

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В АЛМАЗАХ ИЗ КИМБЕРЛИТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ: ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ

*Примеси органического вещества в кристаллах алмаза из кимберлитовых источников обнаружены и изучены методом ИК-спектроскопии. Установлена обратная корреляция между содержанием органического вещества и структурной примеси водорода в кристаллах. Эти данные в сочетании с относительно лёгким изотопным составом углерода изученных алмазов служат основанием для вывода об участии древнего первично биогенного вещества, погружённого в глубины Земли, в образовании алмаза и содержащихся в нём водородных центров.*

*Ключевые слова: алмаз, структурные примеси, азот, водородные центры, органическое вещество, ИК-спектроскопия.*

В алмазе, практически полностью состоящем из углеродных атомов, генетически информативными являются примеси. Они отражают особенности химизма среды, в которой рос алмаз. Примеси разнообразны: одни из них входят в кристаллическую решётку алмаза, другие представлены включениями минералов, водонасыщенными микровключениями сложного хлоридно-силикатно-карбонатного состава, флюидными фазами, которые при нормальных условиях представляют собой газы. Среди фазовых примесей в алмазе наименее исследованы органические соединения, их возрастные соотношения с алмазом-хозяином.

Углеводороды (метан, реже его гомологи, этилен и некоторые другие) в составе субмикроскопических флюидных включений в алмазе найдены совместно с широко распространёнными примесями  $H_2O$ ,  $CO_2$  и  $N_2$  [2, 10, 16, 17]. В алмазах из кимберлитов прямыми наблюдениями установлены углекислотно-азотно-углеводородные [5] и углекислотно-азотные включения [20]. Наличие в кристаллах включений с окисленной ( $CO_2$ ) и восстановленной ( $CH_4$  и его гомологи) формами углерода служит предпосылкой для заключения о возможности протекания окислительно-восстановительной реакции, приводящей к образованию алмаза:



При этом одни исследователи [14] считают, что углеродсодержащие флюиды, образующие алмаз, имели первично эндогенную природу, другие [9, 19] главную роль отводят первично экзогенным (биогенным) источникам, погружённым на глубину при субдукции совместно с толщами земной коры. С обеих позиций можно утверждать, что метан и его гомологи не только присутствовали в среде алмазообразования, но и были одним из источников углерода алмаза.

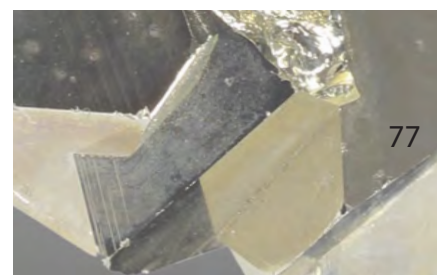
В отличие от метана примеси других более сложных органических веществ (ОВ) в кристаллах алмаза относительно редки и мало изучены. Это объясняется неустойчивостью органики в



**Хачатрян  
Галина Карленовна**

кандидат геолого-минералогических наук  
старший научный сотрудник  
khachatryan\_g\_k@mail.ru

ФГУП Центральный  
научно-исследовательский  
геологоразведочный институт  
цветных и благородных металлов,  
г. Москва



обстановке термодинамической стабильности алмаза и крайне небольшими концентрациями примесей ОВ в алмазе. Тем не менее, примеси ОВ, с нашей точки зрения, играют важную роль в решении проблемы генезиса алмаза и входящих в его структуру водородных центров. Присутствие ОВ в кристалле алмаза и изотопно-лёгкий состав его углерода говорят в пользу участия биогенных углеводородов в алмазообразовании.

Чувствительным методом, позволяющим фиксировать органическое вещество в алмазе, является ИК-спектроскопия. В ИК-спектрах природных окрашенных (чёрных, серых, бурых, серо-зелёных, буровато-жёлтых) алмазов из кимберлитов и метаморфических пород нередко проявляется характеристическая система полос поглощения  $\sim 2850, 2930$  и  $2960 \text{ см}^{-1}$ , которая, согласно работе [3], связана с колебаниями  $\text{CH}_3$ - и  $\text{CH}_2$ -групп алифатических структур (предельные углеводороды).

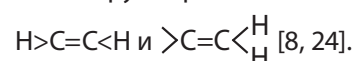
Ранее автором были выявлены примеси ОВ в микроалмазах из метаморфических пород [11]. О первичной природе примесей как источника водородных центров в алмазах, свидетельствовала обратная корреляция между концентрациями ОВ и структурной примеси водорода в кристаллах, а также концентрацией ОВ и условной температурой алмазообразования по модели Тэйлора с соавторами [21]. Так, наиболее низкотемпературные микроалмазы преимущественно с одиночными атомами азота (N-центры) в кристаллической решётке, обладали максимальными содержаниями ОВ, а наиболее высокотемпературные, в структуре которых азотные пары (A-центры) превалировали над N-центрами, не содержали фазовых примесей ОВ. Помимо микроалмазов из метаморфических пород, линии поглощения  $\text{CH}_3$ - и  $\text{CH}_2$ -групп в составе примесей ОВ наблюдались нами в алмазах из кимберлитов [15], однако детальные исследования их не проводились.

