

О Т З Ы В

официального оппонента, д.г.-м.н., доцента *Попова Михаила Петровича* на диссертацию *Хамдард Назифуллы* на тему: «Типохимизм минералов и вертикальная зональность сподуменовых пегматитов месторождения Пашки, провинция Нуристан (Афганистан)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

1. Актуальность темы диссертации. Актуальность работы очевидна, в виду того, что вопрос востребованности и дефицитности литиевого сырья в настоящее время широко обсуждается и появился интерес к поискам новых и оценке мало изученных редкометалльно-пегматитовых объектов и новых месторождений сподумена. Афганистан обладает крупнейшими в мире пегматитовыми месторождениями лития, которые нуждаются в более детальном изучении современными методами. Работа имеет **научную-практическую направленность** и ориентирована на изучение минерального состава, вертикальной зональности пегматитовых жил и геохимических особенностей типоморфных минералов пегматитов Пашки (провинция Нуристан). Данное исследование будет способствовать решению актуальной проблемы освоения этого месторождения. Работа выполнена в традициях научной школы кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии Санкт-Петербургского Горного университета.

2. Научная новизна диссертации заключается в том, что автор работы детально и подробно с помощью комплексного изучения редкоэлементного состава сподумена, берилла, калиевого полевого шпата, плагиоклаза, кварца и граната высокочувствительными методами анализа (SIMS) изучил и описал типохимические характеристики, которые отражают закономерности эволюции пегматитового расплава в ходе формирования пегматитовых жил. Автором впервые установлены главные закономерности вертикальной минералого-геохимической зональности продуктивных пегматитовых жил месторождения Пашки. Автором, после проведенных исследований получены новые, более достоверные данные о возрасте пегматитов месторождения. Автором в процессе исследования зафиксирована и описана информация о зонально-секториальном строении минеральных индивидов типоморфных минералов пегматитов.

3. Степень обоснованности обусловлена достаточно глубоким анализом результатов ранних работ по изучению минералого-геологического строения месторождений сподумена в провинции Нуристан. Обоснованность научных положений подтверждена апробацией их в результате рассмотрения и обсуждения докладов в рамках 3-х российских и одной международной конференциях. Научные положения в количестве 3-х, выносимые диссертантом на защиту, обосновываются в 4 и 5 главах диссертации.

4. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подкреплена представительностью каменного материала (130 образцов), отобранного автором из пегматитовых жил месторождения Пашки и выполнения большого количества (210

локальных анализов) на ионном зонде Cameca IMS-4f методом масс-спектрометрии вторичных ионов (SIMS), значительного количества (125 точек) анализов с помощью электронно-зондового микроанализатора JXA-8230 Superprobe (фирма Jeol) с четырьмя волновыми спектрометрами и энергодисперсионным спектрометром и 160 точек анализа минералов методом SEM-EDS на сканирующем электронном микроскопе JEOL-JSM-6510LA с энергодисперсионной приставкой JED-2200. Все аналитические данные получены в аккредитованных лабораториях. Впервые для месторождения Пашки был выполнен изотопный анализ (Rb-Sr система) валовой пробы пегматита, мусковита и калиевого полевого шпата из этой пробы, который проводился методом ID-TIMS на многоколлекторном масс-спектрометре TRITON TI.

5. Научные результаты, их ценность

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 2-х статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus, WoS). Особая ценность работы заключается в том, что автором впервые были установлены основные закономерности вертикальной минералогеохимической зональности продуктивных пегматитовых жил месторождения Пашки.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая ценность работы заключается в том, что результаты диссертационного исследования будут способствовать решению научной проблемы генезиса сподуменовых пегматитов редкометалльной провинции востока Афганистана.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные в ходе работы аналитические данные и выводы могут быть использованы для разработки геохимических критериев поисков и оценки пегматитовых жил, перспективных на обнаружение промышленного литиевого оруденения. Часть полученных данных можно использовать в учебных курсах по дисциплинам «Прикладная минералогия» и «Прикладная геохимия». Отдельные разделы диссертации были использованы при выполнении темы НИР ИГГД РАН «Совершенствование изотопных методов датирования докембрийских комплексов и разработка новых геохимических подходов использования минералов-геохронометров» (НИР ИГГД РАН, (№ FMUW-2022-0005), что зафиксировано в акте внедрения от 24.04.2025 г.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные в работе Назифуллы Хамдард «Типохимизм минералов и вертикальная зональность сподуменовых пегматитов месторождения Пашки, провинция Нуристан (Афганистан)» данные по различным типоморфным минералам сподуменовых пегматитов можно применять для разработки геохимических критериев поисков и оценки пегматитовых жил, перспективных на обнаружение промышленного литиевого оруденения.

