

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МИНЕРАЛОГИИ МЕТЕОРИТА БУШХОВ

Суханова К.Г.¹, Скублов С.Г.^{1,2}, Галанкина О.Л.¹, Оболонская Э.В.²¹Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург²Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, cris.suhanova92@yandex.ru

2 июня 1863 г. в 7:30 утра по местному времени на территорию современной Латвии (Елгавский край) с сильным нарастающим гулом и серией «пушечных» взрывов в лесную область Курляндии упал метеорит весом 5 кг. Опасаясь начала военных действий, очевидцы обнаружили тяжелый черный камень, который выкопали из-под земли. Несколько кусков были разбиты и разобраны нашедшими; дошедшая до нашего времени основная часть метеорита сохранила коническую форму и большую часть коры плавления [Grewingk, Schmidt, 1864].

Первые минералогические и химические исследования метеорита были проведены в 1864 г. [Grewingk, Schmidt, 1864], но результаты химических анализов были признаны несостоятельными [Urey, Craig, 1953]. В 1961 г. Л.Г. Кваша описала минералы никелистого железа (тэнит, плессит) [Кваша, 1961], а И.А. Юдиным [Юдин, 1970] проведено микроскопическое минералогическое исследование и спектральный анализ метеорита. Химический анализ метеорита методами мокрой химии был проведен в 1974 г. [Дьяконова, Харитоновна, 1974], а в 2000 г. изучена средняя плотность хондр метеорита [Wilkison, Robinson, 2000].

В данной работе впервые приводятся результаты анализа минералов метеорита Бушхов методом SEM-EDS (сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6510LA с ЭД-спектрометром JED-2200, ИГГД РАН). Материал для исследования предоставлен Горным музеем Санкт-Петербургского горного университета. Метеорит относится к самому распространенному типу метеоритов класса L6 обычных оливин-гиперстеновых хондритов.

На данный момент в метеорите предшествующими описаны минералы: оливин, гиперстен, плагиоклаз, камасит, тэнит, безникелистое железо, самородная медь, троилит, ферроаллабандин, хромит и ильменит. Были установлены хондры гранулярной, колосниковой и лучистой структур [Юдин, 1970].

В метеорите встречаются хондры, разные по минеральному составу, морфологии и размерам. Наиболее крупная хондра имеет размер около 2 мм в диаметре, по структуре относится к гранулярному мелкозернистому оливин-пироксеновому типу и характеризуется наличием хромитовой и троилитовой каймы. Также встречаются хондры колосниковой и лучистой структуры. Их размер не превышает 0.5 мм в диаметре, границы с межхондровой частью нечеткие, каймы отсутствуют.

По результатам микрозондового исследования (табл. 1, 2) диагностированы минералы: оливин, Са-пироксен, бронзит, плагиоклаз, апатит, мерриллит, хромит, троилит, тетратэнит, камасит и тэнит. Са-пироксен, апатит, мерриллит и тетратэнит до сих пор не были встречены в метеорите Бушхов.

Оливин (Fo 74-76) встречается в хондрах разных структур и в межхондровой части. Изометричные округлые зерна оливина гранулярной хондры сильно варьируют в размерах от 20 до 200 мкм. Колосниковые хондры представлены единичным скелетным кристаллом оливина, межкристаллическое пространство которого заполнено гиперстеном и плагиоклазом. Размер лучистой хондры составляет около 0.5 мм. Оливин межхондровой части крупнозернистый короткопризматический (300-700 мкм).

