

Отзыв официального оппонента на кандидатскую диссертацию Г.В. Кузнецова

Динамика метасоматического преобразования пород литосферной мантии под вулканами Авачинско-Корякской группы (Камчатка)

Специальность 25.00.04 – петрология, вулканология

Без сомнения, понимание процессов метасоматоза и частичного плавления ультрабазитовых пород на коровом и мантийном уровнях в настоящее время, вне всякого сомнения, является весьма важной и актуальной современной проблемой. В этом смысле актуальность и значимость проведенного Г.В. Кузнецовым весьма кропотливого, детального и многостороннего исследования данных процессов на примере обломков-ксенолитов ультраосновных пород, выброшенных в составе эксплозивных извержений вулкана Авача (восточная часть Камчатки), не вызывает никаких сомнений, а объем и степень обработки представленных материалов полностью соответствуют кандидатским диссертациям.

Так, в данной работе проведена детальная геолого-геофизическая характеристика и структурный анализ района вулканов Авачинско-Корякской группы (Восточная Камчатка), история его геологического развития. Автору удалось перепроверить полученные ранее результаты по сейсмотектонике на современной статистике землетрясений, а также получить самые современные оригинальные карты магнитных, тепловых и гравиметрических полей глубинного строения изученной территории. Автором была рассмотрена петрография и геохимия вулканических пород вулкана Авача и корректно интерпретирована нестандартность проявления среди них субщелочных образований, обычно развитых не во фронтальной, а именно в тыловой зоне островных дуг. Особенно же тщательно и самым детальным образом была изучена петрография, минералогия и геохимия всех основных типов в самой различной степени метасоматически преобразованных обломков гипербазитов, вынесенных в ходе эксплозивных извержений вулкана Авача, состав флюидных и расплавных включений в минералах этих пород, состав интерстиционных стекол в породах и оценка термодинамических условий их формирования. На наш взгляд, уже только это могло послужить достаточной основой для успешной защиты кандидатской диссертации.

В тоже время, соискатель провел целую серию экспериментальных работ и освоил широкий комплекс программных продуктов, позволяющих на самом современном уровне количественно исследовать весь комплекс магматогенных явлений, протекающих под активными вулканами области перехода океан-континент, включая процессы плавления реальных ультрабазитовых пород из ксенолитов Авачинского вулкана.

Так, автором впервые количественно исследованы физико-химические условия развития минералогических фаций в метасоматических колонках, полного спектра разноглубинных магматогенных и метаморфогенных источников флюидов в литосферной мантии над магматическими камерами в деплетированных ультрабазитовых породах под современными активными вулканами сейсмофокальной зоны Камчатки, были экспериментально проверены модели флюидного преобразования ультрабазитовых пород как при конвективном тепломассопереносе внешним потоком восстановленных газов, так и переотложение петrogenных компонентов в породах локальных сейсмогенных флюидных систем. Кроме того, впервые была экспериментально оценена возможность процесса сублимирования минералов в трещинноватых породах области развития локальных сейсмофокальных флюидных систем под Авачинским вулканом.

Очевидно, что использование экспериментальных работ и моделирования изучаемых автором процессов метасоматического преобразования пород литосферной мантии, несмотря на некоторые спорные моменты их результатов, в разы поднимают научную значимость данной работы.

Особо отметим, что хотя автором диссертации пока не получено новой количественной теории конвективного плавления, что дело недалекого будущего, эта работа Григория Владимировича Кузнецова является важным шагом вперед в этом направлении и к настоящему времени одним из первых максимально комплексных и достаточно глубоких геологических, геофизических, петрографических и петролого-geoхимических исследований процессов формирования и преобразования ультраосновных пород, проявленных во фронтальной зоне островодужного магматизма Юго-Восточной Камчатки.

