

УДК 549.211

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

А. В. ВАРШАВСКИЙ, Г. П. БУЛАНОВА

МИКРОКРИСТАЛЛЫ ПРИРОДНОГО АЛМАЗА

(Представлено академиком Н. В. Беловым 26 XI 1973)

Внешняя морфология природных алмазов детально изучалась и подробно описана в большом числе статей и в специальных монографиях (только основные из них: ⁽¹⁻⁶⁾). Искусственные алмазы описаны менее детально (например, ⁽⁷⁻¹¹⁾), но достаточно, чтобы судить об основных морфологических различиях между ними и естественными кристаллами.

Важнейшей отличительной особенностью природных алмазов можно считать тот факт, что практически единственной плоскогранной габитусной формой, ограничивающей их, является октаэдр. Хотя среди синтетических алмазов форме $\{111\}$ принадлежит ведущая роль, наряду с ней большое значение имеет и $\{100\}$. Кроме того, на синтетических алмазах нередки менее развитые, но отчетливые плоские и гладкие грани $\{110\}$, $\{311\}$ и $\{221\}$.

Полученные нами новые данные показывают, что существует значительная (в количественном отношении) категория особых природных кристаллов, которые характеризуются еще большим разнообразием ограничивающих их простых форм и тем самым резко отличны от основной массы описанных до сих пор природных алмазов. Для краткости, учитывая, что подавляющее большинство кристаллов этой особой категории размером (в поперечнике) менее 0,5 мм, условимся называть их микрокристаллами (микроалмазами), в противоположность всем другим природным алмазам, которые именуются в дальнейшем макрокристаллами (макроалмазами).

Вначале микрокристаллы были обнаружены нами в образцах борта. В нашем случае особый интерес представляют часто встречающиеся в этих образцах каверны: именно в них нередко содержатся значительные количества микрокристаллов. В дальнейшем мы обнаружили микрокристаллы и в алмазной фракции менее 0,2 мм. Изучение этой фракции показало, что содержащиеся в ней целые кристаллики в большинстве своем обладают всеми морфологическими чертами, свойственными кристалликам, выполняющим каверны в борте, и в силу этого относятся нами к единой категории микроалмазов. Случай предоставил нам возможность просмотреть партию концентрата фракции кристаллов меньше 0,2 мм, извлеченного в результате одноактного экспериментального обогащения кимберлита. В силу отмеченных обстоятельств в нашем распоряжении оказалось ограниченное число (около 100) микроалмазов, 20 из которых были измерены с помощью двукружного гониометра ГД-1.

Результаты гониометрических измерений сведены в таблицу 1 и отражены в гномостереографической проекции (рис. 1). Ограниченность полученных данных не дает возможности количественно оценить истинную частоту встречаемости установленных простых форм, но в совокупности с более широкими визуальными наблюдениями позволяет судить о тенденциях этого плана.

Прежде всего отметим, что для микрокристаллов, как и для всех других алмазов, основной габитусной формой является октаэдр (рис. 2, 3). Специально следует выделить две особенности граней $\{111\}$ микрокристаллов: а) слои роста на них в подавляющем большинстве случаев имеют от-

четливую тригональную форму, б) они не несут на себе тригональных впадинок, столь обычных для макрокристаллов. В целом эти грани зеркально гладки и при гониометрических измерениях дают четкие одиночные сигналы.

По доле участия в формировании габитуса микрокристаллов следующей должна быть названа большая серия тригон-триоктаэдров (см. табл.1).

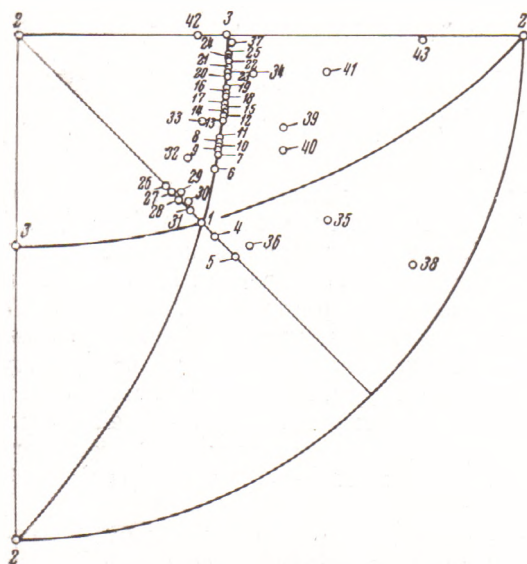


Рис. 1. Гномостереографическая проекция граней микроалмазов (приведено к одному квадранту)

щие ребра октаэдра. Некоторые из них несут на себе четкую штриховку, параллельную $[110]$. Часто гранки $\{110\}$ вместе с сериями тригон-триоктаэдров составляют вышеупомянутые «цилиндрические» поверхности на месте ребер октаэдра. В таких случаях грани ромбододекаэдра визуально трудно распознаваемы и уверенно могут быть идентифицированы только гониометрически.

