

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА НА ДИССЕРТАЦИЮ
Крука Алексея Николаевича

**“ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КИМБЕРЛИТОПОДОБНЫХ МАГМ ПРИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КАРБОНАТНЫХ РАСПЛАВОВ С ЛИТОСФЕРНЫМИ
ПЕРИДОТИТАМИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ,“**

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография

Диссертация Крука А.Н. посвящена экспериментальному исследованию закономерностей взаимодействия карбонатных расплавов с мантийными породами и закономерностей температурного и флюидного режимов генерации кимберлитоподобных расплавов в условиях основания континентальной литосферы (на примере кимберлита тр. Удачная). Хотя история экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии кимберлитовых магм насчитывает уже несколько десятилетий, до недавних пор слабо изученными остаются как механизмы метасоматической трансформации потенциальных литосферных протолитов кимберлитов, так и физико-химические условия генерации таких сверхглубинных магм. Очевидно, что понимание специфики реакционного взаимодействия карбонатных расплавов с гарцбургитом и лерцолитом, особенностей составов равновесных расплавов и силикатных фаз перидотита, а также роли летучих компонентов в таких условиях представляет особый интерес, и потому проведенное в диссертации систематическое экспериментальное исследование таких процессов при высоких давлениях (до 7.5 ГПа) является, вне всякого сомнения, актуальным. Одна из положительных черт диссертации – это физико-химический анализ всех полученных экспериментальных результатов, и как следствие, убедительные петрологические выводы по условиям генезиса кимберлитоподобных магм в условиях субкратонной литосферной мантии.

Диссертация состоит из введения, анализа литературных данных по проблеме (глава 1), 4-х содержательных глав, заключения и списка цитированной литературы (141 ссылка).

Во введении автором обоснована новизна и актуальность проведенных исследований, сформулированы задачи и новые, выносимые на защиту результаты, объяснена их достоверность и обоснованность, указан личный вклад автора и приведены сведения об апробации работы и публикации основных результатов.

Первая глава диссертации посвящена обзору опубликованных результатов, включая некоторые результаты автора диссертации, в том числе, по реконструированным составам первичных кимберлитовых магм. Положительными особенностями этого обзора являются: 1) его достаточно детальный характер; 2) выполненный автором диссертации анализ экспериментальных подходов к изучению процессов генерации кимберлитовых магм в мантии Земли; 3) убедительно аргументированные выводы из такого анализа.

Замечание к этой главе: при обсуждении микровключений в алмазах с фибриллярным строением (стр. 12) следовало бы обсудить достаточно популярную точку зрения о том, что кимберлитовая магма и алмазы в ней разновозрастны и возможно генетически не связаны, т.е. что кимберлитовая расплавы – это возможно транспортеры мантийных ксенолитов и алмазов к поверхности.

Вторую главу диссертации (методика исследований) правильнее было бы назвать – аппаратура и методики исследований, т.к. в этой главе диссертации детально изложены особенности проведения экспериментов при высоких давлениях с помощью уникальной установки - многопуансонного аппарата типа “БАРС”. Очень важный раздел, посвященный методам калибровки давления, особенно при высоких температурах, изложен детально, и в полной мере аргументировано. Положительная особенность сложных экспериментов, проведенных автором, заключается еще и в том, что температура опыта, измеряемая с помощью термопары, неоднократно калибровалась по результатам экспериментов, и проведена оценка возможного влияния высокого давления на ЭДС термопары (~ 70 °С при P = 6.3.ГПа). В этой

главе убедительно обоснованы: а) выбор параметров по моделированию взаимодействия карбонатный расплав-перидотит на основе результатов термобарометрии мантийных ксенолитов трубки Удачная и литературных источников; б) выбор метода мультифазного насыщения для изучения условий генерации кимберлитовых магм по фазовому составу модельной системы вблизи ликвидуса.

Помимо ряда редакционных замечаний к этой главе (например, на стр. 47 диссертации приводится ссылка на работу [Maas et al., 2005], которая отсутствует в списке цитированной литературы, а в номере 131 этого списка не указаны авторы), имеются следующие замечания:

1. Методики приготовления исходных веществ для опытов, а также аналитические методы исследования образцов после опытов (рентгеновский микроанализ, оптическая и сканирующая электронная микроскопия, использования расчетов масс - баланса, мокрая химия) рассмотрены в этой главе излишне кратко, а использование газовой хроматографии только упомянуто.

