

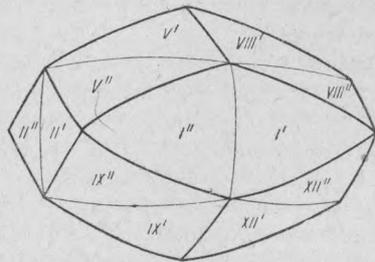
И. И. ШАФРАНОВСКИЙ

К КРИСТАЛЛОГРАФИИ АЛМАЗОВ БРАЗИЛЬСКОГО ТИПА

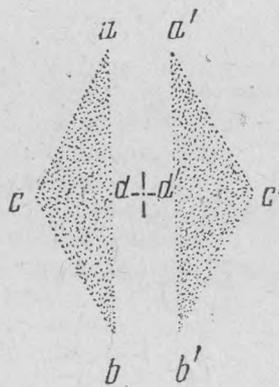
(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 16 I 1940)

Как известно, большинство найденных уральских алмазов принадлежит к так называемому «бразильскому типу». Кристаллы этого типа имеют форму обычно вытянутых округлых ромбододекаэдров с гранями, преломленными вдоль коротких диагоналей ромбов (фиг. 1). Именно такой образец был недавно описан Г. Б. Бокием и Г. Г. Леммлейном⁽¹⁾.

По заданию ВСЕГЕИ мной было гониометрически изучено около 40 округлых ромбододекаэдрических кристаллов алмаза из уральских коллекций геологов С. А. Годована, А. А. Аверина и В. С. Трофимова. Кроме того были измерены такие же кристаллы из коллекций И. Н. и Л. И. Крыжановских, хранящиеся в Геологическом музее им. А. П. Карпинского (Академия Наук). В результате изучения получен большой цифровой материал, позволяющий сделать некоторые обобщения.]



Фиг. 1.



Фиг. 2.

В классической монографии акад. А. Е. Ферсмана и В. Гольдшмидта «Der Diamant»⁽²⁾ приводятся многочисленные зарисовки и описания световых сигналов, получающихся для кривогранных алмазов на гониометре⁽²⁾. Согласно этим авторам, грани округлых ромбододекаэдров, разделенные вдоль короткой диагонали ромба на два участка, дают световые полосы (дуги), вытянутые параллельно упомянутым коротким диагоналям.

При помощи двухкрупного отражательного гониометра В. Гольдшмидта удалось установить, что подобные полосы для большинства округлых ромбододекаэдрических кристаллов с Урала приближаются по форме к вытянутым вдоль основания равнобедренным треугольникам. На эту характерную форму указывают также в упомянутой выше статье Г. Б. Бокий и Г. Г. Леммлейн.

Два участка (например I' и I''), на которые подразделена одна ромбододекаэдрическая грань, дают два таких световых треугольника abc и a'b'c' (фиг. 2) с вершинами c и c', всегда обращенными в про-

твояположные стороны. Основания этих треугольников (ab и $a'b'$) параллельны короткой диагонали грани ромбододекаэдра. Длина таких оснований колеблется даже на одном и том же кристалле в широких пределах (от 20 до 60° приблизительно).

Нередко, но не всегда, максимальной длине соответствуют наибольшие по величине грани, и обратно. Высота cd треугольника колеблется в сравнительно узких пределах, чаще всего приближаясь к $10-15^\circ$. В сравнительно малых пределах колеблется и расстояние dd' между основаниями ab и $a'b'$ двух соседних треугольников, отвечая величинам от 8 до 17° .

В пределах одного кристалла эта величина обычно отличается своим постоянством. Однако на образцах, где чередуются очень большие и очень маленькие грани, в связи с вытянутостью кристалла вдоль какого-либо направления, расстояние dd' для малых граней больше, нежели соответственное расстояние для больших граней. Углы между соответственными точками световых треугольников, получаемых от соответственных участков двух ромбододекаэдрических граней (например I' и II'), близки к 90° .

Гониометрическое измерение состояло в нахождении сферических координат (φ, ρ) для точек a, b, c и d каждого светового треугольника.

В результате были установлены следующие закономерности: 1) приведенные координаты точек a и b колеблются в пределах: $\varphi=35-40^\circ$, $\rho=60-80^\circ$. Эти точки довольно близко подходят к плоскостям ромбододекаэдра ($45^\circ, 90^\circ$) и октаэдра ($45^\circ, 54^\circ 44'$), но никогда не совпадают с ними в точности.