Приведенные выше формы представлены на микроалмазах наибольшим числом граней. В первую очередь это относится к октаэдру, все восемь граней которого, как правило, хорошо развиты. Для ромбододекаэдра и тригон-триоктаэдров характерно наличие в среднем около половины возможного числа граней, хотя на отдельных микрокристаллах они бывают и в полном числе. В последнем случае, однако, грани развиты неодинаково: две — три из них могут конкурировать с гранями $\{111\}$, в то время как остальные представляют лишь узкие полоски. Четыре простые кристаллографические формы, характеризующиеся ниже, обычно представлены на микрокристаллах единичными гранями. В редких случаях они развиты до степени габитусных.

Наиболее часто из этих четырех форм встречаются грани куба. Как правило, они хорошего качества. На многих отмечаются тетрагональные впадинки, размеры которых колеблются в широких пределах. Сколько-нибудь полно представленной формы $\{100\}$ нами не было встречено ни на одном из просмотренных микрокристаллов. Наиболее часты 2—3 гранки (рис. 2). В то же время отдельные грани куба по размерам своим приближаются к $\{111\}$.

Грани тетрагон-триоктаэдров и в особенности тетрагексаэдров сравнительно редки и слабо развиты.

В отдельности каждая из этих форм не дает габитусных граней. В совокупности же узкие зеркально гладкие полоски таких гранок часто составляют на микрокристаллах широкие «цилиндрические» поверхности, образующими которых являются направления $[110]$. Нередко эти поверхности развиты столь сильно, что полностью или в большой мере вытесняют грани октаэдра. Таким образом, именно совокупность тригон-триоктаэдров разных символов можно относить к габитусным формам микроалмазов.

Грани $\{110\}$ не оказывают существенного влияния на габитус микроалмазов, но по частоте встречаемости не уступают тригон-триоктаэдрам. Обычно это узкие зеркально гладкие гранки, притупляю-

Таблица 1

Приведенные сферические координаты граней (по 20 кристаллам)

№ п.п.	Простая форма	Символ	Вычисленные		Измеренные		Частота встречаемости	Количество измеренных граней
			φ	ρ	φ	ρ		
1	Октаэдр	111	45°00'	54°44'	44°44'	54°46'	20	80
2	Куб	010	00 00	90 00	00 02	89 57	12	18
3	Ромбододекаэдр	011	00 00	45 00	00 04	44 58	10	20
4	Тригон-триоктаэдр	776	45 00	58 47	45 07	58 53	1	1
5	»	775	44 54	63 15	45 15	63 10	1	1
6	»	233	33 41	50 14	33 56	50 10	1	1
7	»	588	32 00	49 42	30 08	49 44	1	1
8	»	355	30 58	49 23	28 04	48 35	5	8
9	»	477	29 44	49 02	29 25	49 04	1	1
10	»	599	29 04	48 50	28 01	48 47	2	3
11	»	122	26 34	48 11	26 26	48 14	5	8
12	»	499	23 58	47 34	22 24	47 35	1	1
13	»	377	23 12	47 24	22 43	47 23	2	3
14	»	255	21 48	47 07	22 10	47 14	3	3
15	»	388	20 34	46 53	19 28	46 45	8	13
16	»	277	15 56	46 08	14 30	46 06	5	6
17	»	133	18 26	46 30	18 20	46 32	5	9
18	»	144	14 02	45 52	14 08	45 53	7	12
19	»	299	14 02	45 52	13 43	45 41	4	7
20	»	155	11 18	45 34	11 24	45 33	6	19
21	»	166	9 27	45 23	9 22	45 25	5	8
22	»	177	8 08	45 17	8 03	45 10	2	3
23	»	188	7 07	45 00	10 26	45 14	4	4
24	»	199	6 20	45 10	6 31	45 08	4	5
25	»	1'12'12	6 43	45 00	5 12	44 48	1	1
26	Тетрагон-триоктаэдр	557	45 00	45 14	44 47	45 17	2	4
27	»	334	45 02	46 40	44 30	46 42	4	5
28	»	779	41 48	47 29	45 30	49 45	1	1
29	»	445	41 49	48 25	42 52	48 30	1	1
30	»	667	45 00	50 28	43 30	50 20	1	1
31	»	889	44 22	51 37	45 03	51 30	2	2
32	Гексоктаэдр	345	36 52	45 00	35 46	45 02	3	3
33	»	489	26 34	44 50	25 40	44 51	2	5
34	»	165	9 27	50 35	9 30	50 35	1	1
35	»	352	30 58	71 04	30 02	71 08	1	1
36	»	564	39 48	62 53	42 12	62 58	1	1
37	»	456	0 0	46 51	2 43	46 48	1	1
38	»	591	29 03	84 27	30 25	84 30	1	1
39	»	132	18 26	57 41	18 35	56 35	1	1
40	»	253	21 48	60 52	23 00	59 55	1	1
41	»	184	7 07	63 36	7 20	63 02	1	1
42	Тетрагексаэдр	056	0 0	39 48	0 56	39 48	1	1
43	»	032	0 0	77 28	2 23	77 26	1	1

Примечание. Под частотой встречаемости разумеется количество кристаллов, на которых данная форма встречена.