2. На рисунках 2.3 и 2.4 приводятся расчетные распределения температур в ячейках высокого давления, но не указаны величины давления для таких распределений.

3. В разделе 2.5 главы 2 (Методы исследования образцов после экспериментов) ничего не сказано о методах определения концентрации CO_2 и H_2O в экспериментальных образцах.

4. В разделе – Подготовка образцов (стр. 44) полностью отсутствуют данные о параметрах опытов по приготовлению стартовых составов.

В третьей главе диссертации приводятся результаты оригинальных экспериментов по моделированию процессов взаимодействия карбонатных расплавов с перидотитами (гарцбургит, лерцолит) при высоких давлениях (5.5-7.0) ГПа и температурах 1200оС-1350оС сендвич - методом. В этой главе автором проведен анализ равновесности образцов, полученных в уникальных длительных экспериментах (150 час), приводятся результаты детальных изучений текстуры, составов расплавов, составов силикатных (оливин, гранат, клинопироксен, ортопироксен) и карбонатных (магнезит) фаз. Установленный на основе такого анализа вывод о схожести состава синтезированных силикатных фаз перидотитовой матрицы с составами минералов мантийных перидотитов, позволил автору сделать достаточно обоснованный вывод о том, что в экспериментах получены мультифазно насыщенные расплавы, которые могут быть стабильны в основании континентальной литосферной мантии, а измененная перидотитовая матрица может служить моделью метасоматизированного мантийного перидотита.

Замечания к главе: Редакционные - например, на стр. 61 приводится ряд неверных ссылок на рисунки 3.1а,б и 3.2 г.д. По существу - на стр. 50 говорится, что фиксация равновесного состояния экспериментальных фазовых ассоциаций проводилась на основании, в том числе, данных кинетических экспериментов. Однако, информация о параметрах таких экспериментах в этой главе отсутствует.

Четвертая глава диссертации посвящена результатам экспериментального изучения фазовых отношений кимберлита трубки Удачная при высоких температурах (1300-1700 оС) и давлениях (6.3-7.5) ГПа в присутствии широкого диапазона концентрации H_2O в системе. В ней достаточно убедительно обосновывается равновесность полученных образцов, приводятся результаты изучения их текстуры и фазового состава, а также результаты детального анализа состава образующихся расплавов. На основе полученных экспериментальных данных автором предложена фазовая диаграмма кимберлита тр. Удачная в координатах температура-концентрация H_2O при $P=6.3$ и 7.5 ГПа. При этом показано, что при $P=6.3$ ГПа непосредственно вблизи ликвидуса стабильна ассоциация $\text{Ol}+\text{Liq}$, а при $\Delta T \leq 100$ оС относительно ликвидуса кимберлита тр. Удачная и концентрации воды в системе 6-8 мас. %, образующийся расплав равновесен с ассоциацией оливин + клинопироксен + гранат. Установлено также, что подобное равновесие имеет место и при $P=7.5$ ГПа и концентрации воды в системе до ≥ 9 мас. %. Основное замечание к этой главе диссертации – совсем не обсуждается вопрос о растворимости и формам растворения воды в кимберлитовом расплаве. Автор оперирует только стартовым содержанием H_2O в системе и не обсуждает возможные попытки определения высоких концентраций H_2O в закаленных образцах после опытов при отсутствии водосодержащих фаз в них.

Последняя 5-ая глава диссертации посвящена всестороннему анализу и приложениям полученных автором новых экспериментальных результатов, убедительно доказывающих значительную роль карбонатных расплавов и летучих компонентов в глубинном плавлении в мантии Земли. Положительной особенностью этого анализа несомненно является постоянное сопоставление новых результатов автора с ранее опубликованными результатами других исследователей.

