

О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата геолого-минералогических наук Морозовой Людмилы Николаевны, на диссертацию Захарова Анатолия Владимировича на тему: «Минералогия, возраст и типы гранитных пегматитов Липовского жилого поля (Средний Урал)», 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

Изучение гранитных пегматитов является одной из фундаментальных задач современной геологии. Актуальность исследования обусловлена тем, что данные породы являются главным источником стратегических металлов (Li, Ta, Nb, Cs, Be, REE), критически важных для развития высокотехнологичных отраслей промышленности, а также пьезооптического и камнесамоцветного сырья. Детальное изучение типоморфизма, микроэлементного состава и геохимических особенностей минералов-индикаторов обеспечивает надежную оценку редкометалльного потенциала пегматитовых полей. Прецизионное геохронологическое датирование дает возможность синхронизировать процессы пегматитообразования с конкретными этапами тектономагматической активности региона. Комплексный подход к исследованию вещественного состава пегматитов и возраста оруденения позволяет разработать поисково-оценочные критерии для прогнозирования редкометалльного оруденения в регионе.

2. Научная новизна диссертации

1) На основе детального описания 107 минеральных видов из пегматитов и плагиоклазитов, включая 26 новых минеральных видов для данного объекта, существенно расширены представления о минералогическом разнообразии изученных пород и геохимических особенностях типоморфных минералов. Выделены лепидолит-альбитовые пегматиты с редкометалльной минерализацией и топаз-берилловые пегматиты с редкоземельной минерализацией.

2) Установлена взаимосвязь между типохимическими особенностями и морфологией редкометалльных и самоцветных минералов (фенакита, топаза, хризоберилла, турмалина, граната и тантало-ниобатов и др.). Определен химический состав породообразующих (калиевого полевого шпата) и акцессорных (спессартина, барита, фторапатита, ксенотима-Y, уранинита, хризоберилла, самородной меди) минералов, а

также благородных металлов (золота, серебра) в топаз берилловых и лепидолит-альбитовых пегматитах.

3) Определен абсолютный возраст формирования трех типов пород: топаз-берилловых и альбит-сподуменовых пегматитов и плагиоклазитов, что позволяет установить последовательность этапов пегматитобразования в данном регионе.

4) Предложена модель формирования плагиоклазитов по топаз-берилловым пегматитам.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных результатов и выводов подтверждается представительностью выборки образцов, применением современных прецизионных методов исследования. Полученные данные апробированы в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, на российских и международных научных конференциях, а также подкреплены выполнением исследований в рамках государственных заданий, грантов РФФИ и проектов УрО РАН.

Все исследования выполнены на базе сертифицированного Центра коллективного пользования «Геоаналитик» УрО РАН. Основу исследования составили около 1000 образцов горных пород и минералов; детально изучено 250 прозрачно-полированных и петрографических шлифов. Выполнен комплексный анализ химического и редкоэлементного состава пород и минералов, а также проведены геохронологические исследования. Экспериментальные работы проведены с использованием современного оборудования включающего: сканирующий электронный микроскоп JSM-6390LV (Jeol) с энергодисперсионным спектрометром Oxford Instruments INCA Energy 450 X-Max 80; рентгеновский дифрактометр XRD-7000 (Shimadzu), масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой ELAN-9000, электронно-зондовый микроанализатор CAMECA SX100.

4. Научные результаты, их ценность

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 61 печатной работе, в том числе в 2-х книгах и в 8 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – перечень ВАК), в 1 статье – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus).

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Научно-практическая значимость диссертационного исследования заключается в детальном изучении минерального состава пегматитов, геохимических особенностей минералов-концентраторов редкометалльного оруденения, а также в определении абсолютного возраста гранитных пегматитов и плагиоклазитов Липовского жильного поля (Средний Урал). Полученные данные позволяют решить важную прикладную задачу – разработать поисковые минералого-геохимические критерии для выявления промышленно значимых месторождений.

