

ДИСКРЕТНОСТЬ АЛМАЗООБРАЗОВАНИЯ В ТРУБКЕ ЮБИЛЕЙНАЯ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Рубанова Екатерина Владимировна

Геологический факультет МГУ, Москва, ekaterina.rubanova@gmail.com

Трубка-месторождение Юбилейная находится в 15 км к северо-западу от поселка Айхал. Она расположена в Алакит-Мархинском поле Далдыно-Алакитского района Якутской алмазоносной провинции [3].

Основную массу алмазов составляют бесцветные, реже эпигенетически окрашенные в дымчато-коричневые цвета различной интенсивности кристаллы. В трубке широко распространены октаэдры и кристаллы переходной формы от октаэдрического габитуса к ромбододекаэдрическому (40%), а также ламинарные ромбододекаэдры (20-25%), встречаются округлые алмазы (10%) [2]. Значительное количество алмазов IV, VIII, IX, реже I разновидности окрашено в серые и черные цвета различной интенсивности из-за большого количества графита (около 1/7 по массе кристаллов). Распространены желтые, желто-зеленые, серовато-зеленые кристаллы IV разновидности, составляющие 4% всех алмазов, причем их содержание увеличивается с увеличением класса крупности [2]. Для трубки Юбилейная характерно высокое содержание двойников и сростков (30%) всех алмазов. Наиболее распространены незакономерные сростки [2].

Характерным признаком алмазов является присутствие значительного числа индивидов с признаками природного травления (шрамы, матировка, каверны и др.), которые встречаются более чем у 25% всех кристаллов. Матировка возникает при окислении алмазов в условиях гидротермальной-пневматолитовой фазы формирования диатремы, а также под воздействием нагрева при внедрении пород трапповой формации [2].

Авторами была изучена коллекция из 12 крупных кристаллов весом от 4,98 до 10,75 карат. Благодаря своему большому размеру они имеют более длинную и сложную историю кристаллизации и соответственно их внутренне строение может дать более полную информацию об условиях и этапах алмазообразования в трубке.

Кристаллы имели форму октаэдров и кубов, также были сростки октаэдрических кристаллов, а один образец представлял собой два проросших куба. Все образцы непрозрачны или полупрозрачны из-за сильного растворения, графитизации, матировки поверхности или многочисленных включений графита. После детального описания поверхности кристаллов, все они были распилены через центр с целью изучения дискретности алмазообразования и выявления неоднородностей внутреннего строения.

Практически все кристаллы зональны. У большинства из них зональность обусловлена наличием непрозрачных, предположительно насыщенных графитом зон: широких и узких, однородных и неоднородных, образующих одну

сплошную зону или имеющих частое чередование. При этом серый цвет полупрозрачных и черных непрозрачных зон, скорее всего, является результатом присутствия мелкорассеянного графита.

Наибольший интерес представляет сросток двух разновеликих непрозрачных октаэдров в оболочке, не позволяющей разглядеть внутренние дефекты. После распила образца выявлена резкая зональность внутреннего строения кристаллов (рис. 1). Визуально можно выделить как минимум 4 зоны, резко отличающиеся по внутреннему строению (рис. 1, 2).

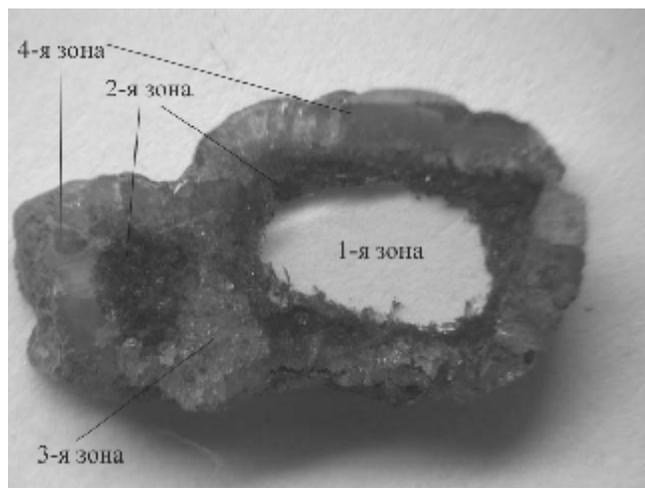


Рис. 1. Пластина зонального кристалла алмаза. Размер 12 мм.