Задача настоящей работы – изучение примесей органического вещества в алмазах из кимберлитов, их соотношений со структурными примесями азота и водорода в кристаллах.

*Объекты исследования.* Изучены два кристалла алмаза ромбододекаэдрического габитуса, в ИК-спектрах которых отмечались характеристические полосы поглощения в области  $2850\text{--}2960 \text{ см}^{-1}$ , обусловленные наличием примесей органического вещества. Один кристалл был из кимберлитовой трубки Юбилейная, Якутия (коллекция

В.К.Гаранина), другой – из россыпи района Жуина, Бразилия (коллекция В.П.Афанасьева). Оба кристалла имели чётко выраженную зональность: прозрачное бесцветное ядро и тёмно-серую полупрозрачную оболочку, переполненную включениями графита. Характерной особенностью кристаллов из якутской трубки и бразильской россыпи был относительно лёгкий изотопный состав углерода –  $\delta^{13}\text{C}$   $-9,6$  и  $-22,0\%$  соответственно.

*Методы исследования.* В качестве основного метода исследования, позволяющего фиксировать ОВ в кристаллах, а также оценивать его состав и концентрацию, применялась ИК-Фурье-спектроскопия. Спектры образцов записывались на ИК-Фурье-спектрометре марки Nicolet 380 с микроскопом Centaurus (THERMO Electron Corporation, USA) в диапазоне волновых чисел  $650\text{--}4000 \text{ см}^{-1}$ . Содержание примесей в алмазе оценивалось по относительной интенсивности характеристических линий спектра, рассчитанной путём нормирования их оптических плотностей к оптическим плотностям полос алмазной решётки. Дополнительное преимущество ИК-спектроскопии заключалось в возможности определения концентраций структурных примесей азота и водорода в кристаллах. Главными структурными примесями, преобладающими в количественном отношении в алмазах из кимберлитов, являются пары замещающих углерод азотных атомов – A-центры [8], тетраэдрически сгруппированные вокруг вакансии атомы азота – B-центры [12], а также водородные ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) центры. Последние представлены группировками:



Методика определения концентрации всех указанных примесей описана в работе [7].

В целях повышения чувствительности метода кристаллы были раздроблены, затем для дальнейших исследований под ИК-микроскопом отбирались отдельные осколки, в ИК-спектрах которых присутствовали интенсивные линии поглощения  $\sim 2850$  и  $2920$ , а также  $\sim 2870$  и  $2960 \text{ см}^{-1}$ , обусловленные примесями ОВ.

Для определения изотопного состава углерода алмазы окислялись до  $\text{CO}_2$  в токе кислорода при  $T$   $1000^\circ\text{C}$ . Углекислый газ после криогенной очистки анализировался на изотопном масс-спектрометре МИ-1201. В качестве стандарта использовали REF с аттестованным значением

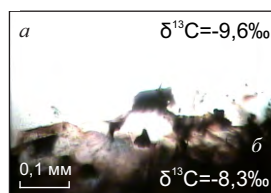
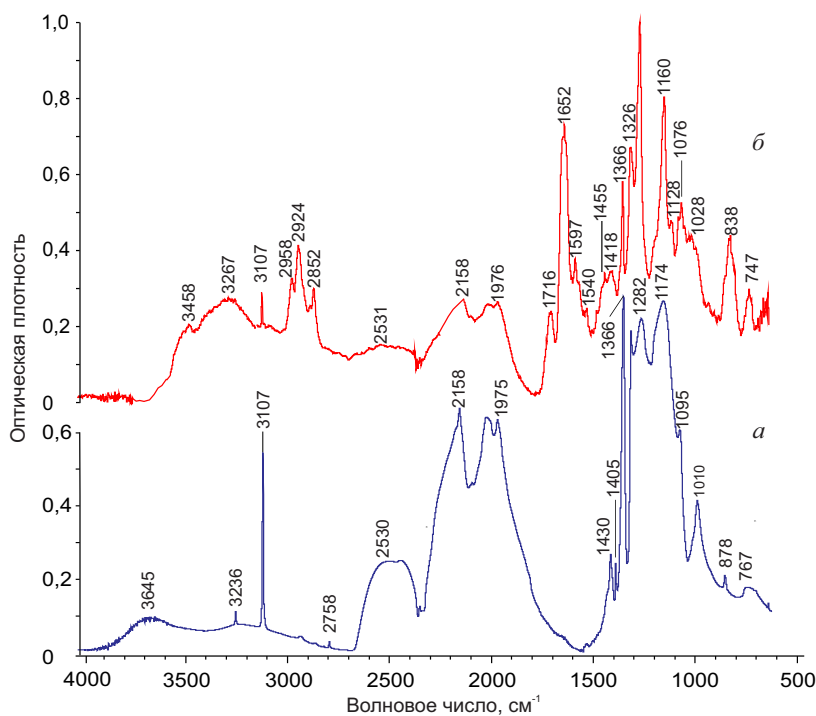
$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -31,6\text{‰}$ . Измерения выполнены С.Г.Кряжевным (ЦНИГРИ). Погрешность анализа не превышала  $\pm 0,2\text{‰}$ .