В целом, содержание диссертационной работы Крука А.Н. свидетельствует об знании им практически всех литературных источников, освоении автором новейших методов экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Также как об освоении им различных методов анализа продуктов экспериментов, о большом внимании к петрологическому приложению полученных аналитических и экспериментальных результатов. К главным научным достижениям А.Н. Крука необходимо отнести, прежде всего, следующие:

1. Впервые экспериментально при Р-Т параметрах основания континентальной литосферы изучена специфика реакционного взаимодействия щелочных карбонатных расплавов с гарцбургитом и лерцолитом. В экспериментах длительностью 150 часов установлены новые особенности составов равновесных расплавов, силикатных фаз перидотита, а также определены границы стабильности магнезита. Установлено, что взаимодействие карбонатных расплавов с гарцбургитом или лерцолитом при Р-Т параметрах основания литосферной мантии главным образом осуществляется посредством Mg-Ca обмена. Экспериментально воспроизведены основные закономерности эволюции состава гранатов из метасоматизированных перидотитов кимберлитовой трубки Удачная. Показано, что карбонатные расплавы, равновесные с перидотитами, близки по составу только к богатым магнием карбонатным включениям в алмазах.

2. Впервые при мантийных давлениях и высоких концентрациях воды изучены фазовые отношения вблизи ликвидуса кимберлита трубки Удачная. Установлены зоны мультифазного насыщения и обосновано, что их границы зависят как от концентрации основных петрогенных компонентов, так и концентрации H_2O в стартовом составе.

3. Физико-химический анализ полученных новых данных позволил автору сделать вывод о важной роли как предварительной метасоматической переработки протолитов, так и повышенных концентраций воды при генерации кимберлитовых магм I группы.

4. Результаты диссертационного исследования могут послужить основой для построения петролого-геохимических моделей генерации алмазоносных кимберлитовых магм, которые будут полезны при разработке более совершенных критериев поиска алмазоносных кимберлитовых трубок.

Завершая этот перечень достижений автора, необходимо вместе с тем отметить еще два замечания:

1. В диссертации неоднократно подчеркивается важная роль богатого щелочами и бедного кремнеземом карбонатного расплава в качестве метасоматизирующего флюида при взаимодействии с перидотитом при Р-Т параметрах основания литосферной мантии. Однако, если роль калиевого карбоната все же обсуждается в работе, то о роли натриевого карбоната практически ничего не сказано.

2. Для полноты сопоставления химического состава расплавов, образующихся в опытах по плавлению кимберлита тр. Удачная было бы полезно использовать структурно-химический параметр - степень деполимеризации NBO/T (соотношение числа немостиковых кислородов расплава к числу катионов-сеткообразователей).

Необходимо отметить, что все сделанные замечания носят в основном рекомендательный характер для дальнейшей работы и не могут повлиять на мою положительную оценку диссертации.

Содержание диссертационной работы А.Н. Крука соответствует содержанию автореферата, и материалы, представленные в диссертации, в полной мере отражены в публикациях автора, список которых отвечает всем требованиям ВАК.

В заключение необходимо отметить, что А.Н. Крук выполнил чрезвычайно важные экспериментальные исследования в области минералогии, кристаллографии и петрологии мантийных процессов, получил новые результаты о фазовых превращениях и физико-химических условиях генезиса кимберлитоподобных магм в глубинных зонах мантии Земли, что можно квалифицировать как научное достижение в развитии крупной научной проблемы. Выполненная А.Н. Круком диссертационная работа свидетельствует о его достаточной научной эрудиции, высоком профессионализме в области экспериментальной минералогии и петрологии, владении всем комплексом современных аналитических и экспериментальных методов, умении приложить полученные результаты к актуальным проблемам минералогии и петрологии кимберлитов.

В целом, по степени новизны, обоснованности защищаемых положений, объему полученных и опубликованных новых результатов, а также практической значимости, диссертационная работа А.Н. Крука отвечает современным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор несомненно заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография.

Персиков Эдуард Сергеевич

Главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экспериментальной минералогии РАН,

доктор геолого-минералогических наук.

Адрес- 142432 г. Черноголовка Московской области, ул. Академика Осипьяна 4,

Тел. 8 - (49652) – 25058, E-mail: persikov@iem.ac.ru

28.12. 2016 г.

Э.С. Персиков

ПОДПИСЬ *Персиков Э.С.* ЗАВЕРЯЮ

ЗАВ.КАНЦЕЛЯРИЕЙ ИЭМ РАН

Е.А. Инхонров Е.А. ИНХОНРОВ

