

Академик РАН
Феликс Артемьевич
ЛЕТНИКОВ

664033, Иркутск,
ул. Лермонтова, 128,
Институт земной коры СО РАН
Тел: 7-3952-51-1657
Тел: 7-3952-42-9690
Факс: 7-3952-42-6900
e-mail: letnikov@crust.irk.ru

Отзыв официального оппонента

на докторскую диссертацию С.З. Смирнова «Флюидный режим магматического этапа развития редкометальных гранито-пегматитовых систем обогащенных фтором и бором: петрологические следствия», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология

Рецензируемая докторская диссертация начинается со слов «Флюидный режим...», а я являюсь специалистом по флюидному режиму эндогенных процессов (под моим руководством по этой теме защищено 6 докторских и 28 кандидатских диссертаций), на базе нашей лаборатории по флюидному режиму эндогенных процессов опубликовано 17 монографий. Иными словами, к оценке флюидного режима, в рамках рецензируемой диссертации, я подхожу как профессионал с более чем 60-летним геологическим стажем. В равной мере я хорошо знаком с гранитами, редкометальными пегматитами и пегматитами, сформировавшимися при активном участии фтора и бора, но без редкометальной минерализации.

Не приступая к перечислению всех упомянутых в диссертации пегматитов и пегматитовых полей, резюмируя фактические данные по пегматитам, можно сделать главные выводы.

1. Прежде всего, необходимо подчеркнуть автономность исходных флюидизированных гранитных расплавов, на базе которых кристаллизовались пегматиты. Как жильные, так и шлировые пегматиты имеют с вмещающими их гранитами и даже вмещающими граниты метаморфическими породами, в том числе и тектонитами во внутриразломном пространстве, четкие секущие контакты, что подчеркивает автономность исходных для пегматитов магматических систем.

2. Морфология пегматитовых тел при всем их многообразии сводится к нескольким типам. В аномально флюидизированных малоглубинных ультракислых гранитах широкое распространение имеют шлировые пегматиты, тела которых достигают в поперечнике от десятков сантиметров до нескольких метров, что отражает степень гетерогенизации и распад исходной флюидизированной гранитной магмы на составляющие подсистемы. Это отнюдь не исключает наличие по соседству со шлировыми пегматитами и их жильных аналогов, как это имеет место в девонских колумбитоносных гранитах Золотоношского массива на Кокчетавской глыбе (Северный Казахстан).

3. Для пегматитовых тел характерна высокая степень гетерогенизации магматического расплава с тенденцией к обособлению в теле пегматита (а значит и исходного расплава) участков аномально обогащенных флюидными или рудными компонентами. Так на Новоромановском пегматитовом теле (Кокчетавская глыба, Северный Казахстан) при вскрытии карьером пегматитового тела был встречен и добыт кристалл оптического флюорита весом 2.5 тонны (!). Характерно, что в отработанном и вскрытом карьером теле кристаллы оптического флюорита размером в несколько десятков сантиметров были встречены всего в нескольких случаях, а здесь преобладали «занорыши» выполненные кристаллами кварца. Аналогичная ситуация наблюдалась мной в крупном теле редкометального пегматита

Лондон-Дерри в Западной Австралии, где скопления танталита с касситеритом отмечались в отдельных гнездах, а не в объеме тела пегматита.

4. Следует подчеркнуть унаследованность и высокую идентичность составов минералов из тела пегматита и вмещающего материнского гранита. Особенно четко эта генетическая связь прослеживается во встречающихся редко не гранитных пегматитах, например в нефелинсодержащих пегматитах нефелиновых сиенитов Кольского полуострова и в пегматитах в миаскитах Ильменского заповедника.

Все это дает нам основание рассматривать процессы формирования пегматитов на базе флюидизированных гранитоидных магм с высокой степенью гетерогенизации исходной магмы и в объеме магматической камеры как в целом неравновесный процесс. Это усложняет процедуру распознавания генезиса таких во многом экзотических образований.

Диссертационная работа С.З. Смирнова базируется на изучении индивидуальных флюидных включений в минералах пегматитов. Еще Я.Е. Гегузин предупреждал минералогов, изучавших индивидуальные флюидные включения в кристаллах, что геологические образования с возрастом миллионы и даже десятки и сотни миллионов лет в условиях термического сжатия при остывании минералов в массе породы характеризуются перераспределением флюидных компонентов внутри кристаллов, в основном их коагуляцией. Поэтому изучение отдельных флюидных включений дает не вполне полную информацию о флюидном режиме образования данного кристалла, ибо за пределами исследования остаются мелкие флюидные включения, выполненные, например, водородом. Тем не менее, многолетний опыт изучения крупных флюидных включений в кристаллах с применением новейших аналитических методов, как это сделано в рецензируемой диссертации, дает достаточно аргументированную информацию об условиях роста кристалла в конкретной геологической среде. В нашей лаборатории был разработан метод дегазации минералов в токе гелия с последующим хроматографическим анализом газовой фазы, что дает принципиально новую информацию о флюидах заключенных в минералах, ибо в ходе анализа

происходит объемная дегазация подвергнутых нагреву минералов. Если у автора диссертации будет желание, мы можем проанализировать его образцы по нашей методике.

Тем не менее, возвращаясь к рецензируемой диссертации, главный вывод – это фундаментальное высоко аргументированное исследование, результаты которого могут быть в дальнейшем использованы при тонких минералогических и геохимических исследованиях гранитов и особенно пегматитов.

Первая компилятивная обзорная глава диссертации излишне насыщена обзорными сведениями, особенно в части перечисления фазовых взаимоотношений в бинарных системах, но учет всей совокупности известных автору экспериментальных данных в контексте исследования им природных объектов позволяет перейти к конкретной геохимии боросодержащих магматических флюидов, что и составляет истинную научную ценность данной работы.

