

близки друг к другу с учетом погрешностей.

Автор благодарен коллегам из ЦИИ ВСЕГЕИ и ИМИ РАН за помощь в изотопно-геохимическом изучении цирконов. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-551.2007.5.

[1] M.J.Whitehouse, J.P.Platt. Dating high-grade metamorphism – constraints from rare-earth elements in zircon and garnet // *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 145, 2003, p. 61-74.

[2] С.Г.Скублов. Геохимия редкоземельных элементов в породообразующих метаморфических минералах // СПб.: Наука, 2005, с. 147.

[3] Е.В.Бибикова, С.В.Богданова, В.А.Глебовицкий и др. Этапы эволюции Беломорского подвижного пояса по данным U-Pb цирконовой геохронологии (ионный микрозонд NORDSIM) // *Петрология*, № 3, т. 12, 2004, с. 227-244.

[4] P.W.O.Hoskin, U.Schaltegger. The Composition of Zircon and Igneous and Metamorphic Petrogenesis // *Rev. Mineral. Geochem.*, vol. 53, 2003, p. 27-62.

RMS DPI 2007-1-153-0

**ЗОНАЛЬНО-СЕКТОРИАЛЬНОЕ СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ
АЛМАЗА ИЗ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК
УДАЧНАЯ И ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ (ЯКУТИЯ)
ZONAL-SECTORIAL STRUCTURE OF DIAMOND CRYSTALS
FROM UDACHNAYA AND INTERNACIONALNAYA
KIMBERLITE PIPES (YAKUTIA)**

Скузоватов С.Ю., Зедгенизов Д.А., Рагозин А.Л.

Skuzovatov S.I., Zedgenizov D.A., Ragozin A.L.

Institute of Geology and Mineralogy, Novosibirsk, Russia, justsquall@gmail.com

Natural diamonds occur with a range of morphological and physical properties. The principal growth morphologies of diamonds are octahedra with smooth faces and cuboid crystals usually with rough surfaces but an overall cubic habit. It has been suggested earlier that octahedral and cuboid diamonds differ in nitrogen concentration. Detailed variations in growth history may be recognized by studying crystals of mixed (octahedral plus cuboid) habit. Forty one natural diamonds with mixed habit and different internal structures from two yakutian kimberlite pipes have been examined, using methods of optical birefringence, and scanning microscopy, cathodoluminescence and infrared spectroscopy. Measurements show, that the N content is systematically higher in octahedral sectors than in cuboid ones, so it is controlled by mechanism of growth. The variations between inner cuboid domains and outer octahedral zones also have a systematic character, but they are probably not due to purely kinetic effects and can be explained by increased nitrogen concentration in growth medium.

В современной науке алмаз широко используется как

исключительный материал для решения многих фундаментальных и прикладных задач. Многолетние исследования показали, что природные алмазы характеризуются разнообразием морфологических и физических свойств [1,2,3]. Данное разнообразие алмазов определенно отражает широкие вариации условий их образования в мантии. Согласно существующим представлениям предполагается, что морфология алмаза определяется механизмом роста и величиной пересыщения как движущей силы кристаллизации [4]. Формами роста алмаза являются октаэдр при послойном механизме и кубоид (кривогранная форма примерно кубического габитуса) при нормальном. Существует множество описаний алмазов с секториальным строением, когда рост происходил одновременно плоскими гранями октаэдра и кривогранными поверхностями кубоида. Возможен также и обратный этому случай при переограниении кубоида в октаэдр. Подобные кристаллы недавно были описаны среди микроалмазов из нескольких кимберлитовых трубок Якутии [5]. Однако за исключением алмазов «в оболочке» такие кристаллы в литературе охарактеризованы довольно слабо и, следовательно, представляют собой большой научный интерес. В настоящей работе приведены результаты исследования морфологии, внутреннего строения и дефектно-примесного состава алмазов смешанной и переходной формы роста методами оптической и электронной сканирующей микроскопии, катодолумinesцентной топографии и ИК-спектроскопии.

Кристаллы переходного и смешанного габитуса были отобраны из представительной коллекции алмазов из кимберлитовых трубок Интернациональная и Удачная, насчитывающей несколько тысяч кристаллов. Результаты исследования показывают непрерывный спектр морфологии кристаллов в зависимости от разной степени развития либо граней октаэдра либо поверхности кубоида. Среди кристаллов можно выделить 3 группы: (I) кристаллы преимущественно октаэдрической формы, (II) кристаллы с равномерным развитием граней октаэдра и поверхностей кубоида (наиболее представительная группа) и (III) кристаллы преимущественно кубической формы. Кристаллы первой группы, как правило, ограничены хорошо развитыми гранями октаэдра, с узкими гранями ромбододекаэдра, притупленными небольшими поверхностями кубоида. Кристаллы второй группы часто имеют округлый облик, габитусные формы – октаэдр и кубоид, в большинстве случаев хорошо развиты комбинационные грани ромбододекаэдра. Кристаллы третьей группы в качестве габитусной формы имеют поверхности кубоида, часто притупленные гранями октаэдра на вершинах и ромбододекаэдра – на ребрах. Грани октаэдра, как правило, плоские, либо имеют ступенчато-пластинчатое, в

некоторых случаях полицентрическое строение. Поверхности кубоида кристаллов всегда рельефные, как правило, вогнутые. У некоторых кристаллов поверхности кубоида имеют мозаичное строение. Часто на гранях октаэдра и поверхностях кубоида наблюдаются фигуры растворения. В ряде случаев наблюдается регенерация поверхности кубоида многочисленными вершинами октаэдра.

