

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дмитриевой Анны Сергеевны  
«ПРОЦЕССЫ ФТОРИДНО-СИЛИКАТНОЙ НЕСМЕСИМОСТИ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ  
ПОРОД МАССИВА ОНГОНИТОВ АРЫ-БУЛАК (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических  
наук по специальности 1.6.4 - «*Минералогия, кристаллография. Геохимия,  
геохимические методы поисков полезных ископаемых*»

Диссертационная работа Дмитриевой Анны Сергеевны посвящена исследованию процессов фторидно-силикатной жидкостной несмесимости при формировании фысокофтористых онгонитовых пород массива Ары-Булак на основе изучения расплавных и флюидных сред в минералах.

Проблема силикатно-фторидной несмесимости и в целом исследования высокофтористых гранитных систем имеют большое научное и практическое значение в связи с сопряжённостью с подобными магматическими образованиями многих редкометальных месторождений.

В разделе «Актуальность исследования» отмечается, что силикатно-фторидная несмесимость редко описывалась в обогащенных фтором магматических системах. Однако с этим трудно согласиться. Процессам фторидной силикатно-солевой несмесимости с экстракцией фторидной солевой фазой группы редких и редкоземельных металлов посвящены обширные публикации, в том числе А.А. Маракушева, Ю.Б. Шаповалова, Е.Н. Граменицкого, В.Н. Кореновой, В.Н. Девятовой, Г.П. Зарайского и многих других. В автореферате отсутствует ссылка на наиболее значимую работу по подобной тематике - [Маракушев, Шаповалов, 1994]. В последней на основании экспериментальных исследований установлено отделение от алюмосиликатного расплава (аналога гранитной системы) фторидной солевой жидкости (натрий алюмо-фторидного состава), в которой концентрируется специфический набор рудных элементов: W, LREE, Mo, но не Sn-Ta группы.

Следует также заметить автору, что фторидные кристаллические фазы наиболее широко распространены именно в гранитных системах.

Объектом исследования автора являлись породы онгонитового штока Ары-Булак (Восточное Забайкалье). Изучение этого крайне немасштабного объекта (1500X800 м) осуществлялось многими исследователями на протяжении 50 лет. Автором отмечается также участие в полевых работах на флюоритовых риолитах (?) в Нилгинской депрессии Центральной Монголии.

Начиная с главы «Научная новизна» в работе употребляется термин **флюоритовый расплав**. Последнее представляется совершенно не корректным, ибо солевой расплав может иметь кальций-фторидный состав, но флюорит – это конкретный кристаллический минерал.

#### *Защищаемые положения*

Первое защищаемое положение состоит фактически из двух не связанных между собой частей. Причём происхождение фторидно-силикатной жидкостной несмесимости с участием фторидной солевой фазы было установлено ранее (Перетяжко, Савина, 2020, 2021). В первой главе автором даже отмечается, что анализируются полученные ранее данные о процессах силикатно-фторидной жидкостной несмесимости в онгонитовой магме при формировании пород массива онгонитов Ары-Булак.

Второе защищаемое положение сформулировано нечётко. Неясно, что конкретно понимается под перераспределением элементов-примесей при фторидно-силикатно-флюидной **жидкостной** несмесимости между кристаллами, флюидами и расплавами? Отмечается различный характер геохимической обогащённости апикальной, центральной и промежуточной частей массива, но отсутствует какое либо объяснение этому. Для подобных высокофтористых систем всегда следует учитывать роль фтора как фактора переохлаждения расплавов и образования даже на значительных глубинах афировых или стекловатых пород. Фтор в большей степени, чем вода препятствует кристаллизации алюмосиликатных расплавов. Поэтому в подобных высокофтористых системах структурные характеристики интрузивных тел могут не соответствовать эрозионному срезу.

Третье защищаемое положение также сформулировано не конкретно и состоит из двух независимых положений. Констатируется, что флюидно-магматические процессы определяют контрастную смену минеральнофазовых ассоциаций. Но это и не могло быть иначе.

На приводимой схеме массива Ары-Булак не нанесена пространственная ориентировка.

Все данные по строению, возрасту и длительности формирования массива даются в виде ссылок на работы предшественников. Отмечаемые аномальные по составу высоко кальциевые и фтористые участки в составе массива также установлены не автором, а в предшествующих работах.

На рис. 2 нет условных обозначений.

Стр. 9. По валовому химическому составу, петрографическим особенностям и СЭМ ЭДС данным (?) автором выделены три разновидности пород: порфиоровые,

афировые и переходного типа при преобладании порфировых онгонитов в объеме массива. Без конкретных полевых наблюдений и учёта переохлаждающего эффекта фтора это представляется недостаточно обоснованным. Причём наглядно выражена корреляция в закономерном росте концентраций фтора при переходе от порфировых к афировым (переохлаждённым разностям).

В главе 4. **Минералого-геохимические особенности пород** приводятся таблицы средних химических составов пород, но отсутствуют важные сведения по микроэлементам.

Обсуждение проявления тетрад-эффектов в спектрах пород онгонитового массива даётся по опубликованным работам: [Перетяжко, Савина, 2020].

Подписи к рис.3 некорректны. Нормируются не распределения, а значения, величины.

