

Титульный лист  
Владимиру Владимировичу  
Тихомирову  
от сына  
17.5.1972

Сб. "Проблемы минералогии и петрологии"

Изд. "Наука", Л., 1972

И. И. Шафрановский, Д. П. Григорьев

## А. П. КАРПИНСКИЙ О ВНУТРЕННЕМ СТРОЕНИИ КРИСТАЛЛОВ

Немногие, но очень интересные минералогические труды А. П. Карпинского появились в свет в то время, когда в науке было стремление представлять кристаллы в виде геометрически правильно образованных многогранников. Тогда еще по существу не ставился вопрос о том, что кристаллы минералов имеют свою нередко очень сложную историю, зафиксированную в особенностях их внутреннего строения. Однако на таком общем фоне изредка появлялись публикации с иным взглядом на минералы, с интересом к их реальной морфологии, хотя и трудной для понимания. Загадочные формы всегда привлекали внимание Александра Петровича, подчеркивает в своих воспоминаниях об отце Е. А. Толмачева-Карпинская (1938).

В данной статье мы хотим напомнить о двух трудноуловимых и мало-замеченных, но чрезвычайно любопытных явлениях на кристаллах минералов, уловленных зорким взглядом выдающегося натуралиста. Это напоминание особенно уместно потому, что проф. А. К. Болдырев (представитель той же горной школы и ведущий минералог) не оценил важности этих наблюдений и не обратил должного внимания на публикации А. П. Карпинского (Болдырев, 1937). Между тем в самое последнее время, когда стала разрабатываться на новой основе кристалломорфология и развивалась онтогенез минералов, выяснилось все значение казалось бы незначительных и случайных фактов, открытых А. П. Карпинским. Речь здесь идет о «математически-правильном распределении включений внутри кристаллов граната» (Карпинский, 1887; переиздание, 1941) и о «крестообразных фигурах» в кристаллах поваренной соли (Карпинский, 1896—1897; переиздание, 1941).

Мы остановимся только на первом явлении. Оно было открыто на кристаллах марганцовистого граната (60% спессартинового компонента), найденных в сланцеватом графитсодержащем известняке возле Баевского графитового месторождения на Урале. В шлифах в случайных разрезах ромбододекаэдрических кристаллов этого граната замечается строго закономерное распределение мельчайших включений графита и кальцита (рис. 1). А. П. Карпинский увидел их «в виде правильно пересекающихся между собой линий». С помощью микроскопа ученому удалось выявить минералогическую природу этих включений.

Приведем слова самого ученого, объясняющие распределение включений внутри граната: «Они заключаются. . . в шести плоскостях, проходящих через центр и параллельных каждой паре граней ромбического додекаэдра. При этом, однако, включения находятся в каждой такой плоскости не по всему ее протяжению внутри кристалла, а только между центром и той частью периферии, где плоскость соприкасается с ребрами кристалла, а не с его гранями. . . Другими словами, ромбический доде-

каэдр разбивается плоскостями, содержащими включения, на 12 пирамид, вершины которых находятся в центре кристалла, а основания составляют

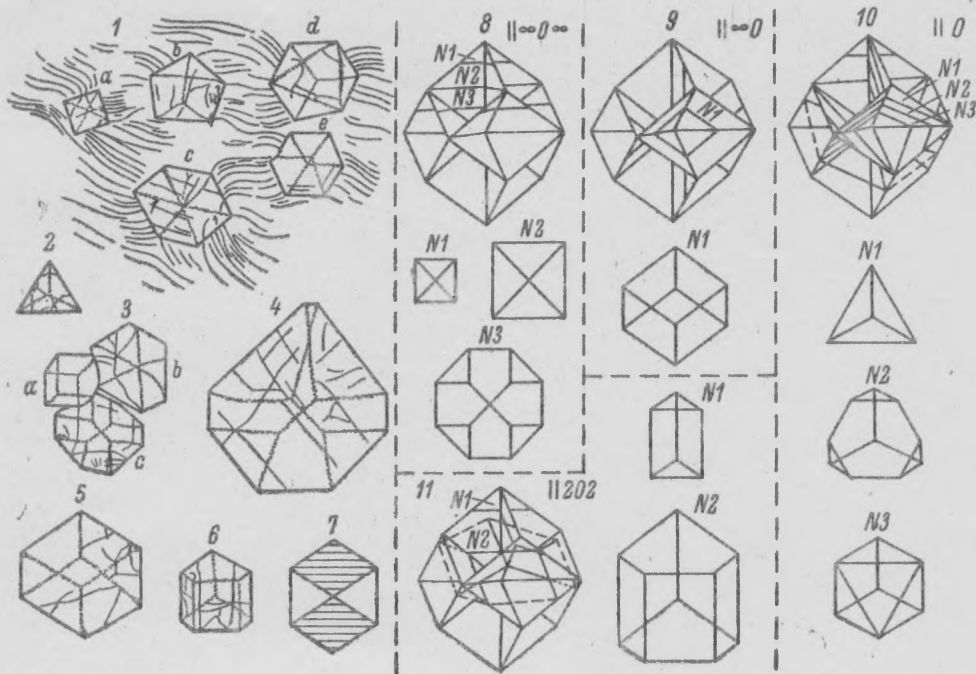


Рис. 1. Гранат с включениями графита и кальцита, по А. П. Карпинскому (1941, табл. II). Баевское месторождение, Урал.