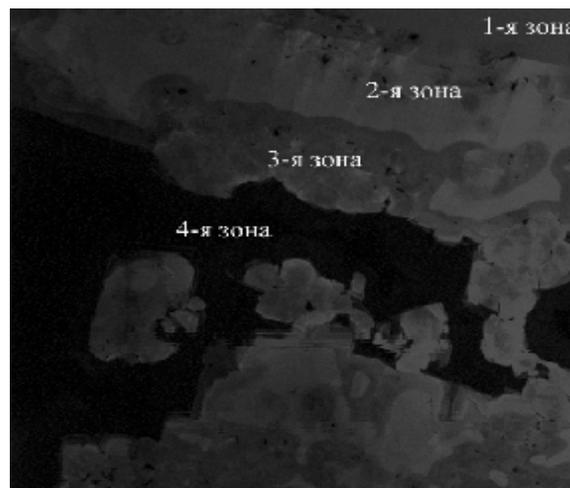


Рис. 2. Катодолуминесценция зонального кристалла. Увеличение в 50 раз.

Центральная часть большего по размеру кристалла прозрачна и не имеет видимых дефектов и неоднородностей (первая зона). Это единственная зона, которая обладает слабой голубой фотолуминесценцией. Она имеет однородную катодолуминесценцию, выявляющую очень тонкую ростовую зональность октаэдрического кристалла (чередование зон с различными интенсивностями голубой катодолуминесценции), что указывает на спокойные, стабильные условия роста и однородность кристаллизующей среды.

Этот прозрачный кристалл, являющийся центральной частью, окаймлен второй зоной значительно меньшей ширины, полупрозрачной из-за большого количества включений. Вторая зона срезает ростовую зональность первой. На сильное растворение указывает и овальная форма кристалла без следов первичной формы. Последующая регенерация поверхности приводит к захвату включений параллельно-шестоватыми агрегатами в процессе дорастания кристалла.

Вторая зона переходит в третью – мелкокристаллический агрегат (сросток множества мелких кристалликов алмаза размером от первых десятых до 200 микрон), неоднородный по размеру слагающих его кристаллов и непрозрачный из-за своей структуры. Она также имеет плавную волнистую границу с

предыдущей зоной, а значит, мы можем предполагать, что имел место еще один этап растворения. Третья зона также легко отличима от второй по более слабому голубому цвету катодолюминесценции. Мелкие кристаллы легко различимы по контурам границ. Образование множества мелких кристалликов является результатом перенасыщенности среды, обуславливающей возможность одновременного зарождения большого количества центров кристаллизации. В этих условиях появляется новая популяция кристаллов алмаза с поверхностями совместного роста.

Все зоны кроме первой (прозрачное ядро) наблюдаются также и на меньшем кристалле сростка. Эти два кристалла связаны третьей зоной, сложенной мелкокристаллическим агрегатом.

Четвертая зона - оболочка из крупных параллельно-шестоватых агрегатов. Она имеет фисташково-желтый цвет и нарастает на уже соединенные кристаллы. Образование параллельно-шестоватых агрегатов обусловлено достаточным количеством вещества для образования нескольких центров на поверхности сростка. Кристаллы оболочки имеют различный размер и форму с различных сторон, что может быть связано с большим количеством вещества для кристаллизации с одной стороны и недостатком с другой. Оболочка не имеет катодолюминесценции, что также указывает на смену условий кристаллизации.