Воздействие на афировые и порфировые участки онгонитового массива флюидов (по автору) приводит к деплетированию пород в REE. Но согласно многочисленным экспериментальным данным распределение большинства микроэлементов смещено в солевые или твёрдофазовые системы по отношению к водному флюиду.

Не ясно, почему  $\text{Ce}^{+4}$  будет перераспределяться в водный флюид? Он будет избирательно, образуя одновременно отрицательную аномалию, изоморфно замещать оксиды марганца и железа, чем объясняется известный цериевый парадокс океанических вод и Fe-Mn корок.

Стр. 18. Не ясно для чего построены корреляционные графики O с  $\text{SiO}_2$ , Al, F, Ce?

Стр. 19. Автором отмечается: «При взаимодействии флюида, выделяющегося при дегазации риолитового расплава, элементы-примеси удалялись из F-Ca фазы, и кристаллизовался флюорит стехиометрического состава.»

Однако, согласно существующим экспериментальным данным примесные элементы, включая REE, будут распределяться в солевую фазу либо оставаться в твёрдых фазах, но не распределяться в водный флюид.

Стр. 20. «Согласно петрологической модели, представленной ранее [Перетяжко, Савина, 2010; Перетяжко и др., 2011], афировая эндоконтактовая зона массива образовалась после декомпрессии магматической камеры, что привело к стеклованию (закаливанию) в её апикальной части онгонитового и флюоритового расплавов». Объяснение причин образования афировой апикальной зоны массива в результате декомпрессии магматической камеры, на наш взгляд, неприемлемо. Зачем

привлекать такой сложный двустадийный процесс декомпрессии-дегазации? Ведь на первом этапе собственно дегазация уже произойдёт в результате декомпрессии. Образуются закаленная твёрдофазовая афировая и переходная зоны. Произойдёт и обмен с флюидной фазой, выделившейся при декомпрессии. Зачем привлекать второй этап дегазации совершенно неясно. И что автор (и авторы) понимают под магматической камерой? Это что – малое субвулканическое тело? Пожалуй, это самая слабая часть работы. Между тем, все петро-структурные особенности и составы пород этого штока онгонитов хорошо согласуются с различиями в степени переохлаждения (Таммановская модель) этих высокофтористых образований. Проявляется чётко выраженная корреляция в концентрировании фтора и степени переохлаждения (афировости пород).

В главе «Заключение» автор распространяет установленные при изучении расплавных включений особенности составов и параметры образования микрофаз на макросистемы, объясняя образование гетерогенности, несмесимости в онгонитовом массиве. С переходом на микроразмерный уровень следует учитывать огромную роль энергетики подобных систем. Микрофазы размерностью в микроны, тем более в сотни нанометров обладают огромной поверхностной энергией и способностью снижать порог реакционного взаимодействия (порог активации) и в целом занижать температурные условия. Поэтому Р-Т параметры, полученные при исследовании подобных микросистем, представляется некорректным переносить на макросистемы. Кроме того, кристаллы, растущие в любой среде, обуславливают сепарацию первичной среды. Включения, захватываемые растущей фазой, представляют собой либо примесные фазы, либо обогащённую примесями в результате отгонки среду [Воробьёв, 1990]. Условия образования стекол в подобной высоко фтористой системе, полученные при термохимических исследованиях расплавных включений, также, скорее всего, не отражают параметры природных макропроцессов, учитывая степень переохлаждения и размерность объектов исследования.

Стр.21. Не корректна, на наш взгляд, и фраза: «Перераспределение REE,Y и других примесных элементов между расплавом, флюидом, минералами было вызвано жидкостной несмесимостью в онгонитовой магме».

Если распад произошёл, то будет наблюдаться закономерное распределение элементов в составе этих гетерогенных расплавов. И лишь затем распределение между расплавом, флюидом и твёрдой фазой уже в пределах этих контрастных систем.

Оценивая представленную работу в целом, следует подчеркнуть профессионализм автора по исследованию расплавных включений, определению Р-Т

условий их образования, анализу микрофаз минералов и расплавов. Получены новые данные о минеральных ассоциациях расплавных включений, природе тетрад-эффекта в подобных фтористых системах, условиях, определивших фторидную несмесимость силикатных расплавов. Большинство сделанных замечаний носит формальный характер с целью коррекции и улучшения представленной работы и не умаляют высокого научного уровня соискателя.

Диссертационная работа **Дмитриевой Анны Сергеевны** полностью соответствует критериям, установленным в п.п. 9-11, 13, 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «Положение о присуждении учёных степеней».

<i>ФИО автора отзыва</i>	Максимов Сергей Олегович
<i>Учёная степень</i>	Кандидат г.л.-мн.н.
<i>Должность</i>	Старший научный сотрудник
<i>Структурное подразделение организации</i>	Лаборатория генетической минералогии и петрологии
<i>Организация</i>	Дальневосточный Геологический институт ДВО РАН
<i>Адрес организации</i>	690022 Владивосток, Проспект Столетия Владивостока 159
<i>Интернет сайт организации</i>	<a href="https://fegi.ru">https://fegi.ru</a>
<i>e-mail автора отзыва</i>	<a href="mailto:hangar7@mail.ru">hangar7@mail.ru</a>
<i>телефон автора отзыва</i>	89532033662

Я, *Максимов Сергей Олегович* даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 03 » июня 2024 г.