Особо следует отметить гексоктаэдр. На большинстве микроалмазов он представлен лишь отдельными мелкими плоскими и гладкими гранками (рис. 3). Вместе с тем, нами обнаружены два образца серого борта, представляющего собой плотный агрегат большого числа микрокристаллов исключительно гексоктаэдрического габитуса. Насколько нам известно, это первая фиксация габитусного гексоктаэдра на алмазе. К тому же эта форма и в целом крайне редка на кристаллах минералов ⁽¹²⁾. На микроалмазах грани {hkl} имеют характерную форму неправильных треугольников, плоски и гладки. На их поверхностях часто наблюдаются каверны, ступеньки тонких слоев роста, параллельные [110], а также слоистые холмики роста, имеющие в соответствии с симметрией грани форму неправильных тригональных пирамидок (рис. 4).

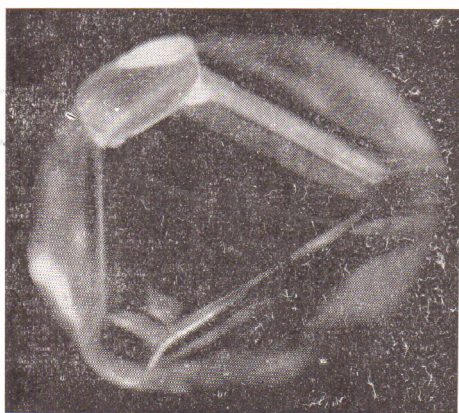


Рис. 2

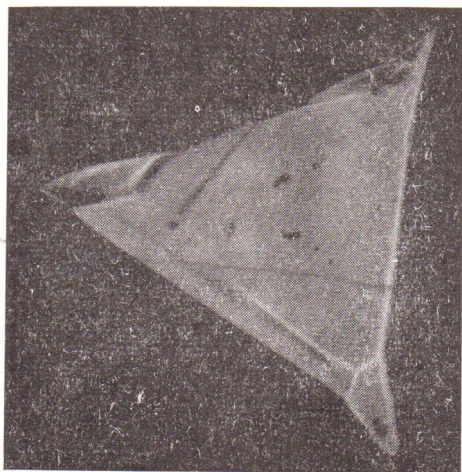


Рис. 3



Рис. 4

Рис. 2. Октаэдр микроалмаза с притупляющими его вершины гранями куба. 250×

Рис. 3. Грани $\{hkl\}$ в вершинах грани октаэдра микроалмаза. 300×

Рис. 4. Грань гексоэдра $\{hkl\}$. 900×

Приведенная краткая характеристика простых кристаллографических форм, свойственных микроалмазам, указывает на серьезное морфологическое отличие их от макрокристаллов и заметное сходство с синтетическими алмазами. Это позволяет предполагать, что: а) микроалмазы — всего лишь один из этапов многоактного природного процесса кристаллизации алмазов; б) именно этот этап в основных чертах своих моделируется в настоящее время в наиболее широко практикующихся промышленных способах синтеза алмаза.

Институт геологии
Якутского филиала Сибирского отделения
Академии наук СССР
Якутск

Поступило
6 IX 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Fersman, V. Goldschmit. Der. Diamant. Heidelberg, 1911. ² A. F. Williams. The Genesis of the Diamond, London, 1932. ³ И. И. Шафрановский, Кристаллография округлых алмазов, Л., 1948. ⁴ А. А. Кузнецов. Алмазы Урала, 1955. ⁵ А. П. Бобричев, М. Н. Бондаренко и др., Алмазные месторождения Якутии, 1959. ⁶ Ю. Л. Орлов, Морфология алмазов, «Наука», 1965. ⁷ F. R. S. Tolansky, I. Sunagawa, Nature, v. 184, № 4698, 1526 (1959). ⁸ В. И. Шеманин, Геология и геофизика, № 11, 16 (1966). ⁹ А. С. Вишневецкий, О. В. Суходольская, Минералогич. сборн., № 20, в. 4, 573 (1966). ¹⁰ З. В. Бартошинский, Минералогич. сборн. Львовск. ун-в., № 20, в. 1, 16 (1966). ¹¹ В. А. Безруков, Г. Н. Безруков и др., Зап. Всесоюз. мин. общ., т. 95, в. 1, 3 (1966). ¹² И. И. Шафрановский, Там же, т. 97, в. 2, 249 (1968).