*Алмаз из кимберлитовой трубки Юбилейная.* По данным ИК-спектроскопии, ОВ фиксировалось только в оболочке кристалла. Ядро представлено почти чистым алмазом, содержащим структурные примеси азота в А-форме (главная линия  $\sim 1280\text{ см}^{-1}$ ), В-форме (главная линия  $\sim 1175\text{ см}^{-1}$ ) и водородные центры (главная линия  $\sim 3107\text{ см}^{-1}$ ). При этом общее содержание азота  $N_{\text{tot}}$  составляло 700–900 ат. ppm, доля азота в агрегированной форме  $\%N_B \sim 65$ , водородных центров 9–16 усл. ед. Во внешней зоне, обладающей тёмной окраской, распределение структурных примесей иное. При сходном общем содержании структурного азота в разных частях кристалла, во внешних его зонах, существенно уменьшается доля агрегированной формы –  $\%N_B \sim 45$ . Обнаруживается тенденция к уменьшению содержания водородных центров – 2–12 усл. ед. Согласно модели Тэйлора и Милледж [22], при одинаковом «возрасте» отдельных зон кристалла алмаза уменьшение степени агрегации азота в оболочке свидетельствует о снижении температуры кристаллизации по сравнению с центральной областью.

Наличие ОВ в оболочке изученного кристалла подтверждается присутствием интенсивных ли-

ний поглощения с максимумами  $\sim 2850$  и  $2920\text{ см}^{-1}$ , а также более слабых  $\sim 2870$  и  $2960\text{ см}^{-1}$ , связанных с колебаниями метиленовых  $\text{CH}_2$  и метильных  $\text{CH}_3$ -групп в алифатических структурах, соответствующих предельным углеводородам (рис. 1). Данные спектральные линии имеют специфическую конфигурацию, позволяющую судить о химическом составе и строении углеводородных группировок. В области  $1350\text{--}1460\text{ см}^{-1}$  располагаются линии деформационных колебаний метиленовых и метильных групп, которые частично перекрываются линиями  $1350\text{--}1380\text{ см}^{-1}$  в связи с наличием плейтлетс, т.е. интерстициальных пластинчатых образований [13], а также линиями  $1420\text{--}1460\text{ см}^{-1}$ , типичными для карбонатов [6].

После проведённого исследования кристалл был нами раздроблен. Из отобранных бесцветных и окрашенных осколков анализировались те, которые содержали в ИК-спектрах линии  $\sim 2850 + 2920$  и  $\sim 2870 + 2960\text{ см}^{-1}$ . Относительные интенсивности линий  $\sim 2850$  и  $2920$ , а также  $2850$  и  $2960\text{ см}^{-1}$ , значимо коррелируют между собой (рис. 2, а, б). Соответствующие коэффициенты корреляции составляют 0,97 и 0,88. Кроме того, отмечается линейная корреляция ( $R^2 = 0,64$ ) между интенсивностями линий  $2920$  и  $\sim 1560\text{ см}^{-1}$  (см. рис. 2, в). Это позволяет отнести последнюю к линии, соответствующей колебаниям структурных групп,