Вместе с тем в этих же пределах лежат координаты нескольких важнейших, в смысле плотности сеток, гексоктаэдров (48-гранников): $\{321\}$ ($33^\circ 41', 74^\circ 30'$); $\{341\}$ ($36^\circ 52', 78^\circ 41'$), $\{453\}$ ($38^\circ 40', 64^\circ 54'$), $\{563\}$ ($39^\circ 48', 68^\circ 58'$) и др. На одном кристалле были отмечены отдельные грани, имеющие символ $\{563\}$ и дающие одиночные сигналы, отвечающие точкам a и b описанных выше световых треугольников.

2) Точки c соответствуют обычно тетрагексаэдрам (пирамидальному кубу): $\{210\}$ ($26^\circ 34', 90^\circ$), $\{530\}$ ($30^\circ 58', 90^\circ$) или, реже $\{310\}$ ($18^\circ 26', 90^\circ$). Эти формы также являются наиплотнейшими из тетрагексаэдров. Точка d близка к $\{230\}$ ($33^\circ 42', 90^\circ$) или $\{340\}$ ($36^\circ 52', 90^\circ$).

3) Обращают на себя внимание малые колебания долгот (φ) для точек a и b (от 35 до 40°). С этим связаны отмеченные выше незначительные колебания расстояний dd' между обоими основаниями ab двух соседних световых треугольников (при $\varphi=35^\circ dd'=20^\circ$; при $\varphi=40^\circ dd'=10^\circ$).

4) Значительно большие колебания имеют место для полярных расстояний ρ точек a и b ($60-80^\circ$). С этим связана значительная разница длин ab световых треугольников, обычно наблюдающаяся даже на одном и том же кристалле (при $\rho=60^\circ ab=60^\circ$; при $\rho=80^\circ ab=20^\circ$). Никакой разницы для кристаллов из различных пунктов уловлено не было.

Подобные же результаты были получены и для алмаза из Бразилии, принадлежащего тому же типу (образец минералогического кабинета Ленинградского гос. университета). Сравнительное постоянство результатов для всех измеренных кристаллов, независимо от места их нахождения, позволяет заключить, что описанные округлые ромбододекаэдры с удвоенными плоскостями являются конечной формой растворяющихся кристаллов.

Сказанное прекрасно согласуется со взглядом акад. А. Е. Ферсмана и В. Гольдшмидта, согласно которому «большинство кристаллов алмаза в результате происходящего растворения принимает форму кривогранного додекаэдра».

Вместе с тем наше заключение противоречит предположению Г. Б. Бокия и Г. Г. Леммлейна о постепенном переходе растворяющихся алмазов от ромбододекаэдрических форм растворения к кубу через ряд пирамидальных кубов с постепенно возрастающими углами между соседними гранями.

По всей вероятности удвоение ромбододекаэдрических граней обусловливается одновременно и внешним воздействием концентрационных потоков и внутренним строением алмаза, причем последнее влияние доминирует. Дело представляется так. Формы роста алмаза (обычно октаэдры, в единичных случаях наблюдавшиеся и на Урале) при растворении стремятся перейти в ромбододекаэдрические многогранники (переходы от октаэдра к ромбододекаэдру с сильно разбеденными плоскостями октаэдра и округлыми раздвоенными поверхностями ромбододекаэдра широко известны в литературе, а также наблюдались и на уральских образцах).

