного плагиогранита.

Mnz – монацит, Br – броккит, Thr – водосодержащий торит (торогуммит), Amp – амфибол (ферротремолит), Qz – кварц. Обр. 1389/78. Фото в BSE-режиме, микроанализатор Cameca SX 100 (аналитик В.В. Хиллер).

Исследование химического состава броккита и монацита проведено на электронно-зондовом микроанализаторе Cameca SX 100 с пятью волновыми и одним энергодисперсионным спектрометрами (ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург). Условия измерения: ускоряющее напряжение 15 кВ, сила тока электронного пучка 50 нА, диаметр пучка электронов 2 мкм. Для качественного анализа состава минерала записывали спектры на волновых спектрометрах, затем идентифицировали характеристические линии, выбирали положения фона с двух сторон от пика и определяли элементный состав минералов. При количественном анализе регистрировали интенсивность характеристических линий с учетом их наложения и PАР-коррекции. Подбирали время измерения интенсивности (на пике и фоне), что оптимизировало условия эксперимента по величине отношения сигнал/шум и степени выгорания пробы под электронным пучком. Для каждого из анализируемых элементов подбирались параметры детектора и последовательность проведения измерений.

По химическому составу монацит относится к цериевой разновидности, т. е. является монацитом-(Ce). Он характеризуется заметным содержанием примеси тория (ThO_2 до 4 мас. %) и значимой концентрацией свинца. Учитывая эти данные, а также хорошую сохранность минерала в центральных частях зерен, мы провели корректное химическое датирование монацита (результаты будут опубликованы в ближайшее время).

Химический состав броккита следующий, мас. %: P_2O_5 – 30.72, ThO_2 – 3.53, UO_2 – 0.11, SiO_2 – 1.88, Ce_2O_3 – 14.16, La_2O_3 – 6.82, Nd_2O_3 – 8.18, Pr_2O_3 – 1.62, Sm_2O_3 – 1.49, Gd_2O_3 – 1.21, Dy_2O_3 – 0.39, Y_2O_3 – 1.17, PbO – 0.03, CaO – 19.86, сумма – 91.17. Имеющийся дефицит суммы компонентов в 8.83%, скорее всего, приходится на воду, количество которой в эталонном брокките составляет 8.16%. Из имеющегося анализа можно вывести следующую эмпирическую формулу, рассчитанную на сумму атомов металлов и фосфора, равную двум: $(\text{Ca}_{0.75}\text{REE}_{0.21}\text{Th}_{0.03}\text{Y}_{0.01})_{1.00}[(\text{P}_{0.87}\text{Si}_{0.13})_{1.00}\text{O}]_4 \times 1.2\text{H}_2\text{O}$, где REE = $(\text{Ce}_{0.09}\text{Nd}_{0.05}\text{La}_{0.04}\text{Pr}_{0.01}\text{Sm}_{0.01}\text{Gd}_{0.01})$. Исходя из полученной формулы можно сказать, что в баженовских плагиогранитах установлен практически чистый безториевый и редкоземельный броккит с содержанием разных миналов рабдофана (рабдофана-(Ce), рабдофана-(Nd) и др.) не более 25%. Данный химизм минерала объясняется влиянием вмещающей породы, поскольку в плагиогранитах не так много радиоактивной компоненты (тория, урана), но с избытком присутствует кальций. Например, недавно в кальциевых карбонатитах Вайоминга (США) был установлен броккит с содержанием CaO до 16 мас. % [Andersen et al., 2016]. Присутствие значительного количества редких земель в найденном минерале объясняется тем, что он корродировал и обрастал с краев индивиды монацита. Обычно броккит характеризуется повышенным содержанием тория, концентрация которого в минерале может достигать 50 мас. % ThO_2 [Scharmová, Scharm,

1994]. Подобные высокоториевые (или высокоурановые) броккиты характерны для гранитных пегматитов и различных уран-ториево-редкоземельных месторождений.