ИК-спектроскопия выявила неоднородность распределения дефектов в четырех зонах кристалла, подтверждающую смену условий кристаллизации. Локальная съемка ИК-спектров проводилась старшим научным сотрудником ЦНИГРИ, к.г.-м.н. Хачатрян Г.К. Так в первой зоне (прозрачный кристалл) концентрация азота мала ($N_A=160$ ppm, $N_B=189$ ppm) и отсутствуют центры водорода. Содержание «плейтелитс» (P) достигает $12,6 \text{ см}^{-1}$. При переходе ко второй зоне количество A, B и P дефектов сохраняется ($N_A = 164$ ppm, $N_B = 206$ ppm, $P=13 \text{ см}^{-1}$), но появляется примесь водорода ($H=0,3 \text{ см}^{-1}$). В черной зоне (2-ой зоне, забитой включениями) концентрация B дефектов увеличивается до 552 ppm (при этом количество A дефектов измерить не удалось, можно только качественно оценить, что A дефектов не меньше, чем B), концентрация «плейтелитс» снижается до $10,8 \text{ см}^{-1}$, а концентрация водорода возрастает до $0,55 \text{ см}^{-1}$. Во внешней оболочке B и H центры отсутствуют, концентрация A и C дефектов составляет 525 ppm и 424 ppm, соответственно. Также появляются пики воды (3400 см^{-1}) и карбоната (1400 см^{-1}), что является характерной особенностью для волокнистой оболочки кристаллов алмаза [1].

Чередование этих резко отличающихся друг от друга зон, безусловно, указывает на сложную историю кристаллизации данного алмаза, доказывает дискретность и многостадийность алмазообразования для трубки Юбилейная и является наиболее интересным моментом в изучении коллекции.

Изучение состава включений в зональном кристалле были выполнены в лаборатории электронно-зондового анализа Геологического факультета МГУ. Большинство включений проанализировано качественно из-за их

неоднородности, которая могла стать результатом частичного разрушения при распиле кристалла лазером. Обнаружены только вторичные включения тетраферрифлогопита, хлорита, биотита и ильменита. В последнем содержание MgO не превышает 3 мас.%. Все включения имеют выход на поверхность через трещины и пустоты на границах кристаллов внешней оболочки (четвертая зона) и мелкокристаллического агрегата (третья зона) (рис. 3). Образование перечисленных эпигенетичных включений могло происходить в несколько этапов во время посткристаллизационных процессов благодаря возможности легкого проникновения растворов по трещинам (рис. 3).

В коллекции также присутствуют два прозрачных гладкогранных октаэдра, полностью забитых включениями. Катодолюминесценция и изучение пластинок этих кристаллов под микроскопом не выявили неоднородностей роста и этапов растворения.

Важным моментом в исследовании этих кристаллов также является наличие множества флюидных включений, связанных преимущественно с флюидным режимом кристаллизационного и посткристаллизационного процессов (рис. 4).

С помощью рамановской спектроскопии на границе наиболее крупных включений и алмаза обнаружен графит. Графитизация скорее всего является следствием воздействия высокотемпературных посткристаллизационных процессов и поэтому возникает на границе включений и алмаза, как на наиболее дефектных участках кристалла (рис. 5).

Кроме того, графит был обнаружен в черных и серых зонах непрозрачных кристаллов. Пик на частоте 1582-1586 см⁻¹ указывает на примесь кристаллического графита (рис. 6). В некоторых точках установлен слабый пик на частоте 1360 см⁻¹, соответствующий рентгеноаморфному (со значительным разупорядочением решетки) графиту.

