

## Кристаллохимия бустамита

Щипалкина Н.В., 3 курс, кафедра минералогии

Научный руководитель: И.В. Пеков

Бустамит – минерал семейства пироксеноидов с трёхчленной цепочкой кремнекислородных тетраэдров в структуре. Его теоретическая формула –  $\text{Ca}_3\text{Mn}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$ . Однако в литературе под названием «бустамит» описаны образцы с разным соотношением  $\text{Ca} : (\text{Mn} + \text{Fe})$  и с разными схемами упорядочения катионов  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$  по позициям в структуре, что создаёт некоторую путаницу.

Структура бустамита считается производной от структуры волластонита. Топология этих структур одинакова, но геометрически они различаются. Для структуры бустамита характерны четыре неэквивалентные разнообъёмные катионные позиции  $M1$ ,  $M2$ ,  $M3$ ,  $M4$  и отличный от структуры волластонита, где неэквивалентных катионных позиций три, характер соединения тетраэдрических цепочек с октаэдрической лентой.

Ранее были изучены высококальциевый бустамит –  $\text{Ca}_2\text{Ca}_2\text{MnCa}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$  (Ohashi, Finger, 1978), ферробустамит –  $\text{Ca}_2(\text{Ca},\text{Fe})_2\text{FeCa}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$  (Burnham, 1975), собственно бустамит –  $\text{Mn}_2\text{Ca}_2\text{MnCa}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$  (Peacor, Buerger, 1962) и «Mn-бустамит» –  $\text{Mn}_2(\text{Mn}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})_2\text{MnCa}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$  (Чуканов и др., неопубликованные данные).

Для дальнейшего рассмотрения возможных вариаций химического состава и упорядочения катионов по позициям в бустамитах автором изучены (методами электронно-зондового микроанализа, ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного анализа и мёссбауэровской спектроскопии) два образца из коллекции И.В. Пекова.

В обр. 3735 из месторождения Брокен Хилл (Новый Южный Уэльс, Австралия) позиция  $M1$  заселена атомами  $\text{Mn}$  и  $\text{Fe}$  в соотношении 3:1,  $M2$  – атомами  $\text{Ca}$  и  $\text{Mn}$ , в позиции  $M3$  количества  $\text{Fe}$  и  $\text{Mn}$  сопоставимы, а позиция  $M4$  заселена атомами  $\text{Ca}$ . Кристаллохимическая формула минерала –  $(\text{Mn}_{1.75}\text{Fe}_{0.25})(\text{Ca}_{0.8}\text{Mn}_{0.2})_2(\text{Fe}_{0.50}\text{Mn}_{0.44}\text{Mg}_{0.04}\text{Zn}_{0.02})\text{Ca}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$ . Таким образом, несмотря на то, что позиция  $M3$  самая малообъёмная, примесное железо не полностью сосредоточилось в ней, а распределилось по двум позициям, что однозначно подтверждают мёссбауэровские данные. Это показано для бустамита впервые.

Образец ДГ из датолит-бустамитового скарна (карьер Бор, Дальнегорск, Приморье, Россия) является промежуточным по составу между бустамитом и волластонитом, но методом ИК-спектроскопии он идентифицирован как бустамит. Его предполагаемая кристаллохимическая формула –  $\text{Ca}_2\text{Ca}_2(\text{Mn}_{0.54}\text{Fe}_{0.40}\text{Ca}_{0.07})_{1.01}\text{Ca}([\text{Si}_{2.98}\text{Al}_{0.02}]\text{O}_9)_2$ . Бустамит с похожим химическим составом изучался Й. Оаси и Л.У. Фингером (1978), но по сравнению с этим минералом образец ДГ имеет более высокое содержание  $\text{Fe}$ .

Причины разнообразия в химическом составе и в упорядочении катионов по позициям заключаются в присутствии в структуре бустамита четырёх неэквивалентных разнообъёмных катионных позиций. Полиэдр  $M4$  — самый крупный из четырёх, межатомные расстояния  $M$  —  $\text{O}$  могут достигать в нём 2.8 Å, поэтому катионы, радиус которых меньше, чем у  $\text{Ca}$ , не входят в эту позицию. Состав остальных позиций может варьировать, т. к. в полиэдры  $M1$ ,  $M2$ ,  $M3$  со средними расстояниями катион – кислород 2.2, 2.4, 2.2 Å, соответственно, могут входить как атомы  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ , так и  $\text{Ca}$ .