**Рис. 1. ИК-СПЕКТРЫ АЛМАЗА ИЗ ТРУБКИ ЮБИЛЕЙНАЯ:**

*а* – прозрачное ядро; *б* – чёрная оболочка

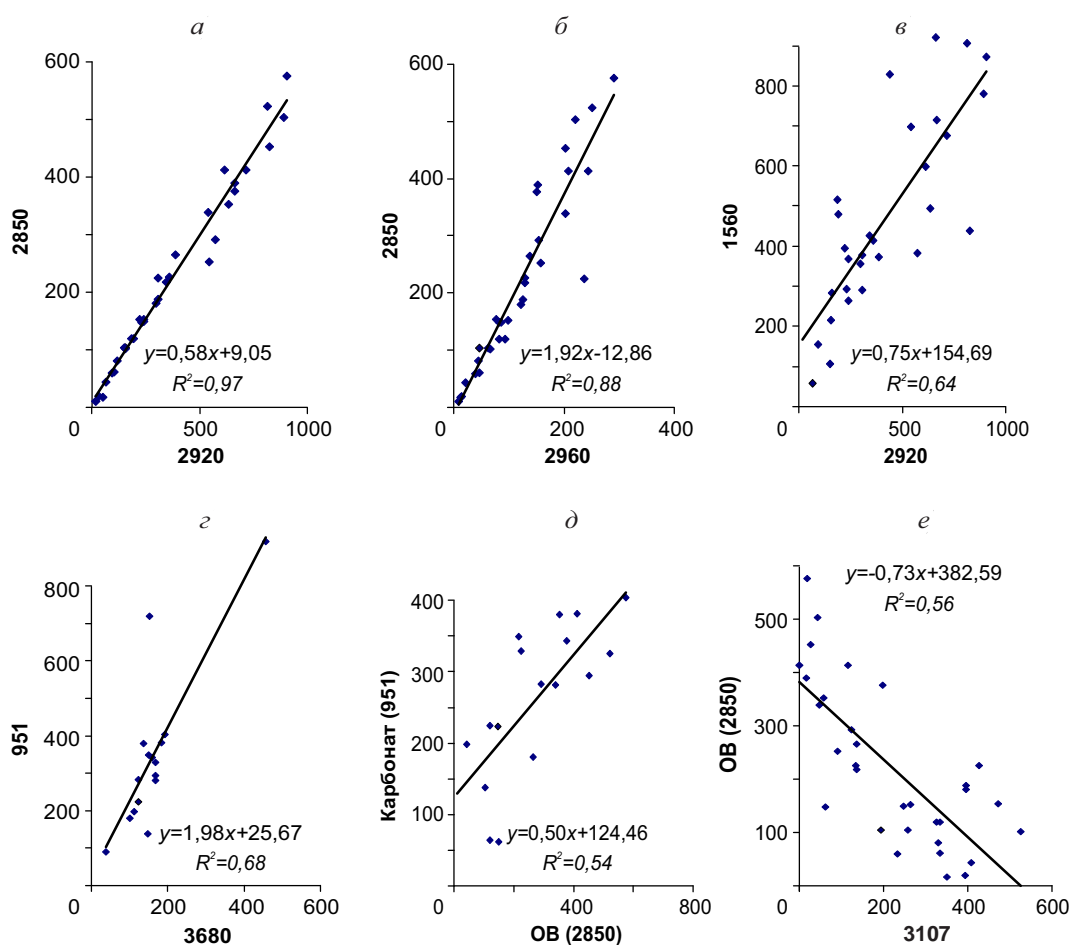


Рис. 2. КОРРЕЛЯЦИЯ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ЛИНИЙ 951, 1560, 2850, 2920, 2960, 3107 и 3680  $\text{см}^{-1}$  В ИК-СПЕКТРЕ АЛМАЗА ИЗ ТРУБКИ ЮБИЛЕЙНАЯ (пояснения в тексте)

входящих в состав OB. Визуально примесь OB в осколках алмаза наблюдается в виде тонких буроватых или коричневых плёнок. Помимо линий, обусловленных примесью OB, в ИК-спектрах чёрной оболочки кристалла присутствуют полосы 3600–3690, а также полоса  $\sim 3200\text{--}3300 \text{ см}^{-1}$ , сопряжённая с линией  $\sim 1610\text{--}1640 \text{ см}^{-1}$ . Все они соответствуют колебаниям OH-групп, входящих в структуру минералов или в состав адсорбированной воды. Кроме того, в спектрах осколков алмаза часто имеются линии 950–970, 850–890 и 740–770  $\text{см}^{-1}$ .

Расшифровать полученные спектры удалось благодаря находке тончайших частиц и плёнок бурого цвета, содержащих OB (рис. 3). В спектрах плёнок полосы, связанные с алмазом, практически не проявлены. Точно выяснить состав OB только по данным ИК-спектроскопии сложно. Однако по набору и относительной интенсивности

линий спектры OB наиболее близки к таковым солей карбоновых кислот – пропионовой, масляной (рис. 4). Как видно из рисунка, OB часто ассоциирует с водным карбонатом – бруньятеллитом, имеющим формулу  $\text{Mg}_6\text{Fe}(\text{CO}_3)(\text{OH})_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Этот карбонат идентифицирован с помощью электронной библиотеки спектров HR-Minerals, прилагающейся к программе OMNIC. Правильность такой интерпретации подтверждается линейной положительной корреляцией ( $R^2=0,68$ ) относительных интенсивностей линий  $\sim 3680$  и  $\sim 951 \text{ см}^{-1}$  (см. рис. 2, г). Обе линии характерны для бруньятеллита (см. рис. 4). В проанализированных образцах бруньятеллит ассоциирует с органическим веществом, которое иногда представляет собой самостоятельную фазовую примесь в алмазе. Между концентрациями OB и бруньятеллита существует прямая линейная поло-