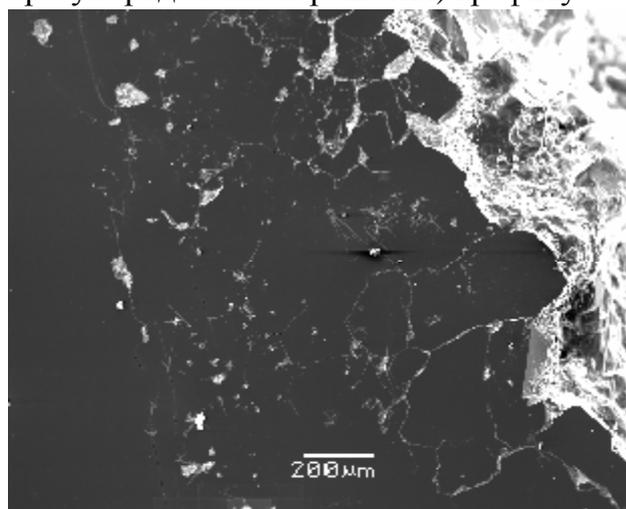


Рис. 3. Трещины от поверхности кристалла к включениям во второй зоне.



Рис. 4. Флюидные включения. Увеличение в 200 раз.

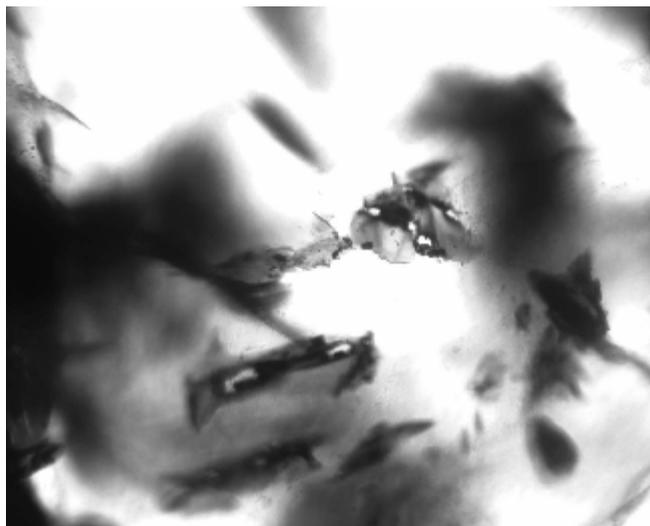


Рис. 5. Включения и графитизация алмаза (увеличение в 200 раз).

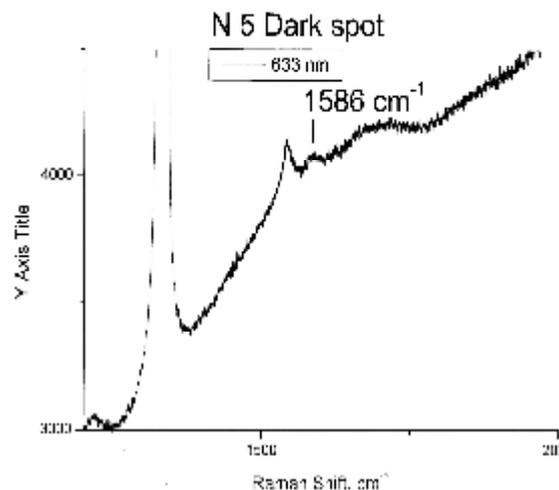


Рис. 6. Рамановский спектр алмаза с графитом.

Литература:

1. Бокий Г.Б., Безруков Г.Н., Ключев Ю.А. и др. Природные и синтетические алмазы// Москва, Наука, 1986.
2. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003. С. 188-200
3. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. М.: Недра, 1998

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛМАЗОВ ИЗ РОССЫПЕЙ КОНГО

Серова Мирослава Сергеевна

Геологический факультет МГУ, Москва, s_miroslava@mail.ru

Введение

В современном мире алмаз выступает одновременно как драгоценный камень, сверхтвердый кристалл и эталонный полупроводник. Этот исключительный минерал концентрирует в себе уникальные свойства. Многие из них определяются его генезисом, условиями формирования и нахождения. Исследование морфологических и других особенностей алмаза позволяет определить условия генезиса камней и сделать выводы о промышленном потенциале месторождения.

Образцы и методы

Для 35 кристаллов алмаза одной из аллювиальных россыпей северо-восточной части Конго были изучены морфологические особенности: форма, цвет, прозрачность, сохранность (трещиноватость и деформации), рельеф