Очевидна и правомерность предложенных методов решения главных задач в предлагаемой работе, базирующихся на оригинальных данных с глубоким анализом всех имеющихся материалов предшественников. Не вызывает сомнения и степень обоснованности большей части научных положений и выводов автора, и прежде всего, сформулированные в диссертации основные защищаемые положения, их достоверность и новизна, а также значимость для науки и практики. Все это, вне всякого сомнения, имеет очень большое значения как для решения общегеологических проблем формирования и преобразования горных пород планеты, так и для решения поставленных задач автором.

Работа состоит из оглавления, введения, шести глав и заключения, общим объемом 117 страниц, включая текстовую часть, табличные и графические материалы (103 рисунка и 13 таблиц), достаточно широкий (~ 135 ссылок) список цитированной литературы, а также приложение с табличными данными объемом 45 страниц.

Самые общие замечания по работе

– В работе отсутствуют обозначения глав, которые обычно приняты в подобного рода работах. При этом в тесте понятия «глава» нередко используется (например, дважды на стр. 35 и т.д.).

– в работе отсутствует четкая и единая нумерация рисунков и таблиц. Так, во введении, сначала идут рисунки 1-4, а затем в каждом из «параграфов» номера 1.1, 1.2 и т.д., которые, фиксируя номер главы, сначала повторяют номер одного из параграфов этой же главы, а затем номера других параграфов, создавая явную путаницу как при оценке вообще количества использованных рисунков, так и общего восприятия материала...

– в Списке литературы не все работы вставлены в алфавитном порядке (работа Перепелова...)

В отношении «Оглавления» или «Содержания» работы» кроме некоторых чисто редакционных замечаний хотелось бы отметить, что здесь даются некоторые недостаточно корректно сформулированные заголовки тех или иных подразделов (см. ниже), а это ведь самое начало всей работы и сразу бросается в глаза...

Введение. Отмечены все необходимые для подобных работ разделы, которые, на наш взгляд, сделаны достаточно информативно.

Здесь же выражаем мнение, что хотя все 3 защищаемые положения работы сформулированы вполне корректно, одно из них (второе) имеет явно слишком большой объем, (16 строчек, т.е. практически половина страницы.)

При этом на стр. 3 (последний абзац) хотелось бы исправить выражение... Актуальность работы определяется «решением указанных дискуссий»??? Лучше, например,... Отсутствием убедительного решения указанных выше проблем....

В первой главе отмечены и охарактеризованы методики и степень достоверности инструментального и экспериментального изучения каменного материала, включая методики экспериментов с нагреванием ультрабазитов потоком восстановленных газов и сублимирования минералов электронным пучком.

Принципиальных замечаний к главе нет, но есть редакционные, например:..

– 1.4 Методика сублимирования (чего, где???) ‘электронным пучком...;

Во второй главе приводится геолого-геофизическая характеристика и структурный анализ района вулканов Авачинско-Корякской группы (зона перехода океан-континент, Восточная Камчатка). В ней приводятся данные работ предшественников, данные и следствия дешифрирования аэрогеологических снимков района, тектоно-геофизическая характеристика обстановки развития флюидных и магматических систем в литосфере под вулканами данного района, основные черты геологии и истории вулканических процессов Авачинского вулкана и т.д.

Данная глава содержит важнейшую и прекрасно иллюстрированную комплексную геолого-геофизическую информацию (в том числе включающую как некоторые впервые опубликованные, так и на новом уровне осмысленные данные) и чуть ли не впервые позволяет в полном объеме оценить как внешнее, так и внутреннее геологическое строение сложнейшего объекта.

Глубоких принципиальных замечаний к главе нет, и в целом, данная глава заслуживает самой высокой оценки.

Отметим лишь пожелание несколько уточнить редакцию подзаголовка 2.5 о ... «Дешифрировании снимков...»: каких (художественных)? Чего (пейзажей)?

Глава 3 посвящена многостороннему исследованию ксенолитов ультрабазитов, вынесенных лавами Авачинского вулкана, являющихся главной базой для последующей авторской петрологической работы (включая физико-математическое моделирование и эксперименты) по исследованию процессов метасоматоза пород в литосфере под современными действующими вулканами.