Исследование плоскопараллельных пластинок и картин аномального двупреломления показало неоднородность внутреннего строения кристаллов, в частности кристаллов с ярко выраженными центральными частями, как октаэдрической, так и кубической формы, нередко трассируемыми большим количеством темных микровключений, кристаллов с радиально-лучистым и зональным октаэдрическим строением. Использование катодолюминесцентной топографии позволило выделить 5 основных групп кристаллов по принципу внутренней структуры: кристаллы с преимущественным развитием секторов (111) или (100), с развитием в равной степени секторов (100) и (111), а также формы роста, переходные от октаэдра к кубоиду и от кубоида к октаэдру.

По данным исследования дефектно-примесного состава кристаллов с использованием ИК-профилирования практически все кристаллы стоит относить к IaA типу по физической классификации. Степень агрегации азота в В1-центры имеет значения в пределах первых протонных и не обнаруживает четких закономерностей изменения в пределах кристалла. Распределение азотных и водородных дефектов в кристаллах неоднородно. Концентрация азота в октаэдрических секторах выше в сравнении с секторами кубоида. Концентрация дефектов водорода имеет более высокие значения в секторах кубоида по сравнению с октаэдрическими секторами. В общем случае, концентрация азота в рассмотренных кристаллах убывает от центра к периферии. В кристаллах переходной формы 100→111 в кубических центрах отмечается повышенная концентрация азота. Полученные результаты по распределению азота в кристаллах позволяют сделать вывод о том, что вхождение азотных дефектов в структуру алмаза определяется механизмом роста. Повышенное содержание азотных центров в кубических ядрах по сравнению с периферийной октаэдрической зоной, вероятно, обусловлено концентрацией азота в среде кристаллизации.

Работа выполнена при поддержке Сибирского отделения РАН (молодежный грант №137) и фонда президента РФ (грант МК-1613.2007.5).

[1] E.R. Harrison, S. Tolansky. Growth history of a natural octahedral diamond / Proc R Soc London A279, 1964, p. 490–496

[2] S. Suzuki, A.R. Lang. Occurrences of faceted re-entrants on rounded surfaces

of natural diamonds // Journal of Crystal Growth 34, 1976, pp 29–37.

[3] Y. Orlov. The Mineralogy of Diamond // Wiley, New York, 1977, p. 235.

[4] I. Sunagawa. Growth and morphology of diamond crystals under stable and metastable conditions // Journal of Crystal Growth, 99, 1990, p. 1156–1161.

[5] D.A. Zedgenizov, B. Harte, V.S. Shatsky, A.A. Politov, G.M. Rylov, N.V. Sobolev. Directional chemical variations in diamonds showing octahedral following cuboid growth // Contrib. Mineral Petrol, 151, 2006, p. 45–57.

RMS DPI 2007-1-154-0

**НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЕ МИКРОСТРУКТУРЫ
КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНЫХ АГАТОВ
SUPRAMOLECULAR MICROSTRUCTURES
OF CONCENTRIC-ZONED AGATES**

Сластников В.В., Пунин Ю.О., Нестеров А.Р.

Slastnikov V.V., Punin Yu.O., Nesterov A.R.

*Saint-Petersburg State University, St.Petersburg, Russia,
v_slastnikov@mail.ru*

Agates are natural hierarchical dissipative structures, composed of silica minerals: chalcedony, quartzine and quartz in general. In chalcedony we can find helicoidal fiber twisting and periodic fiber striations in micrometer scale. X-ray power diffraction proved that both these defects do not affect the structure of quartz dramatically. Variation of interzone distances in these rhythmic fiber striations is highly informative about microdynamics of silica crystallization. Periodic fiber striations are the result of segregation of little portions of silicagel while chalcedony growth. Fiber twisting is a product of heterometric tension which occurs in case of asymmetric $Al^{3+} \rightarrow Si^{4+}$ substitution. In our hypothesis variation of twisting period is indicative for the composition (pH) of the initial medium.

Агаты являются классическими природными диссипативными структурами с иерархической надмолекулярной упорядоченностью. В концентрически-зональных агатах выделяется 3 порядка структурной зональности [1]: 1) чередование агрегатов минералов кремнезема, разделенных перерывами в отложении вещества; 2) зональное изменение толщины волокон сферолитов халцедона или кварцина; 3) микрзоны с пониженным показателем преломления в матрице нормального халцедона, кварцина или кварца. На структуры второго и третьего порядков налагается ростовое геликоидальное скручивание волокон сферолитов. Исследовались микроструктуры концентрически-зональных агатов из базальтовых лав Тиманской и Бразильской агатоносных провинций. Исследование проводилось методами оптической и растровой электронной микроскопии и порошковой дифрактометрии на материале более 60 образцов.