

# КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Е. С. ИЛЬМЕНЕВ, А. М. ПОРТНОВ, С. В. БОЧКОВ, С. И. ВОСТРОВА

## НОВЫЙ ТИП БАУМХАУЕРСКИХ ДВОЙНИКОВ В КРИСТАЛЛАХ ЛАНДАУИТА

(Представлено академиком Н. В. Беловым 2 VIII 1971)

Ландауит, минерал состава  $(\text{Zn}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{Ti}_3\text{O}_7$ , был обнаружен в зонах альбитизации сиенит-пегматитов щелочного массива Бурпала в Северном Прибайкалье <sup>(1)</sup>. Все кристаллы этого минерала, для которого рентгенографически установлена моноклинная сингония,  $a_0 = 5,22$ ;  $b_0 = 8,95$ ;  $c_0 = 9,53 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 107^\circ 35'$ , представляют сложные двойниковые сростки короткопризматического псевдотригонального облика. Размеры сростков не превышают 0,3 мм, но число граней в них достигает нескольких десятков (до 69).

Габитусными обобщенными простыми формами <sup>(2)</sup> при максимальной псевдосимметрии сростка  $3m$  являются пинакоид  $b$ , тригональный скаленоэдр  $e$ , ромбоэдр  $o$  и дигексагональные призмы с входящими углами  $n$ ,  $m$  (рис. 1) \*.

Если принять во внимание направления двойниковых швов, максимальная двойниковая симметрия сростка в целом  $3m'$  <sup>(3, 4)</sup>. Таким образом, все грани скаленоэдра находятся в двойниковом положении одна относительно другой и, следовательно, сросток состоит из 12 индивидов, для которых грань пинакоида общая. Чаше всего дигексагональные призмы в сростках вырождаются в дитригональные, а грани ромбоэдра проявляются не полностью, что приводит к снижению общей симметрии сростков, однако псевдотригональный облик их сохраняется (рис. 2).

Результаты гониометрических измерений 8 кристаллов ландауита, для которых полярные координаты сопоставлены по пинакоиду  $b$  и углу  $\varphi = 65^\circ 56'$  для сходственных

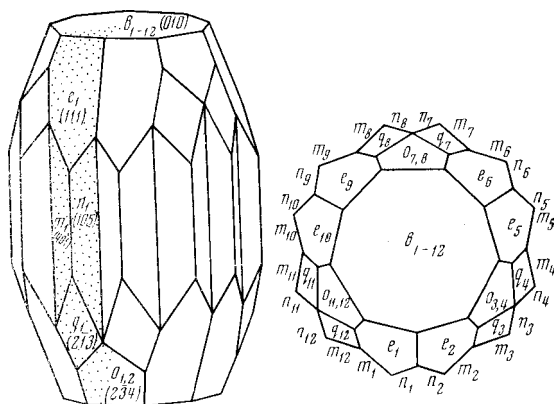


Рис. 1

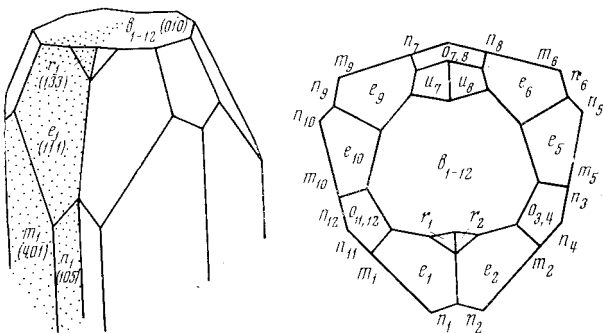


Рис. 2

\* Буквами обозначены сходственные грани сростка и индивидов, а индексы соответствуют номерам индивидов.

граней скаленоэдра  $e$ , приведены в табл. 1, которая отражает частоту проявления граней и максимальные отклонения от приведенных средних значений углов  $\varphi$  и  $\rho$ ; соответствующая стереограмма приведена на рис. 3.

Угол между гранями  $b$  и  $e$  в сростках равен  $66^\circ 41' \pm 24'$  (среднее из 44 измерений), что близко к вычисленному значению ( $66^\circ 26'$ ) между гра-

нями (010) и (111) ландауита, полученному исходя из приведенных параметров элементарной ячейки.