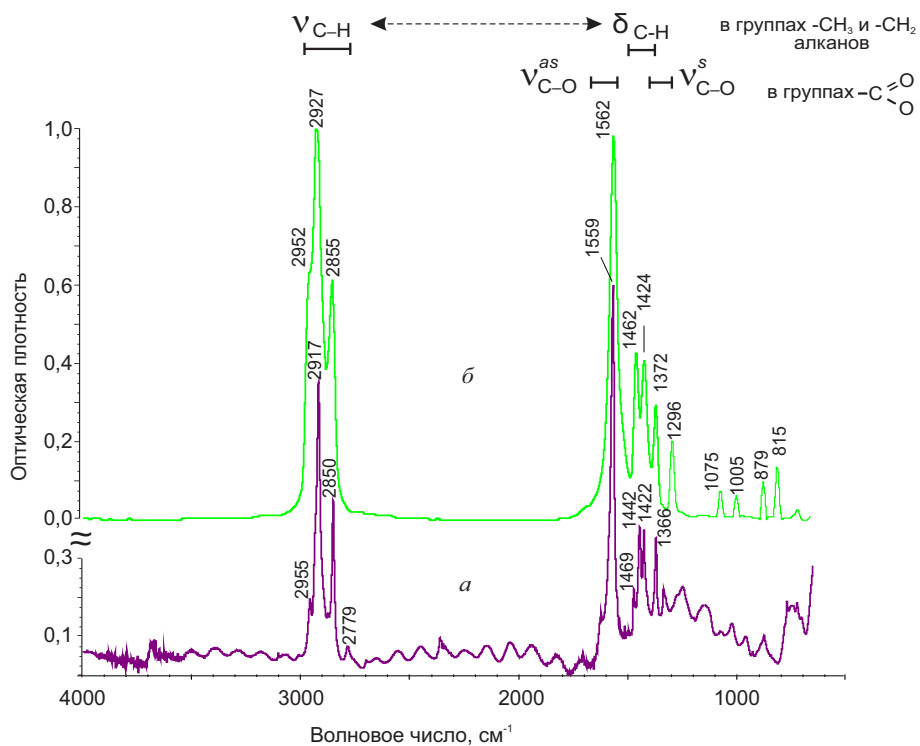


Рис. 3. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИК-СПЕКТРОВ ФРАГМЕНТА АЛМАЗА ИЗ ТРУБКИ ЮБИЛЕЙНАЯ (а) И СОЛИ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ (б):

$\nu$  – валентные,  $\delta$  – деформационные колебания молекулярных групп,  $s$  – симметричные,  $as$  – асимметричные

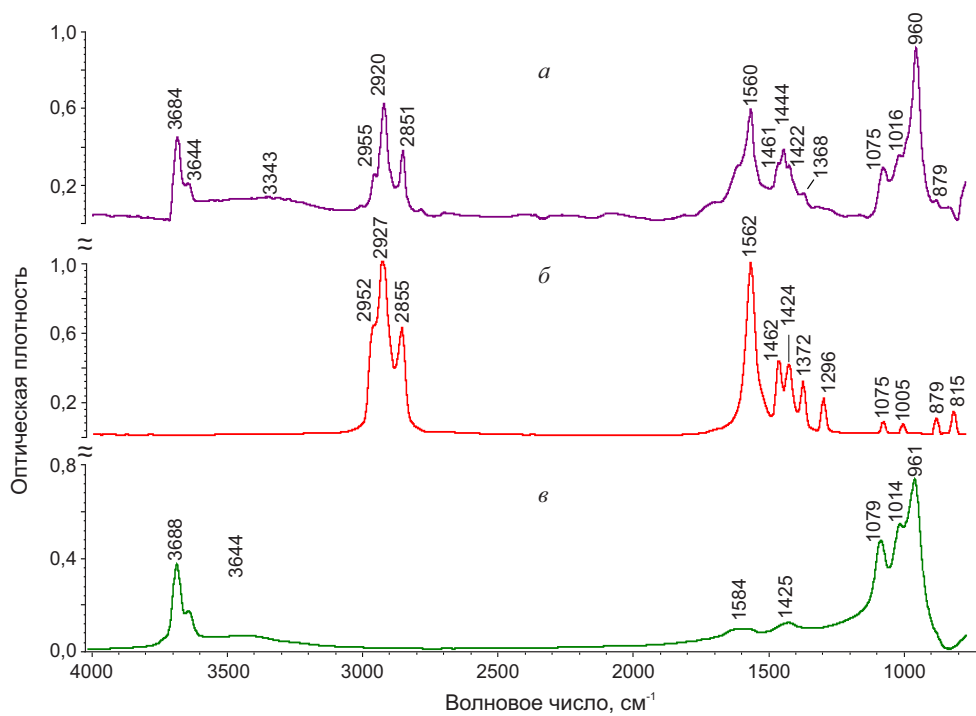
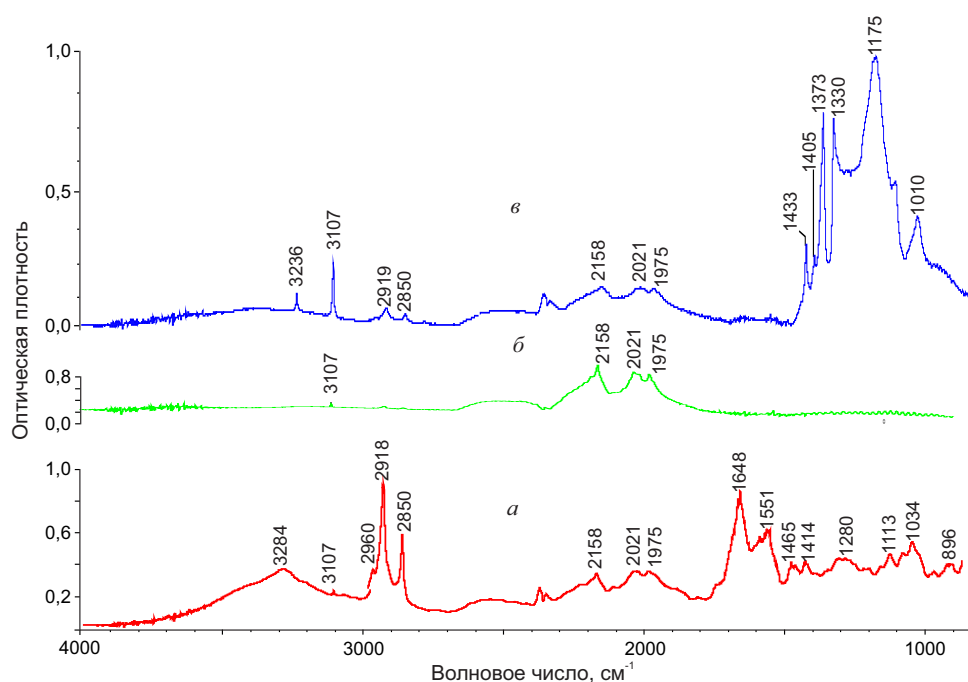