В ней представлена детальная и с помощью множества фотографий убедительно проиллюстрированная петрографическая характеристика вулканических пород, содержащих ксенолиты ультрабазитов, общие сведения по составу ультрабазитов и по их распространению на Камчатке, контактому взаимоотношению вулканических пород с ксенолитами ультрабазитов, о разновидностях перidotитовых и пироксенитовых ультрабазитов, а также петрографический, минералогический и геохимический анализ степени метасоматической измененности этих пород.

Принципиальных замечаний к главе нет, хотя было бы желательно представить более полную информацию по химическим составам оторочек на контактах ксенолитов.

Глава 4 посвящена характеристике и составу расплавных включений и интерстициональных стекол в минералах ультрабазитовых ксенолитов. В ней описаны виды включений в минералах ультрабазитов и проявления в них интерстициональных стекол, состав данных образований, состав газовой вазы во флюидных включениях минералов, оценки температур солидуса для метасоматически преобразованных ксенолитов с последующим обсуждением полученных результатов.

Принципиальных замечаний к главе нет, но имеется несколько редакционных:

Раздел 4.6. Стр. 66. «Петрогенные составы представительных анализов ??? (предлагается состав не анализов, а стекол...)... Грамотнее... «Представительные химические анализы... или, наиболее просто и лучше, ... «петрохимический состав ...»

– Стр. 93. «...2) плавление метасоматизированного субстрата при температурах выше 1040°C-1050°C с образованием расплавов близких к «андезитовым»... Это не следует из приведенного материала, т.к. интервал кремнеземистости данных расплавов гораздо шире....

В Главе 5 предлагается модель инфильтрационного метасоматоза авачинских ультрабазитов потоками восстановленных газов.

В ней разбираются проблемы, возникающие при численном моделировании метасоматического преобразования пород литосферной мантии над источниками флюидов, дает-

ся постановка задачи и граничные условия метасоматоза в литосферной мантии, а также смоделирована и охарактеризована минералогическая зональность в колоннах метасоматизированных пород литосферной мантии в зависимости от различного состава флюидов с дальнейшим предоставлением результатов численного моделирования процессов инфильтрационного метасоматоза.

Материалы главы корректно изложены и достаточно наглядно иллюстрированы.

Принципиальных замечаний к главе нет.

Глава 6 посвящена физическому моделированию составов частичных выплавок из пород ультрабазитовых ксенолитов потоком восстановленных газов и методом «электронной сварки». Здесь автором представлена математическая модель процесса сублимирования (растворения) ранее отложенных минералов в трещинах ультрабазитовых пород, история и постановка задачи моделирования частичных выплавок из гипербазитов потоком восстановленных газов, выявлены элементы массопереноса в перидотитовых ксенолитах при их частичном плавлении потоками горячих восстановленных газов, охарактеризованы свойства стекловатых выплавок и конденсатов из газовой фазы на поверхности использованных для экспериментов кубиков перидотов и состав закалочных минералов и стекол с последующим обсуждением всего этого материала. Кроме того, здесь же приведены результаты экспериментов сублимирования минералов в трещиноватых породах методом «лазерной сварки».

Принципиальных замечаний как и к главе 5 нет, но имеется несколько замечаний в отношении к заголовкам следующих подразделов:

- 6.1 ... «процесса сублимирования»... чего, где ???
- 6.2 ... «моделирование частичных выплавок»... из чего???

– 6.5.... ...обсуждение результатов «при прогреве образцов»...???. Нужно, по крайней мере... «прогрева образцов»!

В **Заключении** вполне корректно обобщаются все основные полученные автором результаты его работы, включая ее важнейшие следствия и выводы.