Вторая глава высокоинформативна и посвящена геохимии боросодержащих магматогенных флюидов, когда объектом исследования являлись флюидные включения (ФВ) в кварце различных комплексов турмалиноносных миароловых гранитных пегматитов. Одним из достижений автора следует считать то, им впервые в первичных флюидных включениях обнаружена кристаллическая форма ортоборной кислоты H_3BO_3 представленная минералом сассолином. Хорошо аргументированная диагностика сассолина во включениях производилась по его оптическим свойствам и что особенно важно, по рамановскому спектру, что в геохимии боросодержащих флюидов сделано впервые. Автором доказано, что во включениях боросодержащих флюидов содержались хлориды Na, K, Ca, Fe и Mn, при преобладании хлоридов Na и K, что позволило ему исследовать топологию диаграммы в координатах $T^{\circ}C - NaCl$ и систему $NaCl - H_3BO_3 - H_2O$. Эти результаты автор использовал для расчета концентраций ортоборной кислоты во включениях по микротермическим данным. Необходимо подчеркнуть, что выявленные зависимости установлены для

широкого спектра природных борнокислых флюидов в кварцах из пегматитов Памира и Малханского поля в Центральном Забайкалье, что придает им общенаучное значение. К числу авторских достижений следует отнести обнаружение в составе флюидных включений широкого набора пентаборатов, что позволяет аргументировано прогнозировать пути эволюции таких специфических природных флюидных систем, когда, например, с боросодержащими природными системами сопряжены турмалиновые грейзены.

Проведенные автором экспериментальные исследования бороносных гидротермальных систем можно отнести к одному из достижений данной диссертации. А там где исследовались бор-фторные системы это позволяет аппроксимировать полученные данные на природные бор-фторные системы, хотя следует подчеркнуть в природных условиях разобщенность фторидных и борных флюидных систем. Вывод о зависимости путей эволюции таких систем с изменением химизма флюида и P-T условий процесса автором хорошо обоснован. В качестве пожелания автору, который преуспел в постановке экспериментов по исследованию аналогов гидротермальных систем свойственных пегматитовому процессу, следует рекомендовать изучить обогащенные самым щелочным элементом цезием, на базе которого уникально редко в значительных количествах образуется поллуцит. Следует сожалеть, что в столь интересных экспериментах не было проведено автономных исследований с азотом. Азот в данных P-T условиях имеет шесть валентностей, которые трансформируются в зависимости от окислительно-восстановительного потенциала данных флюидных систем. В общем же проведенные автором обширные эксперименты позволяют расширить наши представления о путях эволюции таких специфических флюидных систем, свойственных пегматитовому процессу. В равной мере полученные результаты являются вкладом в познание рудоносности среднетемпературных флюидных систем, генетически связанных с кристаллизацией гранитоидных магм.

В четвертой главе выводы автора основаны на базе изучения расплавных включений в минералах миароловых пегматитов, а также в кварце редкометальных Sn-W месторождений. Методика исследований достаточно аргументирована и особых возражений не вызывает. Положительным элементом этой главы является сочетание традиционных консервативных методов изучения индивидуальных флюидных включений в минералах и результатов экспериментальных исследований.

На основании обширных визуальных данных по изучению отдельных флюидных (в том числе расплавно-флюидных включений) и проведенных автором экспериментальных исследований, им произведена оценка флюидного режима кристаллизации гранитных и пегматитовых магм. На мой взгляд, в этой главе не следовало на паритетных началах рассматривать флюидный режим кристаллизации пегматитов и редкометальных Li-F гранитов. В тех случаях, когда массивы редкометальных Li-F гранитов, например, Этыка, соседствуют с пегматитами, при детальном исследовании устанавливается автономность исходных магм, на базе которых формировались штоки редкометальных Li-F гранитов и пегматитов в их апикальной части. Автор в диссертации употребляет величину давления (P), хотя в таких флюидизированных магматических системах необходимо различать общее (литостатическое) и флюидное давление. В некоторых случаях флюидное давление превышает общее, что иногда сопровождается взрывными явлениями, например Актас.

Наш опыт изучения фторидных и борных магматических систем на Кокчетавской глыбе указывает на различную геохимическую специализацию: во фторидных преобладают Ta, Nb, Sn, Be, Li, в борных - Cu, Mo, W, As, Au, Ag, что подчеркивает их генетическое различие.

Таким образом, все четыре защищаемых положения четко сформулированы и хорошо обоснованы. Автореферат полностью соответствует содержанию работы, публикации отражают ее результаты и опубликованы в ведущих международных российских и зарубежных журналах их перечня ВАК.

В целом же данную диссертацию необходимо квалифицировать как крупное научное комплексное достижение в геохимии, петрологии и теории рудообразования. Пожалуй, впервые на базе обширного сопоставления многочисленных данных по изучению флюидов заключенных в минералах гранитно-пегматитовых систем и целенаправленных экспериментальных исследований проведена оценка флюидного режима магматического этапа формирования этих природных образований, что, несомненно, указывает на научную новизну и актуальность проведенного исследования.

У меня нет сомнения в том, что докторская диссертация С.З. Смирнова выполнена на уровне современных требований, и он вполне заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолога-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

Летников Феликс Артемьевич, академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории петрологии, геохимии и рудогенеза

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук

664033. Иркутск, ул. Лермонтова, 128

Тел: 7(3952)511657

e-mail: letnikov@crust.irk.ru



Ф.А. Летников

26 октября 2015 года

Подпись Летников Ф.А.

_____ заверяю
Зав. канцелярией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук

«26» 10 2015 г.