Научные результаты проведенных исследований вошли в два путеводителя по Липовскому пегматитовому полю. Эти материалы используются при проведении полевых экскурсий и научных конференций для ознакомления научного сообщества с уникальным геологическим объектом региона. Кроме того, результаты исследований служат научным обоснованием ценности природно-минералогического заказника «Режевской», способствуя его сохранению и рациональному использованию, что отражено в Акте внедрения (см. Приложение А в диссертации).

6. Рекомендации по использованию результатов работы.

Созданный реестр минеральных видов будет востребован в международных и российских минералогических справочно-информационных базах данных (Webmineral.ru, Минералы России, Mindat.org и др.) для актуализации сведений о минеральном разнообразии пегматитов.

Диссертация состоит из Введения, шести глав с выводами по каждой из них, Заключения, списка литературы (включающего 262 наименования, в том числе 31 фондовый отчет) и одного приложения. Диссертация изложена на 220 страницах машинописного текста, содержит 110 рисунков и 75 таблиц.

7. Замечания и вопросы по работе

Несмотря на общее положительное впечатление о диссертации, необходимо отметить ряд замечаний и вопросов по работе.

1) В главе 2 «Краткая характеристика геологического строения района Липовского жильного поля» отсутствуют новые данные о вещественном составе и возрасте пегматитов. Эти новые результаты дополняют геологическую историю региона и позволяют обосновать последующие выводы.

2) Во втором защищаемом положении (стр. 8) автор утверждает, что формирование пегматитов Липовского жильного поля происходило синхронно со временем становления Мурзинско-Адуйского гранитного комплекса. Однако в главе 2 (стр. 32) при

описании геологического строения района не приведены геохронологические данные гранитов (абсолютный возраст в млн. лет) и методы их датирования. Эти данные (абсолютный возраст гранитов в млн. лет) также отсутствуют и по тексту диссертации.

3) В Выводах по главе 3 (стр. 58-59) не нашли отражение важные геолого-морфологические особенности изученных пегматитов, которые детально описаны в основном тексте диссертации. В частности, опущены сведения о наличии миароловых полостей с бериллом, топазом и турмалином в лепидолит-альбитовых пегматитах, а также о жильно-прожилковом строении топаз-берилловых пегматитов. Между тем, эти характеристики принципиально важны для геолого-экономической оценки пегматитов. Они напрямую определяют: (1) перспективы добычи камнесамоцветного сырья в лепидолит-альбитовых пегматитах, (2) технологические особенности отработки топаз-берилловых пегматитов, так как прожилковый характер оруденения неизбежно приведет к разубоживанию руды вмещающими породами при ее валовой выемке.

4) В главе 4 (стр. 62-63) приведены концентрации редких элементов (в ppm) в топаз-берилловых и лепидолит-альбитовых пегматитах. В то же время в тексте отсутствуют важные сведения об условиях получения этих результатов, включая метод отбора пробы, ее объем (вес), методику и точность лабораторных определений химического состава пород. Данная информация важна для оценки представительности проб и корректного определения промышленного (непромышленного) потенциала исследуемых пегматитов.

5) В главе 4 (стр. 63) указано, что валовое содержание Li в лепидолит-альбитовых пегматитах составляют 420 ppm, что в пересчете на Li_2O составляет 0,0904 мас. %. Это существенно ниже содержания оксида лития в промышленных сподуменовых рудах ($\text{Li}_2\text{O} = 0,5-1,5$ мас. %; Методические рекомендации..., 2007). Также в тексте диссертации отсутствуют данные о количественном (в об. %) содержании лепидолита в составе исследуемых пегматитов. Между тем, для оценки промышленной значимости пегматитовых жил этот показатель является одним из ключевых. Например, в промышленных сподуменовых пегматитах содержание главного рудного минерала - сподумена, составляет 10-35 об. %, достигая в богатых зонах 50 об. % и более (Редкометалльные пегматиты..., 1997). В связи с этим вывод автора (Закключение, стр. 191) о том, что лепидолит-альбитовые пегматиты представляют собой практический интерес, требует более детальной проработки. Тем не менее выявленные концентрации лития могут рассматриваться как важный поисковый признак, указывающий на возможное приближение к богатым рудным зонам, что обуславливает необходимость продолжения исследований.

