

Выращивание кристаллов эвлитина ($\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$) в гидротермальных растворах различного состава

Е. А. Марьина, А. А. Марьин, Т. М. Бубликова, В. С. Балицкий
Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка
marina@iem.ac.ru, факс: 8 (496) 524 4425, тел.: 8 (496) 522 5847

Ключевые слова: рост кристаллов, сцинтилляционная керамика, ортосиликат висмута, гидротермальные растворы.

Ссылка: Марьина, Е. А., А. А. Марьин, Т. М. Бубликова, В. С. Балицкий (2011), Выращивание кристаллов эвлитина ($\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$) в гидротермальных растворах различного состава, *Вестник ОНЗ РАН*, 3, NZ6074, doi:10.2205/2011NZ000204.

Эвлитин ($\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$) является одним из самых редких минералов в природе. Встречается в альбитизированных пегматитах в виде тетраэдрических кристаллов и корочек вокруг зерен тантала на Кавказе, обнаружен вместе с кварцем и самородным висмутом в Шнееберге и Иоганнгеоргенштадте (Германия), в Банате (Румыния), единичные находки – во Франции и Западной Австралии [*Минералогические таблицы*, 1981; *Минералогическая энциклопедия*, 1985; *Минералы. Справочник*, 1972].

Кристаллы эвлитина используются в качестве сцинтиллятора в физике высоких энергий, компьютерной томографии, дозиметрии. Одним из наиболее перспективных материалов для этих целей является монокристаллический ортогерманат висмута со структурой типа эвлитина. Однако, эвлитин обладает лучшими сцинтилляционными характеристиками по сравнению с ортогерманатом висмута (например, по времени высвечивания (0.1 м.с.) превосходит его в 3 раза), но из-за сложности выращивания монокристаллов эвлитина из расплава (высокой вязкости) их получение остается нерешенной задачей. [Шульгин В.В. и др., 1992] Известно, что в современной науке и производстве возникла явная тенденция к замене монокристаллических материалов на керамические с такими же или улучшенными функциональными характеристиками. Прорыв в технологии изготовления оксидных керамик был достигнут только в последнее десятилетие. Этому способствовало, главным образом, использование при их изготовлении порошков исходных оксидных компонентов.

Известно, что керамику оптического качества получают путем прессования мелких природных или синтетических кристаллов [Басиев Т.Т. и др., 2008]. Мы полагаем, что керамика, полученная из выращенных нами кристаллов эвлитина, будет обладать лучшими сцинтилляционными характеристиками, чем полученная путем прямого спекания исходных оксидных компонентов.

Ранее эвлитин был синтезирован в NaOH [Литвин Б.Н. и др., 1968], но дальнейшие исследования в этой области не проводились. Кристаллы эвлитина во фториде аммония и в перекиси водорода выращены нами впервые. Наиболее перспективным растворителем является перекись водорода. Поскольку в системе отсутствуют элементы, не входящие в состав эвлитина, это автоматически решает проблему примесей растворителя в полученных кристаллах. Данная проблема стоит достаточно остро, поскольку представляется весьма сложным отделить полученные кристаллы от среды выращивания, не допустив при этом их загрязнения элементами растворителя (Na или F).

Синтез эвлитина осуществляли гидротермальным методом при температуре 260°C и давлении порядка 500 атм. Высокотемпературные автоклавы объемом 225 мл были футерованы фторопластом, чтобы избежать попадания элементов стали автоклава в рабочие растворы. Исходным материалом служила стехиометрическая смесь Bi_2O_3 и SiO_2 . Продолжительность опытов составляла от 10 до 60 сут. Нами была проведена серия опытов с использованием различных растворителей: NaOH, NH_4F , H_2O_2 . Наилучшие результаты были получены при выращивании кристаллов в растворах NaOH концентрации от 5 до 20 мас %, NH_4F – концентрации 1 и 2 мас % и H_2O_2 - концентрации 2–5 мас %. Рентгенограммы показывают наличие хорошо сформированных кристаллов эвлитина практически без примесей других минералов. Это особенно ярко выражено при выращивании эвлитина в растворе перекиси водорода, т.к. в этой системе отсутствуют посторонние элементы, не участвующие в кристаллизации.

Исследование полученных кристаллов с помощью электронно-сканирующего микроскопа показало, что кристаллы эвлитина, выращенные в различных средах имеют тетраэдрический облик,

однако, в основном это сростки кристаллов с нечетко выраженными гранями. Габитус, максимально сходный с природным, имеют образцы, выращенные в перекиси водорода (рис.1, 2)