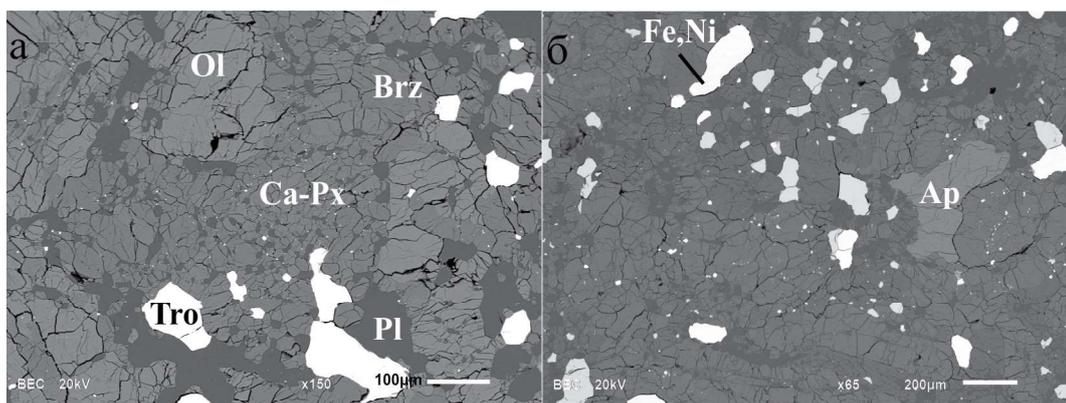


Рис. 1. а) Са-пироксен (Са-рх), оливин (Ol), бронзит (Brz), плагиоклаз (Pl), троилит (Tro) в межхондровой части метеорита Бушхов; б) Апатит (Ap) и сросток камасита и тэнита (Fe,Ni) в межхондровой части метеорита Бушхов

Таблица 1. Состав минералов метеорита Бушхов (мас.%)

Минерал	Оливин	Са-пироксен	Бронзит	Плагиоклаз	Хлор-апатит	Мерриллит	Хромит
SiO ₂	38.76	54.78	56.13	65.87	0.23	0.37	0.39
TiO ₂	-	0.29	-	-	-	-	3.35
Al ₂ O ₃	-	0.63	0.18	21.42	0.11	-	5.15
Cr ₂ O ₃	-	1.06	-	-	-	-	57.58
FeO	22.65	4.67	13.90	0.46	0.25	0.97	29.85
MnO	0.06	0.19	0.33	-	-	-	-
MgO	38.34	16.39	28.50	-	-	3.60	2.92
CaO	0.19	21.43	0.96	2.09	51.24	45.01	-
Na ₂ O	-	0.57	-	9.11	0.60	2.77	-
K ₂ O	-	-	-	1.05	-	-	-
ZnO	-	-	-	-	-	-	0.25
P ₂ O ₅	-	-	-	-	42.31	47.25	-
Cl	-	-	-	-	5.27	0.03	-
V ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	0.50
Сумма	100.00	100.01	100.00	100.00	100.01	100.00	99.99

Округлые зерна Са-пироксена встречены в гранулярной хондре и межхондровой массе. Размер зерен изменяется от 40 до 100 мкм. Са-пироксен находится в сростании с оливином или образует мономинеральные агрегаты (рис. 1а). Характерны примеси Cr (1.22-0.89 мас.%), Ti (0.26-0.55 мас.%).

Бронзит присутствует в виде плохо оформленной минеральной массы в хондрах и межхондровой части (рис. 1а). Иногда встречаются изометричные зерна небольшого размера (до 100 мкм) в центральной части хондр.

Плагиоклаз представлен олигоклазом (An 11-14), заполняет интерстиции между оливином и пироксенами, образует плохо раскристаллизованные ксеноморфные зерна (рис. 1а). Химический состав слабо изменчив, но в хондрах заметно увеличивается примесь FeO (1.14-0.7 мас.%) по сравнению с межхондровой массой (до 0.4 мас.%).

Хлор-апатит также присутствует в виде ксеноморфных выделений и встречается только в межхондровой части метеорита (рис. 1б). Размер зерен 200-250 мкм. Для него характерна примесь NaO (0.4-0.6 мас.%).

Ксеноморфное зерно мерриллита (Ca₉NaMg(PO₄)₇) было найдено в кайме гранулярной оливиновой хондры в сростании с троилитом и хромитом (рис. 2). Размер зерна не превышает 100 мкм.

