

**Отзыв** на автореферат диссертации Михайленко Дениса Сергеевича  
«Минералогия графит- и алмазосодержащих ксенолитов из кимберлитовой трубки  
Удачная», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук по специальности 25.00.05 – «минералогия, кристаллография»

Проблематика глубинного цикла углерода, а также метасоматических преобразований глубинных зон континентальной литосферы, в том числе связанных с процессами природного алмазообразования, является исключительно актуальной в современных петрологических и геохимических исследованиях. Углерод не относится к распространенным компонентам мантийных пород, в связи с чем исследование ксенолитов мантийных пород различных уровней глубинности, содержащих графит и/или алмаз, играет ключевую роль в понимании не только процессов геохимического рециклинга и поведения летучих, но и характера и результатов взаимодействия основных типов мантийных субстратов с различными метасоматическими агентами. Представленная работа Д.С. Михайленко является в данном свете хорошим примером достаточно качественной минералогической работы, выполненной на основе уникального геологического материала с применением комплекса традиционных для подобных минерало-геохимических работ методов анализа. Некоторые замечания и вопросы по содержанию автореферата приведены ниже.

1. Приведенная во введении формулировка по поводу кристаллизации алмазов в целом в верхней мантии и в окисленных средах выглядит вызывающе, поскольку и минералогия и термобарометрия включений в алмазах, и результаты экспериментальных исследований указывают на крайне широкий диапазон возможных условий алмазообразования как по парагенетическим и РТ-характеристикам, так и по фугитивности кислорода. «Исследование графита и алмаза...» не может являться целью работы, так же, как и «Изучение полиморфных модификаций...» не есть корректное описание задачи.

2. Отсутствие кианита в некоторых из высоконапоровых эклогитов следовало бы объяснить с позиций химизма самого эклогита (каково содержание  $Al_2O_3$ ?). Неясно, какой «метаморфизм» предполагается автором в качестве определяющего фактора отсутствия данной фазы (ретроградный?).

3. Признаком высокобарического происхождения эклогитов является прежде всего минералогия и химизм породообразующих фаз самих эклогитов (гранатов и омфацитов). Присутствие коэсита и алмаза – индикатор конкретных уровней глубинности (более 30 и 40 кбар, соответственно).

4. Слабо охарактеризовано положение алмаза/графита относительно породообразующих минералов. В частности, не совсем понятно, все ли ксенолиты характеризуются их нахождением в межзерновом пространстве, есть ли различия между отдельными ксенолитами эклогитов или эклогитами и ультрамафитами. К тому же, из исследованной коллекции (30 ксенолитов) только 4 образца представлены ультрамафитами, и в тексте мало где указана принадлежность конкретных ксенолитов к эклогитам или ультрамафитам. Насколько уместны в таком случае общие выводы о происхождении фаз углерода в мантийных породах?

5. Каким образом выбраны реперные температуры для расчет давления по минералам из симплектитов? Геобарометры, основанные на содержании жадеита в клинопироксене, зависят от присутствия равновесных фаз  $SiO_2$ . Какие ксенолиты (коэситсодержащие или без коэсита) использованы для расчетов? Приведенные РТ-оценки для «крупных зерен из симплектита» (23 кбар и почти  $1000^\circ C$ ) выглядят сомнительно для структур распада омфацита.

6. В автореферате отсутствует систематическое описание алмазов из ксенолитов, что довольно странно, исходя из темы работы и заявленного в реферате раздела «Минералогия алмаза и графита...». Согласно отрывочной информации на стр. 15, были обнаружены алмазы с содержанием азота более 1000 ppm, что вполне типично для

кимберлитовых алмазов, таким образом, в ксенолитах есть и безазотные, и богатые азотом алмазы, однако с генетической точки зрения соотношение двух популяций не обсуждается. Для всех исследованных образцов не указаны общие тенденции по распределению азота. Сколько, по мнению диссертанта, составляет «достаточно высокая степень агрегации» и как сильно она меняется от центра к краю кристаллов? Данная величина зависит не только от температуры и времени, она напрямую зависит от концентрации азота и будет логичным образом снижаться при уменьшении содержания данной примеси.

7. ИК-поглощение на  $3107\text{ см}^{-1}$  в алмазах не связано с присутствием карбонатов. Тезис о наиболее высоком содержании воды в кубических алмазах ошибочен. Наибольшие концентрации воды наблюдаются в алмазах, кристаллизующихся из водно-силикатных или водно-солевых флюидов, в преимущественно карбонатных расплавах относительное содержание воды меньше, но так или иначе это напрямую не связано с ростовой формой кристаллов. Обилие данных по составу среды кристаллизации кубических алмазов (вероятно именно это имелось в виду диссертантом) связано с особенностями роста подобных кристаллов, в частности высокими скоростями роста, которые способствуют захвату включений материнских сред.

8. В случае протогенетичности включений графита по отношению к породообразующим фазам (что допускается автором, см. стр. 13, второй абзац) приведенные оценки РТ не имеют никакого отношения к условия кристаллизации самого графита. В соответствии с этим же, первый вывод на стр. 16 о сингенетичности как минимум частично противоречит изложенным выше фактам. Здесь же, автором не указано, какие конкретно свидетельства взаимодействия кимберлитового расплава (а не существенно более подвижного и способного к просачиванию флюида) присутствуют в ксенолитах.

9. Изотопный состав углерода алмаза и графита приведен и обсуждается только для одного образца (еще для одного образец или хотя бы его петрографическая принадлежность не указаны). Курьезной является констатация общего мантийного источника графита и алмаза (вывод 5 на стр. 17) и отсутствия взаимодействия с флюидами (выше по реферату), тогда как в выводе 6 для алмазов совершенно справедливо привлекается коровый источник углерода, что так же очевидно из данных в абзаце 4 на стр. 15. Таким образом, следовало уделить особое внимание особенностям ксенолитов с контрастным изотопным составом графита и алмаза, которые ставят под вопрос факт сингенетичности двух данных фаз.

Приведенные замечания имеют рекомендательный и редакционный характер и вполне вероятно учтены в тексте диссертации. В целом работа выполнена на высоком исследовательском уровне, что подтверждено апробацией на ряде международных совещаний и публикациями в рейтинговых журналах, и соответствует всем основным требованиям, предъявляемым к диссертациям. Ее автор, Д.С. Михайленко, несомненно заслуживает присвоения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография.

Старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,  
кандидат геолого-минералогических наук

Сергей Юрьевич Скузоватов

664033 г. Иркутск ул. Фаворского, 1А, ИГХ СО РАН

Телефон: 8(3952)424601

email: [skuzovатов@igc.nrk.ru](mailto:skuzovатов@igc.nrk.ru)

6 февраля 2017 г.



Подпись *Скузоватова С.Ю.*  
ЗАВЕРЯЮ \_\_\_\_\_  
Зав. канцелярией  
ИГХ СО РАН \_\_\_\_\_