В качестве же некоторого замечания по данному разделу хотелось бы сказать несколько слов в отношении положения на стр.105. Так в нем говорится: «Суммируя известную информацию о структурно-минералогических и физико-химических характеристиках ультрабазитовых пород под Авачинским вулканом получен основной вывод:

под вулканами Авачинско – Корякской группы в сейсмически активных разломах над питающими их магматическими очагами метасоматизированные в условиях шпинелевой фации глубинности ультрабазиты подвержены воздействию флюидов нескольких флюидных систем.

Но... сформированные перед этим основные защищаемые положения – это разве не основные выводы? Но..., где в последних вышеупомянутый главный вывод?

В отношении к **Приложениям** данной работе следует также выразить несколько замечаний и прежде всего к их некоторым заголовкам.

Так, в **Приложении 4** написано... «Петрогенный состав амфиболовых оторочек гарцбургитовых ксенолитов, центр зерна ??? Оторочка – это не одно зерно, а порода.

Приложение 6, состоящее из подраздела с фотографическим материалом и подраздела с таблицей, информацию воспринимать крайне сложно.

Так, в первом подразделе представлены 8 непронумерованных фотографий шести каких-то округлых многофазных и двух угловатых объектов обозначено... «Шпинель метасоматизированных гарцбургитов Sp-II с расплавными включениями (стекло, ортопироксен, клинопироксен)»???

При этом оказывается (после «долгих раздумий»), что шпинель на фотографиях представляет собой только фон для 6 округлых объектов на фотографиях, которые пред-

представляют собой именно многофазные расплавные включения, причем номера имеющихся там фаз почти не читаются. К тому же, совсем не ясно, чем являются объекты на фотографиях 7 и 8, и которые совсем не охарактеризованы в таблице второго подраздела.

Соответственно данный подзаголовок нуждается в значительном уточнении. Для начала хотя бы типа «Разнообразие, форма и размеры расплавных включений в шпинели... и т.д.»

В имеющемся приложении 13 написано «Петрографическая и минералогическая характеристика авачинских ультрабазитов», но совсем не ясно, что расшифровка свойств изученных пород дана в следующем приложении 14. При этом среди пород на фото представлены совсем не только ультрабазиты (как обозначено в подзаголовке), а и вмещающие породы ксенолитов (например, андезиты).

Соответственно, заголовок данного приложения требует некоторого уточнения, например, «Фотографии петрографического строения авачинских ксенолитов ультрабазитов и вмещающих их пород. Химический состав пронумерованных минеральных точек и т.д. на фотографиях см. приложение 14».

С другой стороны, в Приложении 14 сразу крайне сложно понять, что за материалы помещены в таблицу, т.к. в заголовке к таблице сказано : «Химический состав Авачинских ультрабазитов см. фото выше»???? Где????

Соответственно, данный заголовок также следует обязательно уточнить, например, «Химический состав авачинских ксенолитов ультрабазитов и вмещающих их пород, см. фото приложения 13». При этом было бы желательно в данной таблице в отдельном столбце дать характеристику объекта, по которому сделан химический анализ, т.е. что за минерал или порода, откуда и т.д. Это придало бы таблице большую «читаемость» и гораздо более значимый ее генетический смысл.

В заключение отметим, что вышеотмеченные замечания в основном имеют редакционный характер и, на наш взгляд, никак не уменьшают очевидной ценности и значимости всей проделанной автором диссертационной работы. Результаты работы, защищаемые автором, полностью опубликованы (4 статьи в журналах из списка ВАК), экспериментально проверены и доказывались на шести международных и всероссийских конференциях. Автореферат работы полностью соответствует ее содержанию.

Соответственно, на взгляд рецензента работа Г.В. Кузнецова полностью соответствует научному уровню, отвечающему требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а Г.В. Кузнецов заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Старший научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Геологического института СО РАН, г. Улан-Удэ,
доктор геол.-мин.-наук

/А.Ю. Антонов/
31 сентября 2018 г.

E-mail anant@ginst.ru

Мобильный телефон: 89526195518

Подпись
Спец. по кафедре
31.09.2018.

Ученый секретарь.
С.А. Занесова