Если принять соответствующую ориентировку исходного индивида, то псевдотригональный сросток ландауита определится как комбинированный циклический двенадцатерник (баумхауерский двойник) <sup>(5)</sup>, в котором осуществляются два закона двойникования: по ребру [401] — параллельный двойник, сростающийся по грани (10 $\bar{4}$ ), и зеркальный двойник — по грани (30 $\bar{5}$ ). Угол между указанными гранями, вычисленный исходя из параметров з.я., равен  $30^\circ 40'$ , что близко к  $30^\circ$ . Отсюда следует псевдосимметрия циклического сростка  $3m'$ : двойниковая плоскость располагается к двойниковой оси под углом, близким к  $30^\circ$ ; это соответ-

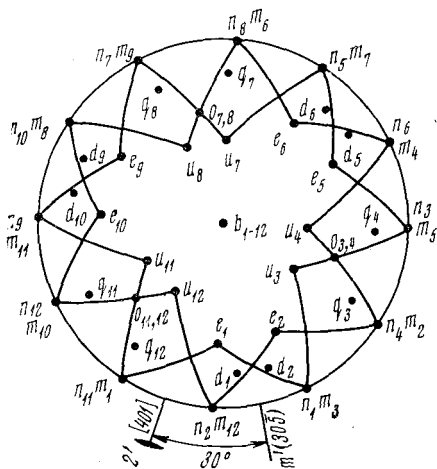


Рис. 3

ует величине среднего угла между гранями пояса призмы сростка ( $29^\circ 54' \pm 1^\circ 14'$ ). Следует отметить, что грани  $n$  и  $m$  могут принадлежать формам {105} и {401}, которые при двойниковании, как и пинакоид {010}, совмещаются и гониометрически не распознаются (рис. 2, 3).

Остальные грани индицируются вполне однозначно (рис. 1, 3):  $b\{010\}$ ,  $e\{111\}$ ,  $n\{105\}$ ,  $m\{401\}$ ,  $u\{121\}$ ,  $o\{234\}$ ,  $d\{213\}$ ,  $r\{133\}$ ,  $q\{212\}$ . Кроме указанных на рисунках, в сростках спорадически проявляются грани форм {101}, {141}, {341}, {412}.

Обращает на себя внимание, что средние по 8 сросткам углы между гранями (табл. 1) почти точно отвечают инверсионной оси третьего порядка, но в конкретных случаях отклонения превышают возможную ошибку измерений <sup>(6)</sup>. Это подтверждает псевдосимметрию производной оси  $\bar{3}$ , которая при угле между двойникующими элементами, не точно равном  $30^\circ$ , может реализоваться в процессе роста циклического двойника за счет нерегулярного несовершенства (блоковость, расщепление) индивидов, т. е. циклический двойник растет так же, как и несовершенный монокристалл.

Среди габитусных граней двойникового сростка фигурируют грани моноклинного индивида с высокими индексами, что, по-видимому, свойственно комплексным циклическим двойникам вообще <sup>(7)</sup>. В данном случае грани индивида {105} и {401} при циклическом двойниковании совпадают, что ведет к увеличению частоты появления этих граней. Более существенным однако представляется то, что те же грани при отнесении их к обобщенной форме сростка почти точно получают более простой символ {3120}. Иными словами, циклический двойник в целом проявляет геометрические свойства роста монокристалла. По-видимому, именно в этом следует искать причину систематического проявления необычных для монокристаллов граней, например, в комплексных двойниках касситерита <sup>(7)</sup>.

При указанной трактовке двойникового сростка индивид не может иметь плоскости симметрии (в противном случае псевдосимметрия сростка должна быть  $6/m\bar{3}m'$ ) и его точечная группа симметрии 2, что не соответствует ранее указанным для ландауита возможным федоровским

