

## Отзыв

На автореферат диссертации Е.И. Жимулева «Генезис алмаза: роль серосодержащих металл-углеродных расплавов (по экспериментальным данным)», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05-минералогия, кристаллография.

Диссертационная работа Е.И. Жимулева посвящена решению актуальных проблем генезиса алмазов, а также разработке методов синтеза безазотных алмазов, обладающих ценными свойствами.

Автором разработана методика синтеза алмаза в металл-углеродных системах, содержащих серу, при 5.5 ГПа и 1300-1350°C, что может соответствовать условиям природного алмазообразования. Достоинством работы является исследование летучих компонентов, образующихся в процессе экспериментов. Среди летучих компонентов существенная роль принадлежит окисным формам серы, углерода, водорода, молекулярному азоту, а также «тяжелым» углеводородам парафинового ряда. Эксперименты подтверждают представления об устойчивости углеводородов в условиях верхней мантии (Карпов и др., 1998, Зубков, 2001).

Особый акцент в работе сделан на синтез «безазотных» алмазов спектральных типов IIa и IIb, представляющих ценность для электронной промышленности. Качество синтезированных алмазов (крупность, прозрачность, окраска) впечатляют. Как показано автором, присутствие серы в среде может оказывать влияние на примесный состав алмаза – способствовать кристаллизации «безазотных» индивидов. Косвенной причиной «выведения» азота из кристаллов алмаза автор считает резко восстановительную обстановку синтеза алмазов за счет присутствия в системе элементов, связывающих кислород: Ti, Al, Zr, Zn, S. Однако это прямо не объясняет поведение азота в системе. Не исключено, что в процессе эксперимента образуются промежуточные продукты - комплексные соединения металлов - цианиды и роданиды с группами CN<sup>-</sup> и CNS<sup>-</sup>. Этот важный вопрос требует дальнейшего изучения.

С другой стороны, остается неясной роль серы в природном алмазообразовании. Как известно, доля «безазотных» индивидов типа IIa в большинстве трубок и россыпей не превышает 10%. Существует ли корреляция между содержанием сульфидных включений и концентрацией структурного азота в кристаллах?

Диссертантом получены новые экспериментальные подтверждения возможной abiогенной природы метана и других углеводородов в среде природного алмазообразования. Установлено, что CaCO<sub>3</sub> при 4 ГПа и 1350°C и восстановительных

условиях вступает во взаимодействие с железом с образованием твердого углерода (графита). В системах  $MgCO_3-Ca(OH)_2-Fe-SiO_2$ , Fe-C-серпентин при 2-4 ГПа и 1200-1400°C впервые получены тяжелые углеводороды парафинового ряда. Следует отметить, что предельные углеводороды от метана до пентана также были синтезированы А.Ю.Колесниковым (Kolesnikov, 2010) в системе  $CaCO_3+Fe+H_2O$  при 1227° С, но при более высоком давлении - 5,0 ГПа.

В развитие концепции абиогенной природы мантийных углеводородов было бы интересно дополнить результаты экспериментов по синтезу углеводородов, определениями изотопного состава углерода исходных компонентов и продуктов реакции.

Заслуживает внимания вывод автора о том, что включения в алмазах оливина, граната, шпинели, хромита при НРНТ-воздействии не претерпевают никаких изменений. Автор высказывает предположение об образовании алмазов ультраосновной ассоциации в процессе просачивания углеродсодержащих железо-никелевых расплавов сквозь твердую матрицу силикатных минералов на ранних этапах образования ядра Земли. При этом твердое агрегатное состояние ультраосновного мантийного субстрата во время алмазообразования подтверждается экспериментами автора по НРНТ-воздействию (вплоть до 7ГПа, до 1800°C) на минералы-узники алмаза. Вывод о твердой среде алмазообразования представляется обоснованным и согласуется с комплексом минералогических характеристик природных алмазов.

Диссертация Е.И. Жимулева «Генезис алмаза: роль серосодержащих металл-углеродных расплавов (по экспериментальным данным)», судя по автореферату, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Старший научный сотрудник ЦНИГРИ,

кандидат геолого-минералогических наук  Хачатрян Галина Карленовна

Подпись Хачатрян Г.К. заверяю

Ученый секретарь ЦНИГРИ



 Щендригин Александр Николаевич

01 февраля 2017 г.

Рецензент Хачатрян Галина Карленовна. Почтовый адрес: 117545 г. Москва, Варшавское ш., 129, к. 1, Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГУП ЦНИГРИ), Тел. 89265513213, E-mail: khachatryan\_g\_k@mail.ru