

А. Н. ЛАБУНЦОВ

К КРИСТАЛЛОГРАФИИ АЛМАЗА

Изучавшийся мною алмаз представлял собой бесцветный прозрачный кристалл с закругленными гранями — додекаэдрического облика, несколько сплюснутый по тройной оси симметрии (рис. 1). Этот тип кристаллов алмаза обычно называют «ромбическим додекаэдром с преломленными гранями» и относят к бразильскому типу кристаллов алмаза. Вес алмаза 44.1 мг. По своей сохранности и остроте ребер между гранями изучавшийся алмаз представлял прекрасный экземпляр, подобный которому встречаются сравнительно редко.

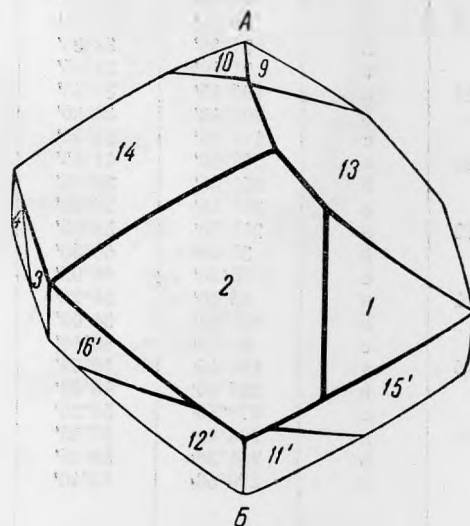


Рис. 1.

Кристаллографическое измерение этого алмаза было произведено мною на двукружном теодолитном гониометре В. Гольдшмидта в Институте геологических наук Академии Наук СССР.

Измерение производилось в два приема, оба раза при нормальной установке. Для первого измерения кристалл прикреплялся к кристаллоносцу точкой *Б* и для второго измерения он был перемонтирован и прикреплялся точкой *А*.

Вследствие закругленности граней кристалла отражения от граней получались не в виде обычных отдельных рефлексов крестиков (при пользовании диафрагмой с крестообразной прорезью), а в виде треугольной формы световых пятен, состоящих из многочисленных наложенных друг на друга крестиков. Наружные границы таких световых треугольников ооонтуривались четко.

Юстировка кристалла производилась по основаниям световых треугольников (их длинным сторонам). Само же гониометрическое измерение состояло в нахождении сферических координат (углов φ и ρ) для точек *a*, *b* и *c* — вершин световых треугольников.

Результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ грани	Вершины световых треугольников	Измеренные углы		№ грани	Вершины световых треугольников	Измеренные углы	
		φ	ρ			φ	ρ
1	a	37°00'	71°35'	1'	b	37°05'	82°45'
	c	33°35'	90°00'		c	33°35'	90°00'
2	a	53°10'	69°45'	2'	b	53°15'	70°25'
	c	59°05'	80°25'		c	126°50'	82°30'
3	a	126°40'	70°20'	3'	b	121°05'	87°50'
	c	142°45'	69°00'		c	142°45'	82°30'
4	a	149°35'	82°40'	4'	b	216°40'	74°50'
	c	216°45'	73°50'		c	211°10'	88°00'
5	a	232°50'	63°35'	5'	b	233°05'	82°40'
	c	239°20'	82°45'		c	306°45'	72°20'
6	a	306°45'	79°50'	6'	b	296°30'	90°00'
	c	296°30'	90°00'		c'	298°40'	84°25'
7	a	322°50'	82°50'	7'	b	322°55'	71°20'
	c	326°35'	90°00'		c	326°20'	90°00'
8	a	345°50'	46°35'	8'	b	341°50'	32°05'
	c	26°30'	48°20'		a	15°50'	36°20'
9	a	10°55'	34°15'	11'	b	0°15'	21°45'
	c	59°25'	42°05'		c	78°50'	46°10'
10	a	71°35'	38°35'	12'	a	116°00'	48°30'
	b	71°40'	28°05'		b	90°05'	37°10'
11	a	193°45'	33°55'	9'	c	153°20'	48°25'
	b	206°40'	36°30'		a	187°25'	42°10'
12	c	191°25'	22°45'	b'	b	180°00'	45°20'
	a	238°50'	41°45'		c	166°05'	39°30'
13	b	251°35'	38°25'	10'	a	243°50'	35°55'
	c	269°45'	26°40'		b	277°00'	34°10'
14	a	341°50'	58°05'	15'	c	269°35'	26°35'
	b	33°20'	60°50'		a	346°05'	45°45'
15	c	5°30'	66°05'	b	b	36°20'	51°30'
	a	63°20'	56°25'		c	359°45'	56°20'
16	b	101°05'	54°00'	16'	a	71°40'	57°35'
	c	89°10'	60°10'		b	114°35'	58°40'
17	a	161°45'	46°50'	c	c	93°00'	65°20'
	b	207°00'	48°35'		a	153°20'	59°05'
18	c	279°50'	56°25'	13'	b	186°30'	56°50'
	a	288°40'	57°35'		c	168°45'	68°45'
19	b	251°30'	58°05'	14'	a	256°05'	53°45'
	c	270°50'	63°40'		b	288°00'	55°05'
					c	274°20'	57°40'

На основании вышеприведенных результатов измерения составлены две стереографические проекции: I — по данным первого измерения для верхней половины кристалла (рис. 2) и II — по данным второго измерения для нижней половины кристалла (рис. 3).

