

## АНАЛИЗ АНИЗОТРОПИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-НЕОДНОРОДНОЙ КРИСТАЛЛООБРАЗУЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИРОДНОГО АЛМАЗА

**Павлушин А.Д. (a.d.pavlushin@diamond.ysn.ru)**

Якутское отделение. ИГАБМ СО РАН

## ANALYSIS OF ANISOTROPY OF THE SPACE-INHOMOGENEOUS CRYSTAL-FORMING ENVIRONMENT OF NATURAL DIAMOND

**Pavlushin A.D.**

Yakutia branch. DPMGI SB RAS

На основании наблюдений искаженной внешней симметрии кристаллов предпринимались многочисленные попытки реконструкции анизотропии среды и условий кристаллизации природного алмаза. По некоторым данным (Бартошинский, 1969) количество правильно развитых октаэдров алмаза соответствующих его истинной симметрии  $m\bar{3}m$  не превышает доли 10% от всех исследованных кристаллов. Авторы, использовавшие точные измерения пропорций развития кристаллов (Зыков, Шафрановский, 1975), установили, что среди 6000 октаэдров не было алмазов, сохранивших истинную симметрию. Данное обстоятельство, как и характер искажений кристаллов, указывает на векторную природу кристаллообразующей среды, в которой реализация истинной симметрии алмаза крайне затруднительна. Большинство авторов полагает, что моделями симметрии кристаллообразующей среды алмаза могут являться симметрия «покоящегося цилиндра»  $\infty/m$  и симметрия «покоящегося конуса»  $\infty m$ , реже рассматривались симметрия шара  $\infty/\infty m$  и симметрия трехосного параллелепипеда  $mmm$  и последствия взаимного влияния пирамид роста в октаэдре алмаза (Ракин, 2014). В отличие от природных алмазов реализация симметрии  $\infty/m$  в гидростатических условиях при искусственном выращивании в расплаве приводит к кристаллизации массы правильно образованных индивидов. Отсутствие эффекта искажения искусственных алмазов поставило под сомнение ранее существовавшие гипотезы (Мальков, Асхабов, 1979) и позволило предложить альтернативный вариант природы анизотропии среды алмазообразования с признаками кристаллизации в твердой среде. В этом случае, становится возможным предположить существование анизотропной «пограничной стратифицированной» подобно дискретному пространству слоистой среды. В таких условиях диффузионное поле вокруг растущего кристалла в пограничной зоне между двумя подобными средами приобретает симметрию цилиндра  $\infty/m$  или симметрию конуса  $\infty m$  в пограничной зоне двух разнородных сред, что отражает становление конечной формы ложной симметрии кристаллов как в процессе роста, так и растворения природных алмазов.

Для моделирования в указанных выше средах, использованы октаэдр, и его производные обычно вицинальные формы алмаза – ромбододекаэдр и куб. В силу геометрии в таких условиях для октаэдра характерна ограниченная возможность преобразований видимой симметрии. Основными типами его искаженных форм являются псевдотригональные кристаллы симметрии  $\bar{3}m$  и  $3m$  и представители низших сингоний: псевдоромбической  $mmm$  и  $2mm$ , псевдомоноклинной  $2/m$  и  $m$  и псевдотриклинной видов симметрии  $\bar{1}$  и  $1$ . Таким образом, из искажений гранных форм октаэдра выпадают псевдотетрагональные виды ложной симметрии. В отличие от октаэдра среди его искаженных форм куба отсутствуют кристаллы псевдотригональных видов симметрии, тогда как псевдотетрагональные кристаллы представлены лишь ложной симметрией  $4/mmm$ . Для ромбододекаэдра характерны все выше перечисленные виды искаженной симметрии, а кроме того, становятся возможны искажения гранных форм более высоких видов симметрии  $4/mmm$  и  $4mm$  отражающие соответственно виды анизотропии среды  $\infty/m\bar{3}$  и  $\infty m$ .

Из изложенного следует, что в двух вариантах ориентации кристаллографических направлений относительно плоскости условно «слоистого» субстрата основные габитусные формы алмаза сохраняют его истинную симметрию  $m\bar{3}m$ : для октаэдра при ориентации  $L_4$  перпендикулярно к плоскости слоистости (т. е. параллельно  $L_\infty$  среды), а для куба при ориентации  $L_3$  перпендикулярно к плоскости слоистости. Обусловлено это тем, что геометрические преобразования, связанные с равным изменением площади граней в полярных направлениях октаэдра по  $[001]$  и куба по  $[111]$  не приводят к появлению ложных форм и диссимметризации кристаллов.

Статистические данные по распространенности искаженных форм кристаллов алмаза также можно объяснить исходя из предполагаемых видов кристаллообразующей среды. В большинстве исследований, как наиболее распространенные указываются уплощенные по  $L_3$  кристаллы алмаза симметрии  $\bar{3}m$ . По статистическим данным, полученным для крупных районов Якутской алмазоносной провинции (Бартошинский и др., 1969), на их долю приходится 54,5-65,0% искаженных индивидов. Второе место по распространенности искажений занимают псевдоромбические кристаллы симметрии  $mmm$  – 29,0-39,9%. Доля псевдотетрагональных кристаллов составляет – 1,6% в Приленском, в Мало-Ботуобинском – 8% и в Далдын-Алакитском до 18%.

Анализ искажений форм кристаллов алмаза позволил сделать вывод, что распространенность тетрагональных  $4/mmm$  и  $4mm$ , тригональных  $\bar{3}m$  и  $3m$ , ромбических  $mmm$  и  $2mm$ , моноклинных  $2/m$  и  $m$  и триклинных  $\bar{1}$  и  $1$  ложных видов симметрии отражает вероятность совпадения одного из элементов симметрии кристалла с элементом симметрии среды в пропорциях содержания элементов симметрии в его простой форме. Для кристаллов алмаза истинной симметрии  $m\bar{3}m$  она может быть выражена пропорцией количества элементов симметрии  $3L_4:4L_3:6L_2$  как 1,5:2:3, а также зеркальных плоскостей симметрии  $3P(001):6P(011)$  как 1:2. Возможности реализации

искажений алмазов в форме октаэдра  $\{111\}$ , куба  $\{100\}$  и ромбододекаэдра  $\{110\}$  находят объяснение во влиянии анизотропии диффузионного поля кристаллизации возникающего в условиях пограничного однородного либо пограничного неоднородного «стратифицированных» субстратов. Статистическое распределение кристаллов алмаза по подгруппам видимой ложной симметрии отражает геометрические свойства простых форм алмаза, и вероятность совпадения кристаллов с основными элементами симметрии однородной  $\infty/m\bar{3}$  и неоднородной  $\infty m$  «стратифицированных» кристаллообразующих сред природного алмазообразования.

*Бартошинский З.В., Гневушев М.А.* Внешняя симметрия якутских алмазов и условия их кристаллизации // ЗВМО. 1969. Ч. 98. В. 5. С. 560-567.

*Зыков Л.В., Шафрановский И.И.* Статистика искаженных форм алмазных октаэдров // ЗВМО. 1975. Ч. 104. В. 3. С. 354-356.

*Мальков Б.А., Асхабов А.М.* Внешняя (ложная) симметрия кристаллов алмаза – морфологическое следствие их мантийной перекристаллизации // ДАН СССР. 1979. №1. С. 179-181.

*Ракин В.И.* Реальные октаэдры алмаза // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2013, №6. С. 6-9.