Таблица 1

№ грани	Величина грани	Точка сиг-нала	φ		ρ	
			измеренные		приведенные к одному октанту	
I'	Средняя	a	216°02'	75°40'	36°02'	75°40'
		b	216°35'	104°55'	36°35'	75°05'
		c	203°28'	89°31'	23°28'	89°31'
		d	216°19'	90°18'	36°19'	89°42'
I''	Средняя	a	233°32'	76°45'	36°28'	76°45'
		b	233°56'	105°43'	36°04'	74°17'
		c	246°20'	92°30'	23°40'	87°30'
		d	233°41'	91°14'	36°19'	88°46'
II'	Большая	a	308°08'	76°00'	38°08'	76°00'
		b	306°54'	103°26'	36°54'	76°34'
		c	296°20'	91°02'	26°20'	88°58'
		d	307°31'	89°43'	37°31'	89°43'
II''	Большая	a	323°25'	77°40'	36°35'	77°40'
		b	323°55'	103°26'	36°05'	76°40'
		c	335°46'	93°30'	24°14'	86°30'
		d	323°40'	90°33'	36°20'	89°27'
III'	Средняя	a	36°07'	77°31'	36°07'	77°31'
		b	36°07'	103°44'	36°07'	76°16'
		c	23°16'	91°19'	23°16'	88°41'
		d	36°07'	90°38'	36°07'	89°22'
III''	Средняя	a	52°18'	74°32'	37°42'	74°32'
		b	52°14'	104°16'	37°46'	75°44'
		c	63°55'	90°14'	26°05'	89°46'
		d	52°16'	89°24'	37°44'	89°24'
IV'	Большая	a	126°50'	76°35'	36°50'	76°35'
		b	126°50'	104°47'	36°50'	75°13'
		c	111°32'	89°05'	21°32'	89°05'
		d	126°50'	90°04'	36°50'	89°56'
IV''	Большая	a	143°30'	76°40'	36°30'	76°40'
		b	143°45'	104°43'	36°15'	75°17'
		c	153°12'	89°16'	26°48'	89°16'
		d	143°38'	90°42'	36°22'	89°1'

и т. д.

Таблица 2

№ грани	Величина грани	Длина сигнала (ab)	Ширина сигнала (cd)	Угол между основаниями соседних треугольников (dd')	Угол между вершинами соседних треугольников (cc')	Угол между основаниями треугольников, идущих через один
I'	Средняя	29°15'	12°51'			
I''	Средняя	28°58'	12°39'	17°22'	42°52'	91°12'
II'	Большая	27°26'	11°41'			
II''	Большая	27°38'	12°06'	16°09'	39°26'	89°59'
III'	Средняя	26°13'	12°51'			
III''	Средняя	29°44'	11°31'	16°09'	40°39'	88°36'
IV'	Большая	27°46'	15°48'			
IV''	Большая	28°03'	9°34'	16°48'	41°40'	88°36'
V'	Средняя	44°56'	12°32'			
V''	Большая	38°36'	10°42'	16°49'	39°33'	90°43'
VI'	Очень большая	33°50'	7°43'			
VI''	Очень большая	49°42'	12°04'	17°05'	36°52'	91°22'
VII'	Средняя	34°47'	9°48'			
VII''	Средняя	42°38'	15°17'	17°00'	42°14'	89°29'
VIII'	Очень большая	32°25'	7°24'			
VIII''	Очень большая	47°57'	14°21'	17°59'	39°44'	90°03'

Однако вследствие наличия концентрационных потоков, связанных с наиболее интенсивным растворением вершин и ребер, плоскостного ромбододекаэдра образоваться не может (о роли концентрационных потоков см. в упомянутой монографии акад. А. Е. Ферсмана и В. Гольдшмидта). Получающиеся вследствие этого закругления ромбододекаэдрической грани к ее острым углам дают участки, где легко могут выступить сетки тетрагексаэдров (пирамидальных кубов). Аналогичные закругления к ребрам позволяют обнаружиться сеткам гексоктаэдров (48-гранников). И те и другие располагаются поблизости от граней ромбододекаэдра и октаэдра.

По Е. С. Федорову: «Грани меньшей плотности менее растворимы, чем грани большей плотности, а потому важнейшие грани наиболее растворимы»⁽³⁾. Согласно этому взгляду в нашем случае должны выступать наиболее плотные тетрагексаэдры и гексоктаэдры.

Как видно, данные измерений хорошо согласуются с последним.

Итак, описанные выше округлые ромбододекаэдры с удвоенными гранями представляют результат появления на поверхности алмаза совокупностей тетрагексаэдров и гексоктаэдров. И те и другие поодиночке обладают рациональными индексами, относясь к сравнительно важным формам алмаза.

Для того чтобы дать понятие о точности произведенных измерений, выше приведены данные измерения одного из уральских алмазов (коллекция С. А. Годована, № 3, из района пос. Промысла на западном склоне Среднего Урала) (табл. 1 и 2).

Поступило
16 I 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Б. Бокий и Г. Г. Леммлейн, ДАН, XXIV, № 9 (1939). ² A. Fermann, V. Goldschmidt, «Der Diamant», Heidelberg (1914). ³ Е. С. Федоров, Сокращенный курс кристаллографии, стр. 257 (1910).

⁴ Доклады Акад. Наук СССР, 1940, т. XXVI, № 7.