1—7 — зарисовки под микроскопом, увел. 15: 1, а —  $\parallel (001)$ , 1, в —  $\parallel (211)$ , 1, с —  $\parallel (112)$  через центр или  $\parallel (110)$  около центра, 1, d — через вершины тригональных углов  $\parallel (111)$ , 1, e —  $\parallel (110)$  недалеко от центра кристалла, 2 —  $\parallel (111)$ , 3, а —  $\parallel (110)$ , 3, в —  $\parallel (111)$  через центр кристалла, 3, с —  $\parallel (100)$ , 4 —  $\parallel (101)$ , 5 —  $\parallel (110)$ , 6 —  $\parallel (211)$ , 7 — отвечает случаю прохождения сечения через центр кристалла точно по  $(110)$ , т. е. по поверхностям нарастания двух ребер; 8—11 — пояснительные построения А. П. Карпинского (правая часть рисунка).

его ромбические грани» (Карпинский, 1941, стр. 182). Из приведенной цитаты становится ясным, что А. П. Карпинский открыл внутри граната те внутренние части, которые ныне называются поверхностями нарастания ребер и которые получились при росте минерала благодаря захвату внутренними ребрами  $[111]$  и  $[100]$ , параллельными ребрам ромбододекаэдра и куба, включений зернышек графита и кальцита, в то время как поверхности растущих граней включений не захватывали и оказались чистыми. Совокупность всех ребер данной формы представлена на рис. 2.

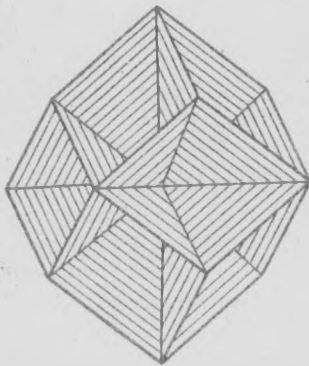


Рис. 2. Поверхности нарастания ребер пирамид роста ромбододекаэдра.

Следует отметить, что А. П. Карпинский видел, что поверхности нарастания ребер выделяют в кристалле 12 пирамид — объемов роста граней, не засоренных включениями. Эти объемы — не что иное, как пирамиды нарастания гранной формы  $\{110\}$ . На такую особенность строения кристаллов обратил внимание Ф. Бекке лишь спустя несколько лет и неудачно назвал получающиеся объемы «конусами нарастания» (Бекке, 1894; см. Леммлейн, 1948).

Это открытие привлекло особое внимание Е. С. Федорова, отметившего скелетную природу описанных образований. Упомянув изученные А. П. Карпинским гранаты, он подчеркивал, что резкость обозначения скелета, можно сказать, написанного черными буквами на белом фоне, зависела, конечно, от того, что в моменты роста кристалла углистые частицы из породы увлекались вместе с образующимися частицами минерала на концы главных осей роста, т. е. нормалей к плоскостям куба и октаэдра (Федоров, 1891).

Следует пояснить, что Е. С. Федоров, согласно своей теории кристаллического строения, считал кристаллы граната сложенными из параллелоэдров в форме кубооктаэдров. В соответствующей таким параллелоэдрам объемноцентрированной решетке плотнейшими сетками являются грани ромбододекаэдра — важнейшей формы граната. Наиболее интенсивный рост кристаллов граната по теории Федорова должен происходить по нормалям к плоскостям кубооктаэдрического параллелоэдра, т. е. по направлениям  $[001]$  и  $[111]$ . По его мнению, это и осуществляется в кристаллах, описанных А. П. Карпинским.

По современной классификации скелетных форм, описанные части кристаллов граната следует отнести к «внутренним скелетным образованиям» (внутренним скелетом называется такое кристаллическое образование, рост которого происходил в основном по направлениям вдоль ребер или осей симметрии, начиная от исходного центра; Шафрановский, Мокиевский, 1965). Все внутренние скелетные образования могут описываться с помощью реберных и гранных пучков. Внутренние ребра пирамид роста ромбододекаэдра образуют реберный пучок, состоящий из комбинации двух простых реберных форм: восьмилучевого пучка ребер  $[111]$  (реберного октаэдра) и шестилучевого пучка ребер  $[001]$  (реберного куба). Рассматривая те же образования с генетической точки зрения, мы должны будем их отнести к «вершинным формам роста» (вершинная форма роста отвечает комплексу радиальных линий, расположенных внутри кристалла или совпадающих с ветвями скелета и представляющих собой следы перемещения вершин кристалла; Бакуменко, 1962).