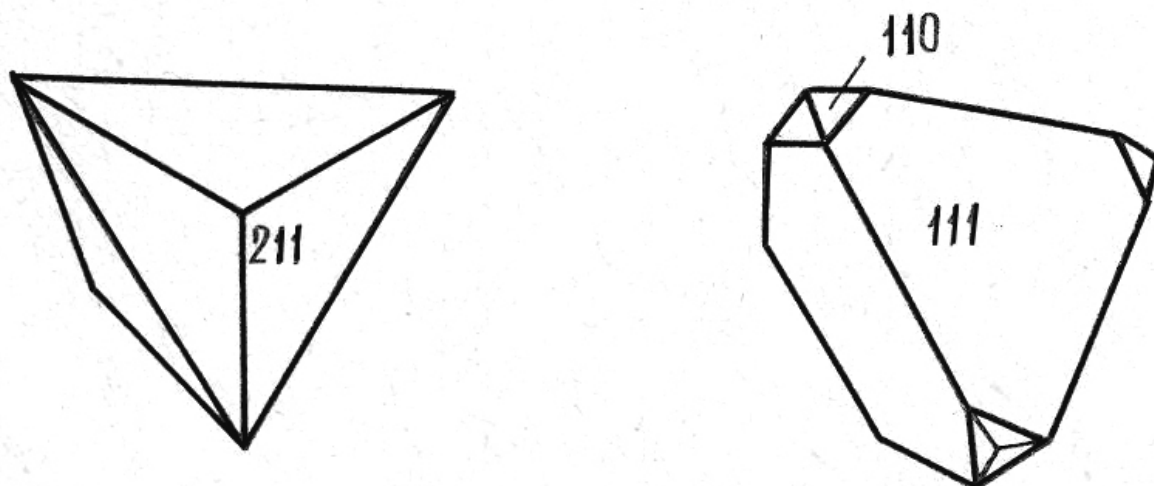


Рис. 1. Облик кристаллов эвлитина из месторождения Шнееберг (Германия) [Шульгин В.В.и др., 1992]

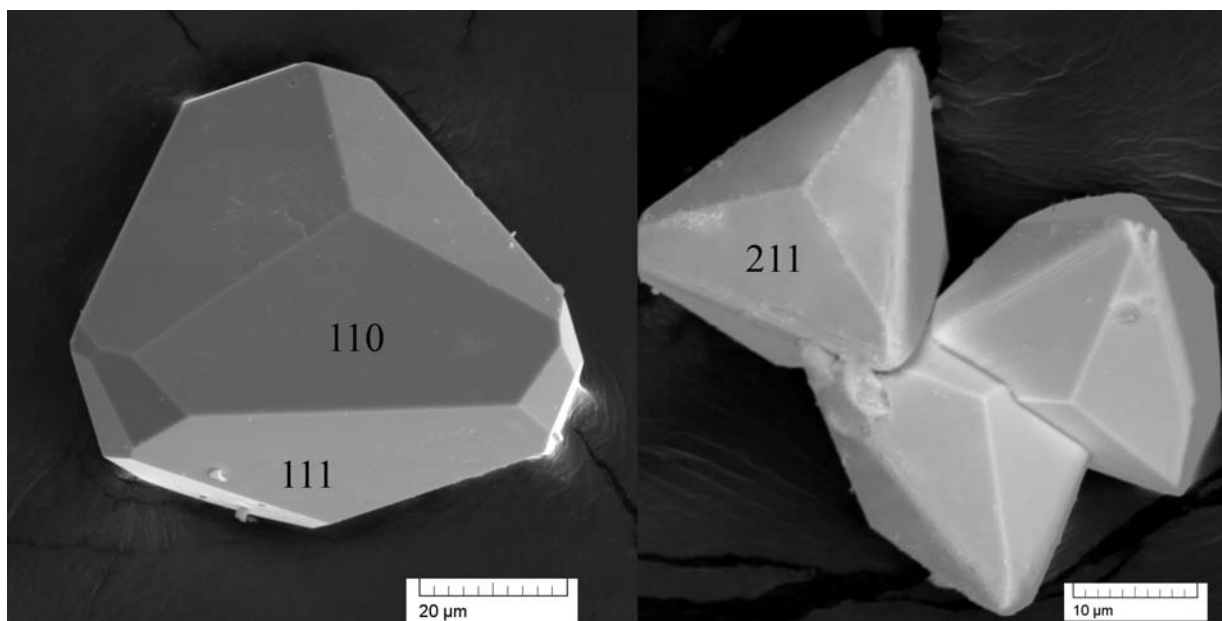


Рис.2. Кристаллы эвлитина, синтезированные в перекиси водорода (фото получено с помощью электронно-сканирующего микроскопа)

Грант РФФИ № 09-02-00647.

Литература

Минералогические таблицы (1981), под ред. Е. И. Семенова, М.: Недра, 400 с.

Минералогическая энциклопедия (1985), под ред. К. Фрея, Л.: Недра, 512с.

Минералы. Справочник (1972), под ред. Ф. В. Чухрова, Э. М. Броншted-Куплетской, Н. И. Смольяниновой, М.: Недра, 883 с.

Шульгин, В. В., Т. И. Полупанова, А. В. Кружалов, В. М. Скориков (1992) *Ортогерманат висмута*. Екатеринбург, Внешторгиздат, с.8.

Басиев, Т. Т., М. Е. Дорошенко, В. А. Конюшкин, В. В. Осико, П. П. Федоров, К. В. Дукельский, И. А. Миронов, В. А. Демиденко, А. Н. Смирнов (2008), Фторидная оптическая нанокерамика, *Изв. РАН, сер.хим.*, №5, с.863–873

Литвин, Б. Н., Ю. В. Шалдин, И. Е. Питовранова (1968), *Кристаллография*, т.13, № 6, с.1106.