

Н. Н. СМОЛЬЯНИНОВА

СЛУЧАЙ ПРИРОДНОГО РАСТВОРЕНИЯ БЕРИЛЛА
И ОБРАЗОВАНИЯ НА ЕГО РЕЛИКТАХ БЕРТРАНДИТА

На вольфрамовом месторождении в Центральном Казахстане встречен подвергшийся интенсивному растворению берилл, на реликтах которого образовались мелкие кристаллики берtrandита. В том же образце имеются зеленый флюорит (в октаэдрических кристаллах размером до 2 см) и жильбертит с мелкими (до 0,3 мм) кристалликами рутила. Берилл светло-голубоватого цвета, в призматических кристаллах длиной до 2,5 см и в поперечнике до 1 см, чаще значительно меньше. Кристаллы берилла сильно изъедены. Поверхность призматических граней неровная, занозистая, изрезанная продольными желобками; кристаллы берилла продырявлены тонкими вертикальными канальцами, которые иногда сливаются, образуя довольно крупные полости. Некоторые кристаллы берилла

растворены почти целиком и от них сохранился лишь небольшой хрупкий скелет. На концах кристаллов и в поперечных, наиболее размытых трещинках остатки берилла имеют вид тонких (длиной до 1 мм) иголочек, параллельных оси с.

Измерение на двукружном гониометре Гольдшмидта кристаллов берилла показало, что в результате растворения на них образовались пирамидальные до конусовидных поверхности, несколько напоминающие описанные Шафрановским (1953, 1961), но выраженные менее отчетливо и представленные другими формами. В табл. 1 и 2 приведены результаты измерения четырех кристаллов изъеденного берилла. На рис. 1 показана стереографическая проекция граней этих кристаллов. Кристаллы берилла ограничены широкими гранями (10 $\bar{1}0$); редко на них присутствуют узкие грани (11 $\bar{2}0$), иногда наблюдается базопинакоид (0001). Другие формы возникли в результате растворения кристаллов берилла. На головках кристаллов наиболее распространены следующие формы растворения: (70 $\bar{7}1$), (13.1.14.3), (9.2.11.3) и реже (33 $\bar{6}2$); они расположены по

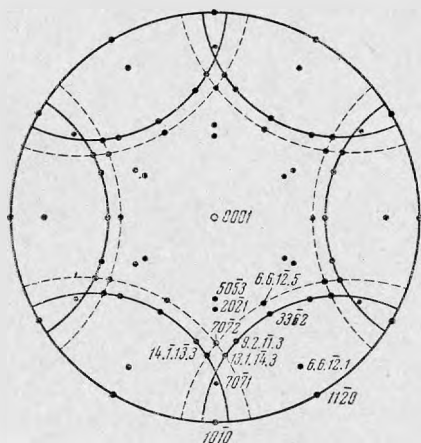


Рис. 1. Стереографическая проекция граней кристаллов берилла, подвергшегося растворению

нижены широкими гранями (10 $\bar{1}0$); редко на них присутствуют узкие грани (11 $\bar{2}0$), иногда наблюдается базопинакоид (0001). Другие формы возникли в результате растворения кристаллов берилла. На головках кристаллов наиболее распространены следующие формы растворения: (70 $\bar{7}1$), (13.1.14.3), (9.2.11.3) и реже (33 $\bar{6}2$); они расположены по

Таблица 1

Формы, встреченные на частично растворенных кристаллах берилла

| Символы граней | Измеренные | | Вычисленные | |
|----------------|------------|-------|-------------|-------|
| | φ | ρ | φ | ρ |
| 0001 | — | 0°00' | — | 0°00' |
| 1120 | 30°00' | 89 30 | 30°00' | 90 00 |
| 1010 | 59 30 | 90 00 | 60 00 | 90 00 |
| 5053 * | 59 50 | 43 53 | 60 00 | 43 50 |
| 2021 | 60 00 | 50 33 | 60 00 | 49 03 |
| 7072 | 60 15 | 63 00 | 60 00 | 63 37 |
| 7071 ** | 59 40 | 75 30 | 60 00 | 76 04 |
| 6.6.12.5 * | 30 00 | 49 38 | 30 00 | 50 08 |
| 3362 * | 30 15 | 56 30 | 30 00 | 56 16 |
| 6.6.12.1 | 30 20 | 80 13 | 30 00 | 80 31 |
| 9.2.11.3 | 50 28 | 63 13 | 50 10 | 62 50 |
| 13.1.14.3 * | 56 34 | 69 00 | 56 20 | 68 57 |

* Формы, которые отсутствуют в атласе Гольдшмидта (Goldschmidt, 1913).

