

СТРУКТУРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В КУБИЧЕСКИХ
КРИСТАЛЛАХ АЛМАЗА II РАЗНОВИДНОСТИ ИЗ РОССЫПЕЙ СЕВЕРО-
ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ ИК
МИКРОСПЕКТРОСКОПИИ

Ширяев А.А.^{1,2} (shiryaev@phyche.ac.ru), **Титков С.В.**² (titkov@igem.ru),
Зудина Н.Н.³, **Зудин Н.Г.**⁴, **Солодова Ю.П.**³

¹Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН, Москва

²Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
(ИГЕМ РАН), Москва

³Российский государственный геологоразведочный университет, Москва

⁴ООО Рони Кэрб, Москва

STRUCTURAL DEFECTS AND THEIR DISTRIBUTION IN CUBIC
DIAMONDS OF VARIETY II IN CUBIC DIAMONDS FROM PLACERS OF
NE OF SIBERIAN PLATFORM: RESULTS OF IR MICROSPECTROSCOPY

Shiryaev A.A.^{1,2} (shiryaev@phyche.ac.ru), **Titkov S.V.**² (titkov@igem.ru),
Zudina N.N.³, **Zudin N.G.**⁴, **Solodova Yu.P.**³

¹Institute of physical chemistry and electrochemistry RAS, Moscow

²Institute of ore deposits, petrography, mineralogy and geochemistry RAS, Moscow

³Russian State Geological Prospecting University, Moscow

⁴Roni Carob Ltd., Moscow

Алмазы кубического габитуса, по окраске образующие непрерывный ряд от желтовато-зелёных к жёлтым и оранжевым, и относящиеся ко II разновидности по классификации Орлова, характерны для богатых россыпей северо-востока Сибирской платформы. Коренные источники этих россыпей до настоящего времени не установлены. В настоящей работе структурные дефекты в кубических алмазах II разновидности ювелирного качества из россыпей северо-востока Сибирской платформы были детально исследованы с использованием инфракрасной (ИК) спектроскопии. При этом были записаны как интегральные спектры целых кристаллов, так и спектры различных зон пластин, вырезанных из кристаллов, что позволило получить информацию о распределении структурных дефектов по объёму кристаллов.

Интересной особенностью изученных нами кристаллов, как и многих описанных ранее природных алмазов типа Ia+Ib, является сложный спектр ИК-поглощения в однофононной области. Во многих случаях представление данной спектральной области в виде суперпозиции вкладов А- и С-дефектов не позволяет удовлетворительно описать экспериментальный спектр, что объясняется вкладом дефектов, спектр которых не является однозначно установленным. Недавно в спектрах ИК-поглощения природных Ia+Ib алмазов был выделен дефект Y (Hainschwang et al., 2012) возможно представляющий собой одиночный замещающий атом азота, но в

конфигурации отличной от широко известного С-дефекта. Окраску таких алмазов принято связывать с С-дефектами, однако недавно была отмечена её сложная природа (Hainschwang et al., 2013). Следует отметить, что эти особенности не отмечаются в ИК-спектрах полупрозрачных серых кубических алмазов III разновидности, привлекающих значительное внимание из-за присутствия в них большого количества флюидных и минеральных включений и волокнистому внутреннему строению.

Для проведения настоящих исследований были изготовлены плоскопараллельные пластины из 6 алмазов россыпей р. Анабар, изученных ранее методом ЭПР-спектроскопии (Минеева и др., 2013) и фотолюминесценции (Зудина и др., 2013). Как огранённые, так и целые кристаллы охватывали практически весь непрерывный цветовой ряд кубических алмазов: от желтовато-зелёных до жёлтых и оранжевых. Для изучения пространственного распределения азотных дефектов проведены измерения вдоль профилей поперек оптически наблюдаемой ростовой зональности; для нескольких образцов построены двумерные карты распределения дефектов.

В интегральных ИК-спектрах огранённых кристаллов проявилось большое количество различных структурных дефектов. Изученные алмазы характеризуются сравнительно низким содержанием азота от 60 ppm до 265 ppm; жёлто-зелёные и зеленовато-жёлтые алмазы содержат только А-центры (до 260 ppm); кристаллы жёлто-оранжевого цветового ряда содержат А- и С-дефекты в сопоставимых концентрациях. В кристаллах с оранжевой окраской концентрация С-дефектов достигает 125 ppm и превышает концентрации А-центров. Вместе с тем в некоторых изученных кубических алмазах с различными типами окраски были выявлены полосы поглощения 780, 1010, 1175 и 1331 см^{-1} , вероятно свидетельствующие о присутствии в изученных кристаллах малого количество (<70 ppm) В-дефектов. Однако не исключено, что наблюдаемые в изученных нами образцах полосы, приписанные В-дефектам, в реальности относятся к еще не идентифицированным дефектам. В некоторых кристаллах встречены полосы 1240 и 1270 см^{-1} . Y-центры наблюдались во всех кристаллах нашей коллекции за исключением образцов с жёлто-зелёной и жёлтой окраской без С-дефектов. Соотношение С- и Y-дефектов может быть различным. В спектрах кристаллов с Y дефектами так же наблюдались слабые линии 1353, 1358, 1363 и 1387 см^{-1} , ранее описанные для природных алмазов типа Ib. Только в спектрах алмазов жёлто-зелёного цветового ряда были установлены линии так называемых «янтарных центров» разных типов (II, III, IV) (Massi et al., 2005).

Изучение пластин в поляризованном свете показало, что все они испытали пластическую деформацию по механизму скольжения дислокаций. ИК-спектры пластин демонстрируют исключительно неоднородное распределение структурных дефектов по объёму всех изученных кристаллов. Для пяти из шести изученных пластин общим является падение как общего количества азота, так и относительной доли основного А-дефекта от центра к периферии кристалла; в одном из кристаллов наблюдается рост концентрации

азота в узкой периферической части. В центре кристаллов содержание структурных примесей азота достигает 990 ppm. Поэтому вывод об общем пониженном содержании азотных примесей в кубических алмазах разновидности II, который можно сделать при анализе интегральных спектров целых кристаллов, не соответствует действительности. Вместе с тем, в периферических зонах 5 из 6 изученных кристаллов появляются С- и Y-дефекты, относительное количество которых постепенно возрастает к краю. Сохранность этих дефектов свидетельствует об очень незначительной продолжительности пост-ростового отжига.