Образование броккита в дайках плагиогранита Баженовского офиолитового комплекса, по видимому, связано с относительно низкотемпературными метаморфическими процессами, которые полностью преобразовали матрицу породы. Сам минерал находится в парагенезисе с низкоградными метаморфическими минералами (стильпноmelаном, альбитом, ферротремолитом, хлоритом (шамозитом) и др.), характерными для пренит-пумпеллиитовой фации метаморфизма.

Таким образом, нами впервые для Баженовского офиолитового комплекса установлен редкий водный фосфат кальция из группы рабдофана – броккит. Он обнаружен как вторичный минерал, корродирующий и обрастающий индивиды монацита (Ce), в жильных телах метаплагиогранитов, рвущих вмещающие серпентиниты. Минерал отличается высококальциевым составом, он практически чистый безториевый и редкоземельный с содержанием рабдофановых миналов (рабдофана-(Ce), рабдофана-(Nd) и др.) не более 25%. Формировался броккит в парагенезисе с хлоритом, стильпноmelаном и ферроактинолитом, в условиях пренит-пумпеллиитовой фации метаморфизма.

Работа выполнена при поддержке Комплексной программы УрО РАН (проект № 18-5-5-32).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Губин В.А., Хиллер В.В. Акцессорный броккит из пегматитов северо-восточной окраины Адуйского гранитного массива (Средний Урал) // Вестн. Урал. отд. РМО. 2012. № 9. С. 40–42.
- Ерохин Ю.В. Новые данные по минералогии Баженовского офиолитового комплекса (Средний Урал) // Вестн. Урал. отд. РМО. 2011. № 8. С. 35–44.
- Ерохин Ю.В. Минералогия родингитов Баженовского месторождения (Средний Урал) // Минералогический альманах. 2017. Т. 22, вып. 3. 136 с.
- Ерохин Ю.В., Хиллер В.В. О находке псевдурютила в Баженовском офиолитовом комплексе (Средний Урал) // Ежегодник-2015. Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. Вып. 163. С. 143–145.
- Ерохин Ю.В., Шагалов Е.С. О стильпноmelане Баженовского офиолитового комплекса (Средний Урал) // Ежегодник-2003. Тр. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 243–247.
- Попов В.А., Кобяшев Ю.С. Находки астрофиллита, броккита и моттрамита в Ильменских горах // Уральский минералогический сборник. Миасс: ИМин УрО РАН, 1995. № 5. С. 190–196.
- Попова В.И., Губин В.А., Чурин Е.И., Котляров В.А., Хиллер В.В. Редкометалльная минерализация гранитных пегматитов Режевского района на Среднем Урале // Зап. РМО. 2013. Ч. 142, № 1. С. 23–38.
- Попова В.И., Чурин Е.И., Блинов И.А., Губин В.А. Фергусонит-(Y) и продукты его изменения в гранитном пегматите жилы Береговой Зенковского массива на Урале // Новые данные о минералах. 2012. Вып. 47. С. 47–55.
- Татаринов П.М. Материалы к познанию месторождения хризотил-асбеста Баженовского района на Урале // Тр. Геолком. 1928. Вып. 185. 90 с.
- Andersen A.K., Clark J.G., Larson P.B., Neill O.K. Mineral chemistry and petrogenesis of a HFSE(+HREE) occurrence, peripheral to the Bear Lodge alkaline complex, Wyoming // Amer. Mineral. 2016. V. 101. P. 1604–1623.
- Fisher F.G., Meyrowitz R. Brockite, a new calcium thorium phosphate from the Wet Mountains, Colorado // Amer. Mineral. 1962. V. 47. P. 1346–1355.
- Gültekin A.H., Örgün Y., Suner F. Geology, mineralogy and fluid inclusion data of the Kizilcaören fluorite-barite-REE deposit, Eskisehir, Turkey // Asian Earth Sci. 2003. V. 21, no. 4. P. 365–376.
- Pekov I.V. Minerals first discovered on the territory of the former Soviet Union. Moscow: OP, 1998. 369 p.
- Scharmová M., Scharm B. Rhabdophane group minerals in the uranium ore district of northern Bohemia (Czech Republic) // J. Czech Geol. Soc. 1994. V. 39, no. 4. P. 267–280.