** У Шафрановского (1955, 1961) опечатка: написано (7071), надо (7073).

Таблица 2

Развитие граней определенных индексов на кристаллах берилла

| Индексы № кри- сталлов | Индексы | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|----------|------|----------|----------|-----------|
| | 0001 | 1120 | 1010 | 5053 | 2021 | 7072 | 7071 | 6.6.12.5 | 3362 | 6.6.12.1 | 9.2.11.3 | 13.1.14.3 |
| 1 | 1 | 2 | 6 | — | 1 | 5 | 2 | — | — | — | 2 | — |
| 2 | 1 | — | 6 | — | 1 | 1 | 6 | — | 6 | 4 | 8 | 6 |
| 3 | — | 1 | 6 | 2 | — | — | 6 | — | — | 6 | 6 | 4 |
| 4 | — | — | 6 | 2 | 3 | 1 | 6 | 5 | 2 | 5 | 6 | 6 |

окружности с радиусом, близким 34°, центром которых, как и для кристаллов, описанных Шафрановским, являются полюсы граней (1120). На одном кристалле наблюдалось распределение форм по окружностям с радиусом 40°: (14.1.13.3), (7072), (6.6.12.5). Конусовидность поверхностей растворения вокруг полюса (1120) на наших кристаллах проявлена значительно слабее, чем в случае, приведенном у Шафрановского, и при просмотре кристаллов на гониометре отмечались непрерывные световые полосы лишь на небольшом участке от граней: (7071), (13.1.14.3) и (9.2.11.3) — в одном случае, и от граней (14.1.13.3), (7072) — в другом. Формы же (3362) и (6.6.12.5), входящие в данные поверхности, давали одиночные сигналы, и, кроме того, они вообще являются более редкими. Наблюдается также некоторая закругленность граней: (7071), (7072), (2021), (5053).

Призматические грани (1010) несут на себе ромбовидные, вытянутые вдоль оси с фигуры растворения со следующими формами: (1010), (7071) и (6.6.12.1). Поверхность граней (6.6.12.1) закруглена, что придает фигурам веретенообразную форму. На каждой призматической грани (1010)

таких фигур растворения очень много, причем они находятся на разных стадиях развития: едва намечающиеся, которые обуславливают лишь тонкий скульптурный рисунок, несколько более глубокие — придают «занозистость» граням и довольно крупные (длиною до 2—3 мм), которые проникают в глубину таким образом, что получились как бы вложенные друг в друга, последовательно уменьшающиеся в размере, «ступенчатые» фигурки травления. При еще более длительном растворении на призматических гранях образуются продольные желобки, дно которых и две длинные стороны представлены плоскостями (1010), а две короткие — (7071). Внутренние вертикальные каналы имеют

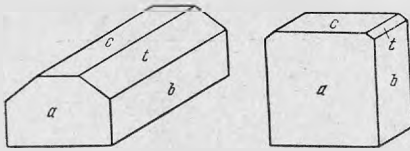


Рис. 2. Форма кристаллов берtrandита

шестиугольное поперечное сечение и ограничены отрицательными призматическими формами (1010). Тонкие иголки на концах частично растворенных кристаллов берилла представляют собой сохранившиеся между вертикальными каналами останцы. Они округлы, как бы обсопаны, или ограничены плоскими поверхностями, отвечающими форме (1010).

В выщелоченных участках берилла располагаются одиночные или собранные в небольшие агрегаты мелкие (до 1 мм, чаще значительно меньше) бесцветные прозрачные кристаллики берtrandита в виде коротких прямоугольных брусочков, вытянутых по оси *a*, или имеющих кубическую форму с гранями *c* (001), *b* (010), *a* (100) и *t* (076) (рис. 2). Грань *t* (076) с $\rho = 34^\circ 52'$ является новой для берtrandита¹. Особенно интересны концы кристаллов берилла и поперечные разведенные трещинки в них, где кристаллики берtrandита сидят на свободных остриях тончайших, часто едва видимых глазом иголок, сохранившихся от берилла. Поражает необыкновенная тонкость и изящность этих образований (рис. 3).

Явление природного растворения берилла описано многими авторами. Одной из последних является работа В. Г. Фекличева (1963), где приведены различные морфологические формы растворения берилла и указаны условия, при которых они возникли. Как известно, берилл подвергается растворяющему действию фтористых и щелочных растворов (Traube, 1895). В. Г. Фекличев (1963) указывает, что на призматических гранях берилла в щелочной среде образуются (подобно описанным нами) ромбовидные фигуры травления, вытянутые вдоль оси *c*, а в кислой среде возникают фигуры травления квадратного и треугольного очертания, вытянутые вдоль оси *a*.