Изображенные на этих стереографических проекциях треугольники представляют собой суммарные проекции рефлексов от каждой грани, причем размеры и форма треугольников зависят от степени закругленности граней. Буквами *a*, *b*, *c* обозначены вершины треугольников, кружочками же отмечено теоретическое положение полюсов главнейших кристаллографических форм алмаза.

При помощи стереографических проекций сделан чертеж кристалла нашего алмаза — его ортогональная проекция, в положении, отличающемся от нормальной установки поворотом влево на 30° и наклоном вертикальной оси от себя на 10° (см. рис. 1).

Рассмотрение результатов измерения и стереографических проекций позволяет сделать следующие выводы об измеренном кристалле алмаза.

1. В кристалле нет форм куба (100) и октаэдра (111), так как полюсы этих форм не захватываются световыми треугольниками.

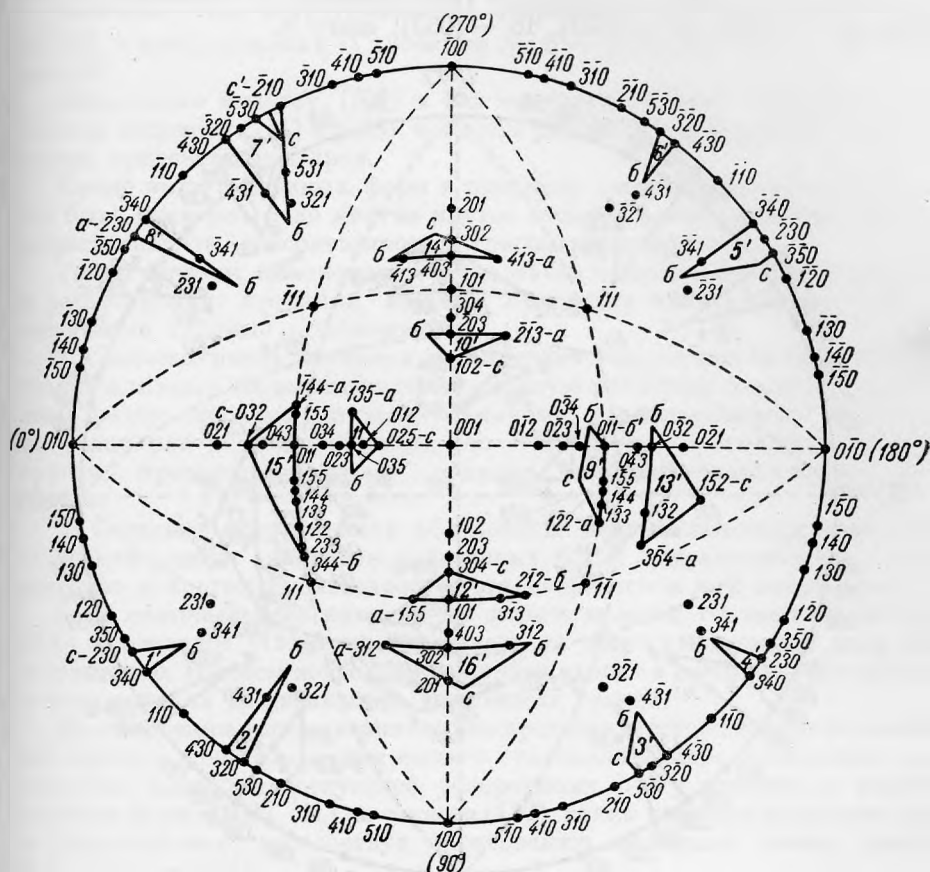


Рис. 2.

2. Формы ромбического додекаэдра (110) участвуют, но в ограниченном количестве в строении закругленных граней кристалла. Полюсы ромбододекаэдра входят в следующие световые треугольники: № 9 и 15 I проекции и № 9', 12' и 15' II проекции, всего 5.

Главными формами, полюсы которых в наибольшем количестве входят в световые треугольники, являются пирамидальные кубы (тетрагексаэдры (hko) и сорокавосмигранники (гексоктаэдры (hkl)).

3. Из пирамидальных кубов присутствуют следующие формы:

Индекса — 034 в треугольниках I проекции №: 1—(340), 2—(430), 3—(430), 4—(340), 5—(340), 6—(430), 7—(430), 8—(340), 9—(034), 14—(403), 15—(043); в треугольниках II проекции №: 12'—(304), 15'—(043), 14'—(403); всего 14.

Индекса — 023 в треугольниках I проекции №: 1—(230), 2—(320), 2—(320), 4—(230), 5—(230), 6—(320), 7—(320), 8—(230), 13—(032),

5. Из тригонтриоктаэдров присутствуют следующие формы:

Индекса — 122 в треугольниках I проекции №: 9—(122), 15—($\bar{1}22$); в треугольниках II проекции №: 9'—(122), 12'—(2 $\bar{1}2$), 15'—(122); всего 5.