6) На стр. 62 (глава 4) автор указывает, что в топаз-берилловых пегматитах с редкоземельной минерализацией содержание иттрия составляет 5 ppm. Данное значение является низким для гранитных пегматитов NYF (ниобий-иттрий-фтор)-семейства, для которых иттрий является одним из ключевых геохимических индикаторов (Ercit, 2005; Редкоземельные пегматиты..., 2007). Например, в зонах максимальной аккумуляции редкоземельных элементов концентрации иттрия могут составлять более 6000 ppm (Mahmoud, 2019). Автору необходимо дать пояснение полученным результатам.

7) В Выводах к Главе 4 (стр. 64) не сформулированы минералого-геохимические критерии, позволяющие разделить изученные породы на пегматиты с редкометалльной и редкоземельной минерализацией.

8) В диссертации (стр. 5) автор указывает, что для «разных типов пегматитов объекта, установлены отличия по типохимизму таких минералов как: самородные металлы (Au, Ag, Cu), фторапатит, уранинит, барит, хризоберилл, спессартин, ксенотим-(Y) и КПШ». Однако в Выводах к главе 5 эти различия не сформулированы, а их сопоставление по тексту самой главы затруднено из-за большого объема информации.

9) В описании «Методы исследования» (стр. 7-8) не указаны условия проведения измерений, пределы обнаружения элементов, погрешность (точность анализа), а также наименование программного обеспечения для обработки спектров и расчета концентраций. Эти параметры необходимы для воспроизводимости научных результатов.

10) В тексте (стр. 65 и 123) перед перечислением «свинец, висмут, золото, серебро и медь» нужно написать «самородные свинец, висмут, золото, серебро и медь», так как в данном контексте перечисляются не химические элементы, а минералы.

11) Представляется целесообразным расширить в будущем рамки исследования, включив в него анализ источников редкометалльного и редкоземельного оруденения в районе Липовского жильного поля.

Высказанные замечания имеют, преимущественно, рекомендательный, дискуссионный или технический характер и не влияют на положительную оценку диссертации. Работа хорошо написана и иллюстрирована, сопровождается большим списком используемой отечественной и зарубежной литературы.

Содержание автореферата отражает содержание диссертации.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Минералогия, возраст и типы гранитных пегматитов Липовского жильного поля (Средний Урал)» представляет собой самостоятельное, завершенное научное исследование, вносящее существенный вклад в геологию, минералогия и

геохронологию пегматитов Среднего Урала. Захаров Анатолий Владимирович является высококвалифицированным минералогом, владеющим современными методами минералогических исследований.

Диссертация «Минералогия, возраст и типы гранитных пегматитов Липовского жилого поля (Средний Урал)», 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 **Захаров Анатолий Владимирович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Официальный оппонент

Ведущий геолог, Геологическое отделение 2,

ФГБУ «ВИМС»

кандидат геолого-минералогических наук



Морозова Людмила Николаевна

(полностью)

Подпись оппонента заверяю

М.П.

*Собственноручно подписав содержание
ФГБУ «ВИМС» Морозовой Людмилы Николаевны
заверяю Главному инженеру геологического
ФГБУ «ВИМС» Ефрему Е.О. Мартынову по документам
от 18.11.2025 № 11718*

Сведения об официальном оппоненте:

с. 10. 2026.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»)

Почтовый адрес: 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31

Официальный сайт в сети Интернет: vims-geo.ru

эл. почта: morozova@vims-geo.ru телефон: +7(495) 950 3302