В данном случае растворение берилла происходило, по-видимому, в основном под влиянием щелочных растворов, о чем говорит присутствие в изученной минеральной ассоциации значительного количества слюды типа жильбергита. Нахождение вместе со слюдой берtrandита указывает на то, что происходила вполне обычная в подобных случаях фиксация в слюде алюминия и излишка кремния, получившихся при образовании берtrandита за счет берилла. С другой стороны, нельзя полностью отрицать и роль фтора в растворении берилла. Фтор несомненно присутствовал в растворах на протяжении почти всего процесса минералообразования, начиная с возникновения большого количества зеленого флюорита и кончая фиксацией его в позднем лиловом флюорите, который наблюдается иногда в виде мелких кристалликов на изъеденном берилле и даже на берtrandите.

¹ Принята установка Пенфильда. Правильность установки кристаллов берtrandита проверена оптической их ориентировкой с помощью иглы Колотушкина.

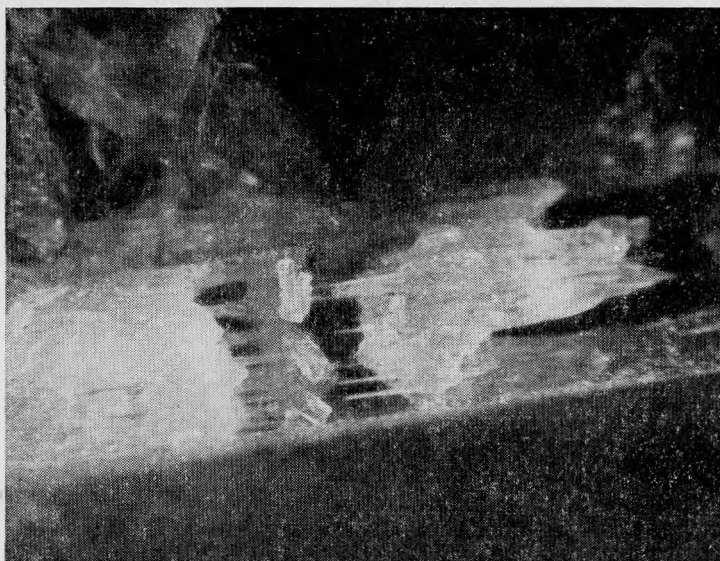


Рис. 3. Частично растворенный берилл с кристалликами бертрандита на его реликтах. Темное — флюорит, $\times 16$

Характерный вид частично растворенных кристаллов берилла, пронизанных тончайшими канальцами и желобками, очевидно, отражает внутреннюю кристаллическую структуру берилла, для которой, как известно, характерны вертикальные каналы с радиусом $2,55 \text{ \AA}$, обусловленные расположением кремнекислородных колец $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ друг над другом, полых или заполненных атомами щелочей и молекулами воды (Bragg, West, 1926; А. И. Гинзбург, 1955; В. В. Баканин, Н. В. Белов, 1962; В. Г. Фекличев, 1963).

ЛИТЕРАТУРА

- Баканин В. В., Белов Н. В. Кристаллохимия берилла.— *Геохимия*, 1962, № 5, 420—433.
- Гинзбург А. И. К вопросу о химическом составе берилла.— *Труды Минер. музея*, 1955, вып. 7, 56—69.
- Фекличев В. Г. О химическом составе минералов группы берилла, характере изоморфизма и положения в кристаллической структуре главных примесей.— *Геохимия*, 1963, № 4, 391—401.
- Фекличев В. Г. Микросталломорфологическое исследование явлений растворения кристаллов берилла.— *Труды Ин-та Минер. геохимии и кристаллогр. редких элементов*, 1963, вып. 18, стр. 85.
- Шафрановский И. И. Конусовидные поверхности на берилле.— *Труды Федоровской научной сессии 1953 г.*— *Кристаллография*, 1955, вып. 4, стр. 69—74.
- Шафрановский И. И. Кристаллы минералов. Кривоугольные скелетные и зернистые формы. Л., 1961, стр. 230—234.
- Bragg W. L., West J. The structure of Beryl. *Proc. Royal Soc. London A* 111, 1926, 691.
- Goldschmidt V. *Atlas der Krystallformen*, 1913, Text, Bd. I.
- Grube H. Über die Aetzfiguren einiger Minerale Beryll. *N. J. Min.*, 1895, Bd X, 464—468.