

Отзыв официального оппонента на диссертационную работу Анаса Александровича Каримова «Геохимия, минералогия и генезис пироксенитовых жил в надсубдукционных перидотитах Эгийнгольского массива (Северная Монголия)» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Анаса Александровича посвящена изучению природы пироксенитовых жил, распространенных на отдельных участках Эгийнгольского гарцбургитового массива реститовой природы, располагающегося в Северной Монголии. Диссертация удачно структурирована, состоит из восьми глав, введения и заключения, а также списка литературы, включающего 229 источников. Текст сопровождается достаточным количеством стандартных и специальных диаграмм и иллюстраций, хорошо оформленным табличным материалом.

На примере детального и дифференцированного исследования ряда ключевых обнажений гарцбургитов с разномасштабными жилами ортопироксенитов и вебстеритов, сделаны логичные выводы о реакционной природе жил, образовавшихся при просачивании расплавов по ослабленным зонам. Показано существование значительных по масштабу (на порядки превосходящих по объёму) зон околожильного изменения гарцбургитов, выражающееся в изменении их химического состава (в т.ч. распределения элементов платиновой группы), изотопного состава кислорода, появлении новообразованных минеральных фаз. Детально изучен состав породообразующих минералов (в т.ч. и редкоэлементный) во всех типах пород, исследованы зёрна шпинелидов и вторичных минералов, для которых предполагается образование на регрессивном этапе (в данном случае можно условно рассматривать гарцбургиты как породы высокой степени метаморфизма). Отдельными блоками выделяется изучение отдельных образцов на предмет особенностей Re-Os изотопной системы и анализ включений в хромшпинели из ортопироксенитовой жилы.

Глубина проработки темы, детальность описаний, хороший методологический подход (адекватность выбора методов исследования, детальное описание проведения аналитических работ, использование корректных международных обозначений и аббревиатур) создают весьма благоприятное впечатление от диссертации. Первое и второе защищаемые положения (о реакционной природе пироксенитовых жил и последовательном изменении их состава) не вызывают вопросов, тогда как некоторые моменты третьего защищаемого положения (о схожести потенциального просачивающегося расплава с высококальциевыми бонинитами Джидинской зоны) вызывают некоторые вопросы. Кроме того, при изучении диссертационной работы возник ряд вопросов и замечаний.

В первой части литературного обзора не хватает непосредственного описания пироксенитовых жил из разных проявлений. Автор же сосредоточился на описании моделей, собственно, раздел так и озаглавлен – «Модели формирования пироксенитов». Некоторые такие данные приводятся в последующих главах, но логично было бы видеть их в структурированном виде в обзоре.

Глава «Методы исследования», как уже было отмечено, вызывает хорошее впечатление детальностью описаний. Однако в этом разделе и на стр. 7 указано, что состав минеральных гомогенизированных расплавных включений в хромшпинелидах проводился Лаборатории геодинамики и магматизма в ИГМ СО РАН, однако же, очевидно, что в лаборатории была проведена подготовка образцов, а сами исследования – в ЦКП МИИ СО РАН.

В главе 4 «Петрографическая характеристика пород» за кадром остаётся вопрос о взаимоотношениях ортопироксенитовых и вебстеритовых жил. Например, на обнажении МР13-08 присутствуют мощная вебстеритовая и тонкая ортопироксенитовая жила. Как они соотносятся друг с другом? Можно ли предположить что это одна и та же система ослабленных зон? Есть ли хоть где-то переходы или пересечения? То же касается обнажений МР13-15 и МР13-23, где, видимо, ортопироксеновых жил хоть и «рой», но с крупными вебстеритовыми, присутствующими там же, они никак не соотносятся. Отсюда проистекает держащая в напряжении до конца текста интрига с вопросом о стадийных/временных/пространственных соотношениях жил. И, скорее из общих соображений, складывается впечатление о двух этапах образования жил. На первом этапе – пироксенитовые, для которых, по сути, необходим только привнос кремния, на втором – вебстеритовые, предполагающие значительный, хоть и не для всех жил, привнос кальция. Пожалуй, это основной недостаток данной главы, хотя фразы «спутанно-волоконистые волокна» и «гарцбургиты представляют собой раму Эгийнгольского массива», также вызывают легкий когнитивный диссонанс.

Глава 5 посвящена составу минералов. На стр. 65 указано что «В основной части зерна хромшпинелидов всех пород Эгийнгола сохранили свой первичный состав». Такой вывод делается на основании того, что только по краям этих зерен наблюдается легкая пятнистость и тонкие каймы Cr-Mag. Такое суждение нуждается в пояснении. Из множества исследований известна весьма высокая способность шпинелидов к переуравновешиванию состава при высоких и даже умеренных температурах. В таком случае не понятна точка отсчета – то есть то, что в данной ситуации считается первичным. Кроме того, по всей видимости, существует градиент состава хромшпинелидов вокруг пироксенитовых жил, однако эта информация проходит несколько между строк.