Как видим, открытие А. П. Карпинского приводит нас непосредственно к учению о простых реберных и вершинных формах, получившему развитие лишь в наше время.

В самом деле, И. Д. Х. Доннэй и И. Мелон впервые подняли вопрос о реберных формах в 1934 г. Совокупность сходных ребер кристалла имеет то же самое отношение к одному исходному ребру, как простая форма к одной грани, — указывает Доннэй (Donnay, 1965). Первая русская статья, содержащая определение простой реберной формы и вывод реберных форм для кристаллов низшей категории, появилась в 1955 г. (простая реберная форма — совокупность равных ребер кристалла, выводимых из одного заданного ребра посредством элементов симметрии; простая вершинная форма — совокупность одинаковых вершин кристалла, связанных элементами симметрии; Михеев, Шафрановский, 1955). Роль вершинных и реберных форм в современной онтогении минералов уясняется из того, что растущий кристалл поглощает химические (и механические) примеси неодинаково: 1) разными гранными формами, 2) разными реберными формами, 3) разными вершинными формами. Отсюда следует вывод, согласно которому реальный кристалл слагается пирамидами нарастания граней, поверхностями нарастания ребер и линиями нарастания вершин; пирамиды нарастания граней разных гранных форм, поверхности нарастания ребер разных реберных форм и линии нарастания вершин разных вершинных форм физически и химически различны (Григорьев, 1967; Grigoriev, 1968).

Подводя итог вышесказанному, мы должны признать, что А. П. Карпинский, обративший пристальное внимание на удивительные кристаллические узоры внутри граната и скрупулезно расшифровавший их природу, должен по праву считаться одним из предшественников новейшей кристалломорфологии и онтогении минералов. Не случайно описанное им явление и сделанные зарисовки и схемы занимают почетное место на страницах сводок и руководств по этим разделам науки (Григорьев, 1961; Grigor'ev 1965a, 1965b; Шафрановский, 1961).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бакуменко И. Т. 1962. О формах скелетного роста на примере кварца из пегматитов. Зап. Минер. общ., ч. 91, вып. 6, стр. 662—671.
- Болдырев А. К. 1937. Работы А. П. Карпинского в области минералогии и учения о месторождениях полезных ископаемых. Зап. Минер. общ., ч. 66, № 1, стр. 30—36.
- Григорьев Д. П. 1961. Онтогения минералов. Изд. Львовск. унив., стр. 284.
- Григорьев Д. П. 1967. Онтогения химических примесей в минералах. Вестник ЛГУ, № 6, вып. 1, стр. 31—42.
- Карпинский А. П. 1941. О некоторых метаморфических породах Урала. Собр. соч., т. III, Изд. АН СССР, М.—Л., стр. 145—185.
- Карпинский А. П. 1941. Образование поваренной соли с крестообразными фигурами на двух противоположных сторонах. Собр. соч., т. III, Изд. АН СССР, М.—Л., стр. 244—245.
- Лемлейн Г. Г. 1948. Секториальное строение кристаллов. Изд. АН СССР, М.
- Михеев В. И., И. И. Шафрановский. 1955. Реберные формы кристаллов. Сообщение первое. Минер. сб. Львовск. геол. общ., № 9, стр. 15—24.
- Толмачева-Карпинская Е. А. 1938. Александр Петрович Карпинский. Библиографический указатель. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Федоров Е. С. 1891. Причины образования кристаллических скелетов. Зап. Минер. общ., ч. 27, стр. 464—465.
- Шафрановский И. И. 1961. Кристаллы минералов. Кривогранные, скелетные и зернистые формы. Госгеолтехиздат, М., стр. 332.
- Шафрановский И. И., В. А. Мокиевский. 1956. Условия роста, геометрия и симметрия скелетных кристаллов. Зап. Минер. общ., ч. 85, № 2, стр. 171—186.
- Becke F. (1894). Der Aufbau der Kristalle aus Anwachskegeln. Jahrb. f. Naturwiss. «Lotos», Bd. 14 (42).
- Donnay J. D. H. 1965. Kristally mineralov. (Рецензия книги И. И. Шафрановского «Кристаллы минералов», ч. I, 1957). Amer. Miner., v. 50, № 1—2, p. 270.
- Grigoriev D. P. 1968. Wachstum und Formen der Minerale. Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss. B. Miner. Lagerstättenf., Bd. 13, № 3, S. 289—303.
- Grigor'ev D. P. 1965a. Ontogeny of Minerals. Published by Daniel Davey and Co., Inc., N. Y., p. 250.
- Grigor'ev D. P. 1965b. Ontogeny of Minerals. Published by Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, p. 250.