Рис. 4. РАСШИФРОВКА СОСТАВА ПРИМЕСНЫХ ФАЗ В АЛМАЗЕ ИЗ ТРУБКИ ЮБИЛЕЙНАЯ ПО ИК-СПЕКТРАМ: а – СУММАРНОМУ, б – СОЛИ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ, в – БРУНЬЯТЕЛЛИТА



**Рис. 5. ИК-СПЕКТРЫ ФРАГМЕНТОВ КРИСТАЛЛА АЛМАЗА ИЗ РОССЫПИ РАЙОНА ЖУИНА:**

*а* – серый осколок из внешней зоны с примесью ОВ; *б* – бесцветный осколок из внешней зоны; *в* – бесцветный осколок из центральной зоны

жительная корреляция ( $R^2=0,54$ ) (см. рис. 2, д). Концентрация структурной примеси водорода (3107) в алмазе находится в обратной линейной зависимости ( $R^2=0,56$ ) от относительного содержания ОВ (см. рис. 2, е), что указывает на первичный характер и генетическую информативность фазовых примесей органического вещества.

*Алмаз из россыпи района Жуина.* Мелкие осколки образца неоднородны по цвету (от бесцветных до чёрных), прозрачности и содержанию ОВ (рис. 5). Как и в кристалле из трубки Юбилейная, присутствие ОВ в алмазе из россыпи района Жуина подтверждается наличием в ИК-спектре интенсивных полос поглощения с максимумами  $\sim 2850\text{--}2920\text{ см}^{-1}$  и их характерной конфигурацией. Полосы обусловлены колебаниями групп  $\text{CH}_2$  в алифатических структурах. Кроме того, фиксируется слабая линия  $\sim 2960\text{ см}^{-1}$ , которая связана с группами  $\text{CH}_3$  в алифатических структурах. При этом, помимо фазовой примеси ОВ, отмечается фазовая примесь  $\text{H}_2\text{O}$  (полосы  $3284$  и  $1648\text{ см}^{-1}$ ). В целом спектры ОВ алмазов из россыпи района Жуина и трубки Юбилейная имеют сходные полосы поглощения  $\sim 2960, 2920, 2850$  и  $1550\text{ см}^{-1}$ . Однако ОВ алмаза из бразильской россыпи, судя по

набору спектральных линий и соотношению их интенсивностей, несколько отличается от ОВ алмаза якутской трубки. В алмазе из района Жуина практически отсутствуют водные карбонаты (линии  $3680$  и  $\sim 951\text{ см}^{-1}$ ).

Распределение ОВ и структурных примесей азота и водорода внутри одного и того же кристалла неоднородно. Среди осколков кристалла обнаружены фрагменты «безазотного» алмаза (тип IIa), содержащие ОВ, и без него (см. рис. 5, а, б). Среди фрагментов центральной части кристалла найдены осколки без ОВ с высоким содержанием структурных примесей азота (преимущественно в В-форме) и водорода (см. рис. 5, в). В кристалле из россыпи района Жуина, как и в алмазе из трубки Юбилейная, прослеживается тенденция к взаимосвязанному распределению ОВ и водородных центров. Максимальное содержание водородных центров ( $\text{H} \sim 10\text{--}20$  усл. ед.) отмечается в центральной прозрачной области кристалла с высокой концентрацией структурного азота ( $N_{\text{tot}} \sim 1000$  ат. ppm). В «безазотном» фрагменте кристалла, не содержащем ОВ, концентрация водородных центров несколько ниже  $\sim 3,5$  усл. ед., а во фрагменте с органикой ещё ниже  $\sim 1,2$  усл. ед.