Полученные данные будут востребованы для создания баз данных по

типоморфным минералам литиевых и редкометалльных пегматитов известных российских и зарубежных геологических объектов.

7. Замечания и вопросы по работе

7.1 Первое защищаемое положение достаточно объемное (громоздкое) по содержанию. Из него до конца не понятно, с какой целью выделяется вертикальная зональность или она просто зафиксирована автором, как констатация факта.

7.2 Стр. 5 Задача исследования № 4 *«Изучить зональность и секториальность минеральных индивидов **типоморфных** минералов пегматитов (сподумена, берилла, турмалина)»*. Вопрос – почему автор не рассмотрел в качестве типоморфных минералов описываемых пегматитов характерные для них **поллуцит, лепидолит**?

7.3 Стр. 5. Раздел научная новизна. Непонятно, чем кардинально отличается положение № 2 *«Выявлены типохимические характеристики сподумена, полевых шпатов, берилла, турмалина и граната, отражающие закономерности эволюции пегматитового расплава в ходе формирования месторождения»* отличается от положения № 5 *«Выявлены типохимические характеристики акцессорного граната, указывающие на генетическое родство сподуменных пегматитов с лейкогранитами 3-й фазы комплекса Лагман»*.

7.4 Автор, к сожалению, сделал акцент на типохимические характеристики минералов, хотя в задачах данного исследования речь идет о типоморфных минералах. К типоморфным характеристикам относятся морфологические особенности и состав газожидких включений и другие. Это бы значительно усилило работу, особенно в вопросе генезиса минералов и более точной оценки Р-Т параметров.

7.5 Стр. 10 автореферат и стр. 47 диссертации. Автор пишет *«Для всех трех жил месторождения Пашки характерно наличие миарол, содержащих **кунцит (водяно-прозрачную разновидность сподумена)**»*. Хотя считается, что кунцит – это сиренево-розовая разновидность сподумена, о чем автор пишет в обзоре главы 1 на стр. 13. Бесцветная разновидность сподумена называется **трифан**.

7.6 В главе 1.2 *Типохимические особенности минералов* не хватает изображений кристаллохимических структур описываемых минералов.

7.7 Из главы 2.4.2 *Размещение и строение пегматитовых жил* не совсем понятно наблюдаются ли в описываемых пегматитах более поздние наложенные метасоматические процессы (альбитизация и другие постмагматические метасоматиты вплоть до гидротермалитов). Данный тип пегматитов автор относит к плюмазитовым, а для них характерно насыщение магмы летучими компонентами, которое приводит к образованию в постмагматическую (регрессивную) стадию метасоматитов различной щелочности, продуцирующих редкометалльную и литиевую минерализацию. Отсюда и следуют разные генерации – разновидности сподумена (рис. 4.1.8, стр.61), которые значительно отличаются по типохимизму. У автора это есть в описании, стр. 40 *«Кристаллы сподумена часто дезинтегрированы и их части смещены относительно первоначального положения. По всему объему жилы № 3 широко распространены небольшие (0.3–1.0 см) выделения фосфатов (трифилина-литофилита). Характерной особенностью жилы является широкое распространение сахаровидного альбита, замещающего кварц и*

частично сподумен». Подобные описания приводятся и по прожилковой зоне № 2. Стр. 54. – «...кунцит из миарол может быть отнесен к поздней гидротермальной стадии, в отличие от более раннего магматического сподумена первой и второй разновидностей». К сожалению, в выводах к главе 2 о поздних процессах ничего не сказано.