Хромит встречается в виде маленьких округлых зерен (диаметром не более 50 мкм) и рассеян по всей площади хондр. На границах хондр и в межхондровой массе он образует собственные скелетные кристаллы (до 100-300 мкм по удлинению, рис. 2) в сростании с троилитом и никелистым железом. Для хромита

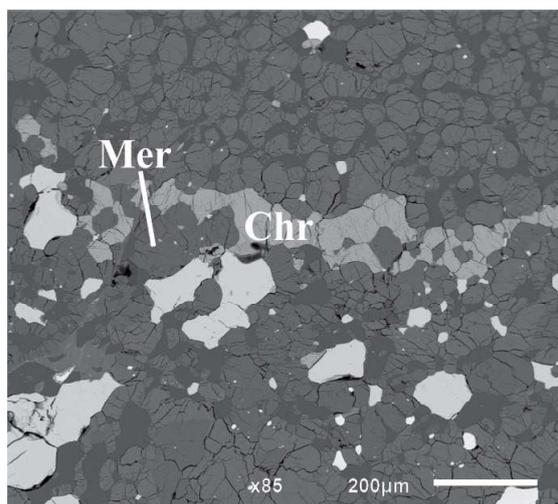


Рис. 2. Мерриллит (Mer) и хромит (Chr) в кайме гранулярной мелкозернистой оливин-пироксеновой хондры метеорита Бушхов

характерны примеси ZnO (0.15-0.25 мас.%), V₂O₅ (0.36-0.55 мас.%), TiO₂ (0.78-3.35 мас.%).

Троилит образует ксеноморфные зерна в кайме микрокристаллической хондры и в межхондровой массе (рис. 1а), часто встречается вместе с хромитом. Размер зерен троилита не превышает 100-200 мкм.

Камасит и тэнит в хондрах образуют округлые мелкие зерна (50-100 мкм), распределенные равномерно по всей площади хондры. В межхондровой части камасит и тэнит часто присутствует в виде крупных ксеноморфных зерен (до 1 мм). Зерна представляют собой тонкокристаллические сростания камасита и тэнита (плесит) с пертитовой структурой, при которой в камасите наблюдаются тонкие субпараллельные прожилки тэнита.

Таблица 2. Состав металлических фаз метеорита Бушхов (мас.%)

Минерал	Камасит	Тэнит	Тетратэнит	Троилит
Si	-	-	-	0.22
Al	-	-	0.35	-
Fe	93.07	60.29	48.64	62.87
Ni	6.93	39.71	51.01	-
S	-	-	-	36.90
Сумма	100.00	100.00	100.00	99.99

Тетратэнит (Ni (51.01), Fe (48.64)) представлен крупном (около 1 мм по удлинению) вытянутым ксеноморфным однородным зерне и встречен единожды в межхондровой части метеорита.

Таким образом, благодаря проведенному исследованию дополнен минеральный состав метеорита Бушхов. В метеорите впервые описаны Са-пироксен, апатит, мерриллит и тетратэнит и определен их состав. Также наблюдаются различия в морфологии зерен для оливина и хромита и в составе плагиоклазов из хондры и межхондровой части метеорита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконова М.И., Харитонова В.Я. Новые данные химического анализа каменных метеоритов-хондритов Бушхов, Каракол, Ausson // Метеоритика. 1974. Вып. 33. С. 90-93.
2. Кваша Л.Г. Некоторые новые данные о строении хондритов // Метеоритика. 1961. Вып. 20. С. 124-136.
3. Юдин И.А. Микроскопическое исследование каменного метеорита Бушхов // Метеоритика. 1970. Вып. 30. С. 88-92.
4. Grewingk C., Schmidt C. Ueber die Meteoritenfälle von Pillistfer, Buschhof und Igast in Liv-und Kurland. Arch. Naturk. Liv-Ehst- und Kurlands. Dorpat. 1864. P. 140.
5. Urey H.C., Craig H. The composition of the stony meteorites and the origin of the meteorites // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1953. Vol. 4. P. 36-82.
6. Wilkison S.L., Robinson M.S. Bulk density of ordinary chondrite meteorites and implications for asteroidal internal structure // Meteoritics and Planetary Science. 2000. Vol. 35. P. 1203-1213.