*Обсуждение результатов и выводы.* Обратная корреляция между содержаниями фазовых примесей органического вещества и структурной примеси водорода в изученных кристаллах указывает на первичную природу ОВ и его участие в формировании водородных центров в алмазе. Иначе говоря, водородные центры образуются за счёт расходования органического вещества. Вполне вероятно, что группировки  $\text{H}>\text{C}=\text{C}<\text{H}$  или



формируются в результате окисления  $\text{CH}_4$  по реакции (1) и взаимодействия свободных углеводородных радикалов с углеродом алмаза.

Изотопия углерода исследованных образцов свидетельствует об участии изотопно-лёгких (био-генных) органических веществ в алмазообразовании. Так, изотопный состав углерода алмаза  $\delta^{13}\text{C}$ , образующегося по реакции (1), определяется изотопным составом её компонентов:

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{алм.}} = 0,5 \delta^{13}\text{C}_{\text{ОВ}} + 0,5 \delta^{13}\text{C}_{\text{карбонат}} \quad (2)$$

где  $\delta^{13}\text{C}_{\text{ОВ}}$  – состав углерода метана в органике,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карбонат}}$  –  $\text{CO}_2$  в карбонате.

Если принять  $\delta^{13}\text{C}$  для  $\text{CH}_4$  равным  $-25\text{‰}$ , что отвечает изотопному составу углерода метаморфических графитов, развитых по древней биомассе на Алданском щите [4], а для  $\text{CO}_2$  за  $0\text{‰}$  (изотопный состав экзогенных карбонатов [18]), то при данных процентных соотношениях в смеси углеродсодержащих компонентов значение  $\delta^{13}\text{C}$  составит около  $-12,5\text{‰}$ . Из этого следует, что алмаз из россыпи района Жуина, обогащённый лёгким изотопом углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -22,0\text{‰}$ ), в соответствии с реакцией (2) образовался преимущественно за счёт биогенных углеводородов, присутствующих в избытке в среде кристаллизации. В алмазе из трубки Юбилейная ( $\delta^{13}\text{C} = -9,6\text{‰}$ ) доля биогенного ОВ по отношению к  $\text{CO}_2$  карбонатов была менее значительна. Это предположение подчёркивается фазовым составом включений в сопоставляемых кристаллах. В алмазе из россыпи, сформировавшемся при избытке ОВ, карбонат не обнаружен, а в алмазе из трубки включения представлены ОВ и карбонатом. Необходимо при этом заметить, что состав примесей ОВ и ассоциирующего с ним карбоната в алмазе из трубки мог трансформироваться при эпигенезе. То есть состав примесных фаз в алмазе на момент его кристаллизации, вероятнее всего, отличался от современного.

Общей чертой генезиса кристаллов является смена  $P$ - $T$  параметров в процессе роста алмаза.

На раннем этапе кристаллизация проходила в области термодинамической стабильности алмаза, а на завершающем при – равновесии графит – алмаз. На раннем этапе углеводородный компонент реакции (1) полностью расходовался с образованием алмаза и водородных центров. На заключительном этапе роста, при снижении давления и температуры кристаллизации алмаза, имело место образование графит-алмазного агрегата с реликтами органического вещества и карбоната.

В качестве модели образования водородных центров в алмазе можно рассматривать процесс *НРТ*-облагораживания (высокие давления и температуры) тёмноокрашенных алмазов [23]. В результате этого происходит обесцвечивание кристалла за счёт превращения графита в алмаз с появлением большого количества водородных центров. Эти центры возникают за счёт многочисленных углеводородных групп, частично вошедших в структуру графита.

Итак, результаты изучения органического вещества в алмазах из кимберлитовых источников согласуются с полученными нами ранее данными по микроалмазам из метаморфических пород [11] и служат одним из аргументов в пользу участия биогенной органики в образовании кристаллов алмаза и содержащихся в них водородных центров. Эти выводы находятся в соответствии с моделями алмазообразования, связанными с погружением в земные недра древних толщ земной коры, содержащих биогенные органические вещества [1, 9].

*Автор благодарит В.П.Афанасьева, В.К.Гаранина, Г.Ю.Криулину за предоставление образцов и С.Г.Кряжева за выполнение анализов изотопного состава углерода алмазов.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышев А.Н., Хачатрян Г.К. Влияние тектонического поля напряжений на механизм роста, структуру кристаллов алмаза в связи с общей геодинамикой алмазообразования // Отечественная геология. 2015. № 1. С. 46–60.
2. Газовые примеси в алмазах Якутии / З.В.Бартошинский, С.Н.Бекеша, Т.Ф.Винниченко и др. // Минерал. сборник Львовского ун-та. 1987. № 47. Вып. 1. С. 25–32.
3. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1971.