Индекса — 133 в треугольниках I проекции №: 9—(133), 15—(133) и ($\bar{1}33$); в треугольниках II проекции №: 9'—(133), 12—(3 $\bar{1}3$), 15—(133); всего 6.

Аналогично индексу (133) в тех же треугольниках находятся также полюсы индексов (144) и (155); есть еще (233), (344) и другие более редкие формы тригонтриоктаэдров.

Кроме вышеуказанных форм в площади световых треугольников могут быть включены еще многие другие полюсы более сложных индексов: тетрагексаэдров, гексоктаэдров и тригонтриоктаэдров.

Таким образом, на основании результатов гониометрического измерения и рассмотрения проекций нашего кристалла алмаза можно отметить следующие главные положения.

1. Световые пятна являются суммарными рефлексами от закругленных граней алмаза. Они имеют не произвольную размытую форму, а представлены резко очерченными треугольниками, расположенными закономерно — попарно и таким образом, что стороны их лежат на дугах больших кругов, проходящих через полюсы наиболее характерных форм алмаза.

2. Световые треугольники образованы многочисленными рефлексами от граней разных индексов следующих форм: тетрагексаэдров, гексоктаэдров и тригонтриоктаэдров, с относящимися к ним вициналями.

3. В световые треугольники не входят полюсы главных форм: куба (100) и октаэдра (111), что указывает на отсутствие граней этих форм в кристалле. Полюсы же ромбододекаэдра входят в световые треугольники в пяти случаях из двенадцати возможных граней.

На основании вышесказанного мне представляется наиболее вероятным, что процесс кристаллизации нашего кристалла алмаза происходил в обстановке, благоприятствующей ускоренному росту главных и наиболее плотных форм: (100), (111) и отчасти (110), грани которых вследствие этого и уничтожились, способствуя образованию несколько менее плотных форм (hko) и (hkl).

Как известно, для объяснения образования закругленных граней кристаллов алмаза существуют две теории, противоположные друг другу. Одна «теория растворения» А. Е. Ферсмана и В. Гольдшмидта (1911), к которой примыкают И. И. Шафрановский и некоторые другие, и другая «теория роста», которой придерживаются J. R. Sutton (1928), А. Ф. Вильямс (1932), Г. Фридель (1924); к ней же следует отнести высказывания и Н. И. Кокшарова еще в 1869 г.

У авторов обеих теорий имеются свои соответствующие доказательства, которые, однако, до сих пор не могли быть подкреплены экспериментом, соответствующим природной обстановке образования алмаза.

Не подлежит сомнению, что кристаллизация алмаза в природных условиях происходит в сложных физических условиях, из которых давление, повидимому, является одним из главных факторов. Изменение его может влиять на быстроту роста или, наоборот, на растворение уже образовавшихся граней кристалла, обладающих разной ретикулярной плотностью; в отдельных же случаях пульсация его может способствовать и регенерации кристалла, с образованием вместо растворенных главных наиболее плотных форм других, менее плотных. Несомненно также, что кри-

сталлообразование усложняется еще способностью алмаза к гемиздрию и двойникованию, признаки чего можно обнаружить в большинстве кристаллов алмаза. Все это заставляет думать, что при трактовке причин кривогранности граней алмаза нужен индивидуальный подход к исследуемому объекту, и нельзя противопоставлять друг другу теории «растворения» и «роста».

Знакомство с литературой по изучению алмаза заставляет считать, что образование кривогранных кристаллов алмаза возможно как в результате растворения, так и в результате роста. К этому пришел в своей последней работе по алмазу и А. А. Кухаренко (1946).

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Аверин и И. И. Шафрановский. Зап. Минер. общ., LXVIII, № 3, 1939.
2. Г. Б. Бокий и Г. Г. Леммлейн. ДАН СССР, XXIV, № 9, 1939.
3. Д. П. Григорьев и И. И. Шафрановский. Зап. Минер. общ., LXXI, № 1—2, 1942.
4. В. А. Зильберминд и Э. М. Бонштэдт. ДАН СССР, 3, 1936.
5. А. А. Кухаренко. ДАН СССР, L, 1945.
6. А. А. Кухаренко. ДАН СССР, LI, № 8, 1946.
7. Н. И. Кокшаров. Зап. СПб. Минер. общ., ч. IV, 1869.
8. И. И. Шафрановский. ДАН СССР, XXVI, № 7, 1940.
9. И. И. Шафрановский. Зап. Минер. общ., LXIX, в. 2—3, 1940.
10. И. И. Шафрановский. ДАН СССР, XXXI, № 8, 1941.
- 10'. И. И. Шафрановский. Зап. Минер. общ., LXXII, № 1, 1943.
11. A. Fersman u. V. Goldschmidt. Der Diamant. 1911.
12. Friedel. Bull. Soc. Franç. Minér. Paris, 1924.
13. J. R. Sutton. Diamond. A descriptive treatise. London, 1928.
14. A. F. Williams. The Genesis of the Diamond. London, 1932.