Таблица 1

| Грань          | $\varphi$ | $\rho$ | Число из-<br>мерений | $\Delta\varphi$ | $\Delta\rho$ | Грань       | $\varphi$ | $\rho$ | Число из-<br>мерений | $\Delta\varphi$ | $\Delta\rho$ |
|----------------|-----------|--------|----------------------|-----------------|--------------|-------------|-----------|--------|----------------------|-----------------|--------------|
| $b_{1-12}$     |           | 0°00'  | 8                    |                 |              | $n_{11}m_1$ | 96°44'    | 90°37' | 4                    | 55'             | 1°40'        |
|                |           |        |                      |                 |              | $n_2m_{12}$ | 67°42'    | 89°42' | 5                    | 1°10'           | 1°32'        |
| $e_1$          | 65°56'    | 66°21' | 8                    | —               | 1°19'        | $u_3$       | 7°05'     | 49°35' | 1                    | —               | —            |
| $e_2$          | 38°28'    | 66°42' | 8                    | 47'             | 1°58'        | $u_4$       | 338°13'   | 48°57' | 2                    | 58'             | 56'          |
| $e_5$          | 305°40'   | 66°39' | 6                    | 41'             | 31'          | $u_7$       | 246°03'   | 49°19' | 3                    | 17'             | 54'          |
| $e_8$          | 279°07'   | 66°38' | 7                    | 1°52'           | 38'          | $u_8$       | 218°30'   | 49°30' | 3                    | 5'              | 32'          |
| $e_{10}$       | 186°31'   | 66°45' | 7                    | 2°39'           | 42'          | $u_{11}$    | 125°27'   | 48°42' | 1                    | —               | —            |
| $e_{11}$       | 158°27'   | 66°59' | 8                    | 49'             | 56'          | $u_{12}$    | 98°54'    | 49°54' | 4                    | 48'             | 1°11'        |
| $o_{3,4}$      | 352°07'   | 64°42' | 6                    | 47'             | 1°37'        | $q_3$       | 6°36'     | 78°07' | 2                    | 13'             | 16'          |
| $o_{7,8}$      | 231°52'   | 64°21' | 4                    | 1°34'           | 32'          | $q_4$       | 338°57'   | 77°35' | 1                    | —               | —            |
| $o_{11,12}$    | 112°28'   | 64°17' | 7                    | 53'             | 2°02'        | $q_7$       | 245°43'   | 78°16' | 3                    | 23'             | 31'          |
| $n_1m_3$       | 37°11'    | 89°57' | 3                    | 43'             | 30'          | $q_8$       | 217°35'   | 78°24' | 2                    | 10'             | 20'          |
| $n_4m_2$       | 7°45'     | 89°58' | 6                    | 1°51'           | 21'          | $q_{11}$    | 125°43'   | 77°51' | 1                    | —               | —            |
| $n_3m_5$       | 336°07'   | 89°53' | 4                    | 11'             | 57'          | $q_{13}$    | 99°05'    | 77°43' | 1                    | —               | —            |
| $n_6m_4$       | 308°06'   | 90°06' | 8                    | 1°35'           | 43'          | $d_1$       | 58°43'    | 79°22' | 1                    | —               | —            |
| $n_5m_7$       | 275°16'   | 91°10' | 1                    | —               | —            | $d_2$       | 47°44'    | 79°38' | 2                    | 1°23'           | 22'          |
| $n_8m_6$       | 249°02'   | 89°54' | 3                    | 27'             | 36'          | $d_3$       | 298°50'   | 79°47' | 4                    | 46'             | 59'          |
| $n_7m_9$       | 216°36'   | 90°08' | 2                    | 42'             | 1°29'        | $d_6$       | 287°37'   | 79°09' | 4                    | 1°04'           | 51'          |
| $n_{10}m_8$    | 187°36'   | 89°56' | 3                    | 1°17'           | 31'          | $d_9$       | 178°55'   | 80°02' | 3                    | 25'             | 46'          |
| $n_9m_{11}$    | 156°15'   | 89°42' | 6                    | 38'             | 46'          | $d_{10}$    | 166°53'   | 81°01' | 2                    | 57'             | 15'          |
| $n_{12}m_{10}$ | 127°46'   | 89°57' | 5                    | 30'             | 38'          |             |           |        |                      |                 |              |

группам  $A2/m$  или  $Am$  (<sup>1</sup>). Отсутствие той же плоскости не позволяет трактовать этот комплексный циклический псевдотригональный двенадцатерник как шестерник прорастания. Его можно рассматривать как шестерник двойников, однако такое определение не точно, поскольку не ясно, какую пару индивидов следует принять за исходный двойник: зеркальную или sdвойникованную по оси.

Таким образом, кристаллические срастания ландшаута представляют собой новый тип комплексных циклических псевдотригональных двенадцатерников или двойников баумхауерского типа.

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт минерального сырья  
Министерства геологии СССР  
Москва

Поступило  
23 VII 1971

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. М. Портнов, Л. Е. Николаева, Т. И. Столярова, ДАН, 166, № 6 (1966). <sup>2</sup> И. И. Шафрановский, Кристаллография, 5, в. 4 (1960). <sup>3</sup> И. И. Шафрановский, В. А. Письменный, Кристаллография, 6, в. 1 (1961). <sup>4</sup> В. А. Кондик, Шубниковские группы, М., 1966. <sup>5</sup> В. А. Мокиевский, Сборн. Проблемы кристаллохимии минералов и эндогенного минералообразования, «Наука», 1967. <sup>6</sup> Л. А. Варданянц, Сборн. Идеи Е. С. Федорова в современной кристаллографии и минералогии, «Наука», 1970. <sup>7</sup> Е. С. Ильменев, Изв. высш. учебн. завед., сер. геология и разведка, № 9 (1967). <sup>8</sup> Д. В. Рундквист, Зап. Всесоюзн. мин. общ., 88, в. 3 (1959). <sup>9</sup> H. Baumhauer, Zs. Krystallogr., 31 (1899).