4. Кошевой В.В., Ройзенман Ф.М. Микроорганизмы в архейских графитовых породах Алданского щита // Изв. вузов. Геология и разведка. 1989. № 6. С. 18–24.
5. Летучие компоненты в верхней мантии (по данным изучения флюидных включений) / А.А.Томиленко, А.И.Чепуров, Ю.Н.Пальянов и др. // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 1. С. 276–285.
6. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. – М.: МГУ, 1977.
7. Распределение структурных дефектов в алмазах из трубки им. В.П.Гриба (Архангельская алмазоносная провинция) / Г.К.Хачатрян, Е.М.Веричев, В.К.Гаранин и др. // Вестн. МГУ. 2006. Сер. 4. № 6. С. 29–37.
8. Соболев Е.В., Лисовайн В.И. Примесные центры в алмазах // Тез. докл. VIII Отчетной научной конференции. Новосибирск, 1971. С. 60–61.
9. Сорохтин О.Г., Митрофанов Ф.П., Сорохтин Н.О. Глобальная эволюция Земли и происхождение алмазов: монография. – М.: Наука, 2004.
10. Тальникова С.Б., Барашков Ю.П., Сворень И.М. Состав и содержание газов в алмазах эклогитового и ультраосновного парагенезиса из кимберлитовых трубок Якутии // Геохимия. 1991. № 11. С. 1586–1595.
11. Хачатрян Г.К. Азот и водород в кристаллах алмаза в аспекте геолого-генетических и прогнозно-поисковых проблем алмазных месторождений // Отечественная геология. 2013. № 2. С. 29–42.
12. Bursill L.A., Glaisher R.W. Aggregation and dissolution of small and extended defect structures in type I a diamond // Amer. Miner. 1985. Vol. 70. P. 608–618.
13. Conversion of platelets into dislocation loops and voids in type IaB diamonds / T.Evans, I.Kiflawi, W.Luyten et al. // Proc. Roy Soc. Ser. A. London. 1995. Vol. 449. P. 295–313.
14. Haggerty S.E. Diamond genesis in a multiply model // Nature. 1986. Vol. 320. P. 34–38.
15. Kopylova M., Navon O., Dubrovinsky L., Khachatryan G. Carbonatitic mineralogy of natural diamond-forming fluids // Earth and Planetary Science Letters. 2010. Vol. 291. № 1–4. P. 126–137.
16. Melton C.E., Giardini A.A. The nature and significance of occluded fluids in tree Indian diamonds // Amer. Miner. 1981. Vol. 66. № 7–8. P. 746–750.
17. Melton C.E., Salotti C.A., Giardini A.A. The observation of nitrogen, carbon dioxide, methane and argon as impurities in natural diamonds // Amer. Miner. 1972. Vol. 57. № 9–10. P. 1518–1523.
18. Schidlowski M., Eichmann R., Junge C.E. Precambrian sedimentary carbonates: carbon and oxygen isotope geochemistry and implications for the terrestrial oxygen budget // Precambrian Res. 1975. Vol. 2. P. 1–69.
19. Sharp W.E. A plate tectonic origin for diamond-bearing kimberlites // Earth Planet. Sci. Lett. 1974. Vol. 21. P. 351–354.
20. Smith E.M., Kopylova M.G., Frezzotti M.L., Afanasiev V.P. N-rich fluid inclusions in octahedrally-grown diamond // Earth and Planetary Science Letters. 2014. Vol. 393. P. 39–48.
21. Taylor W.R., Canil D., Milledge H.J. Kinetics of Ib to IaA nitrogen aggregation in diamonds // Geochim. Cosmochim. Acta. 1996. Vol. 60. P. 4725–4733.
22. Taylor W.R., Milledge H.J. Nitrogen aggregation character, thermal history and stable isotope composition of some xenoliths-derived diamonds from Roberts Victor and Finch // Sixth Internat. Kimberlite Conf. Extended Abstr. Novosibirsk, 1995. P. 620–622.
23. Vins V.G., Kononov O.V. A model of HPHT color enhancement mechanism in natural gray diamonds // Diamond and Related Materials. March–July 2003. Vol. 12. Issues 3–7. P. 542–545.
24. Woods G.S., Collins A.T. Infrared absorption spectra of hydrogen complexes in Type I diamonds // J. Phys. Chem. Solids. 1983. Vol. 44. № 5. P. 471–475.

## ORGANIC MATTER IN DIAMONDS FROM KIMBERLITE SOURCES: GENETIC INFORMATION CONTENT

G.K.Khachatryan

*Impurities of organic matter in diamond crystals from kimberlite sources were found and studied by infrared spectroscopy. Inverse correlation between organic matter content and hydrogen structural impurity in crystals was established. These data combined with relatively light isotope carbon composition of the studied diamonds support the conclusion on participation of the old primarily biogenic matter, submerged deep into the Earth, in the formation of diamond and its hydrogen centers.*

*Keywords: diamond, structural impurities, nitrogen, hydrogen centers, organic matter, infrared spectroscopy.*