На стр. 79 автор пишет: «Очевидно, что данные зерна оливинов были образованы не в результате кристаллизации из расплава или предшествующих этапах частичного плавления перидотитов, а во время метаморфических преобразований уже после образования самих пироксенитовых жил». То есть жилы также подверглись метаморфизму? Встает вопрос – «В какой степени?» (автор обсуждает этот вопрос в другом разделе) и почему в таком случае метаморфическое преобразование не отразилось явным образом на хромистости хромита?

Также вопрос вызывает выбранная линия эволюции вторичных минеральных парагенезисов, изображенная на рис. 5.5-2. Первая (стартовая) точка, находящаяся в области высоких температур и давлений, особых вопросов не вызывает, так же, как и последняя – в поле стабильности хризотила, тогда как промежуточные – ассоциации с тальком, амфиболом и новообразованным оливином уведены в область давлений 1,2 – 1,3 GPa, хотя, как и указывает автор, без проблем давление можно «снизить» до 0,5 GPa.

«Препятствие» для ещё большего снижения оценки давления автор видит в отсутствии парагенезисов с антофиллитом. По моему мнению, это достаточно слабый аргумент. Далеко не всегда реализуется весь возможный спектр метаморфических реакций и(или) сохраняются в законсервированном виде все промежуточные их продукты. Таким образом, положение данных точек видится существенно завышенным по давлениям, хотя формирование этих парагенезисов, безусловно, происходило при эксгумации гипербазитов.

Следующую главу «Геохимия пород и минералов» автор начинает с рассуждений о степени частичного плавления. Причем и о потенциальной степени плавления уже немного метасоматизированных, то есть явно преобразованных (рефертилизированных) после эпизода плавления гарцбургитов. Здесь стоило бы перевернуть последовательность рассуждений/изложения.

Неудачно, что на некоторых рисунках в этой главе не приведены точки составов пород и минералов из гарцбургитов, удаленных от полей развития пироксенитовых жил. Таким образом, теряется изначальная точка отсчета для прослеживания изменения состава преобразованных пород.

В работе показан более тяжелый изотопный состав кислорода для вебстеритов по сравнению с ортопироксенитами, не может ли он являться, в таком случае, следствием вклада в метасоматирующий агент субдущированного карбонатного вещества? Ведь та же верлитизация (в данном случае - вебстеризация), в первую очередь – привнос кальция.

В этом разделе автор часто пользуется словом «превалировать» в отношении точек составов горных пород и минералов на диаграммах различного типа. Это вызывает некоторое замешательство. Правильнее здесь использовать слова «относятся», «тяготеют», т.к. превалирование предполагает преобладание (над/в) чем-то.

В седьмой главе приводятся результаты исследования и интерпретация составов включений из зерен хромита. Принимая за факт, то, что состав изученных гомогенизированных включений отражает особенности состава просачивающегося расплава, приводящего к образованию пироксенитовых жил (включения изучены только из хромита ортопироксенитовой жилы), автору стоило бы обратить большее внимание на чрезвычайно высокие $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ соотношения, что слабо отражается на стандартных диаграммах. То есть, даже отбросив явно неправдоподобные анализы из приведенной таблицы с соотношениями 7-8, получаем среднее значение равное двум. В природных магматических системах такое встречается весьма редко и характерно для анкарамитов, что не очень логично для образования ортопироксенитовых жил, но весьма хорошо для вебстеритовых, которые, как считает автор, является более продвинутым результатом преобразования исходных гарцбургитов.

Из текста не совсем понятно, пользовался ли автор только моделированием реверсивной кристаллизации по ортопироксену с помощью программы Petrolog, или же пытался моделировать прямую кристаллизацию составов, получившихся при исследовании закаленных стекол из включений в хромшпинелидах. При таких параметрах расплава (мною был взят средний состав) получают оливин-ортопироксеновые кумулаты, но остаточный расплав ещё более обогащается кальцием, что в конце концов приведет к образованию дифференциатов для существенно клинопироксеновых пород с

весьма низким содержанием (или даже отсутствием) плагиоклаза – чему-то, скорее подобному некоторым частям массивов урало-аляскинского типа, родоначальными расплавами для которых рассматриваются как раз анкармиты.

Вышеизложенные замечания и комментарии не снижают ценности представленного исследования. Автореферат отражает основные положения диссертации.

Диссертация соответствует критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней» и утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г № 842 для ученой степени кандидата наук, а ее автор Анас Александрович Каримов заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Официальный оппонент:

Андрей Владиславович Вишне夫斯基

Кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 Петрология, вулканология

Заведующий центральным Сибирским геологическим музеем,

старший научный сотрудник лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Адрес: 630090, Новосибирск, пр-т Акад. Коптюга, 3.
ИГМ СО РАН

Тел. +7-383-332-05-14

e-mail: vishnevsky@igm.nsc.ru

Я, Вишне夫斯基 Андрей Владиславович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и дальнейшую их обработку

25 мая 2021 года

А.В. Вишне夫斯基

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮЩАЯ
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
ЖИЛОВА Е.Е.
25.05.2021г.