7.8 Стр. 62. «В ходе полевых исследований в верхней (головной) части жилы № 3, абсолютная отметка 3800 метров, были обнаружены крупные, размером до 2–3 см, кристаллы берилла (**аквамарина нежно-голубого оттенка**, рисунок 4.2.1) в ассоциации со сподуменом, микроклином, альбитом (клевеландитом), танталитом и полихромным турмалином. **Здесь же были найдены кристаллы прозрачного бесцветного берилла (гошенита)**» Не понятны взаимоотношения двух бериллов (онтогенический анализ), хотя согласно химическим особенностям (рис. 4.2.5) они достаточно сильно отличаются. На рисунке 4.2.1 (справа) видно, что границы голубого берилла с кварцем и альбитом разные, но почему не сказано.

7.9 Стр. 63. «Для детального изучения три фрагмента кристаллов аквамарина из разных зерен, размером около 1 см каждый, были помещены в стандартный препарат (шайбу) диаметром один дюйм вместе с зерном оливина, необходимого для оценки фона при анализе содержаний летучих компонентов. В каждом фрагменте было выполнено 4 анализа на 20 компонентов». Непонятно как была выполнена ориентировка аквамарина для изучения химических особенностей минерала, в сравнении с бесцветным бериллом (рис. 4.2.2).

7.10. Стр. 63, рис. 4.2.2С. Непонятно почему не были заданы аналитические точки в нижней (более мутной) части исследуемой пластины и как это могло повлиять на результаты анализов.

7.11 Стр. 69. «Кристаллы бесцветного берилла характеризуются зонально-секториальным строением. В секторе роста грани призмы содержания большинства примесей растут от центра к краю. Это касается, например, щелочных металлов, Fe, Ti, Mg. В секторе грани пинакоида содержания Cs и Rb также растут; в то же время содержания Mg, Ti, K падают. **Такое разнонаправленное поведение примесей свидетельствует о важной роли кристаллохимического фактора при формировании внутрикристаллической зональности**». Из вывода непонятно, в чем важность кристаллохимического фактора.

7.12. Стр. 70-71, рис. 4.3.1 - 4.3.3 Не совсем понятно из какой части кристалла взяты фрагменты (а на подписи к рис. – кристаллы). На рис. 4.3.3 это агрегат кристаллов и надо показать, откуда конкретно взяты фрагменты для исследования.

7.13 Стр. 77, рис. 4.3.9. Не понятна ориентировка фрагмента кристалла (где центр, а где край). Зеленая зона наблюдается с левого и правого края зерна. А автор пишет – «Еще один пример химической зональности демонстрирует кристалл полихромного турмалина, который в поперечном сечении от центра к краю меняет цвет от ярко-зеленого к очень ярко-зеленому, а затем к розовому (рисунок 4.3.9)».

7.14 На рис. 4.6.3 плохо просматривается масштаб изображения и нет обозначения минералов в шлифах.

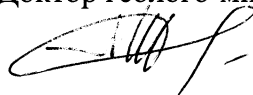
8. Заключение по диссертации

В целом диссертация Назифуллы Хамдарда является законченным исследованием, логически выстроенным и представляет собою полноценное исследование, имеющее теоретическое и прикладное значение. Автореферат диссертации полностью отвечает тексту диссертации, имеет логичную структуру и грамотный язык.

Диссертация Назифуллы Хамдард, представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Назифуллы Хамдард заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент
Профессор кафедры Геологии, минералогии и
петрографии Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего
образования Уральского государственного горного
университета

Доктор геолого-минералогических наук, доцент



Попов Михаил Петрович

25.12.2025

Подпись ФИО оппонента заверяю
начальник отдела кадров ФГБОУ ВО «УГГУ»



Т.Б. Сабанова

Сведения об официальном оппоненте:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»

Почтовый адрес: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д.30

Официальный сайт в сети Интернет: <https://ursmu.ru/>

эл. почта: porovm1@yandex.ru

телефон: +7 (902) 27-48-707