

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук Миракова Мирака
Абдурасуловича
на тему: «Минералогия скандия, иттрия, тантала, ниобия, олова, цезия
и рубидия в гранитных пегматитах Юго-Западного и Восточного
Памира»
по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия,
геохимические методы поисков полезных ископаемых»

В диссертационной работе Мирака Абдурасуловича Миракова рассмотрен широкий круг вопросов, касающихся условий локализации, вещественного состава и особенностях минералогии и геохимии скандия, иттрия, редкоземельных элементов, тантала, ниобия, олова, цезия и рубидия в гранитных пегматитах Юго-Западного и Восточного Памира (Таджикистан), которые до настоящего времени рассматривались как источники пьезосырья, ограночного и коллекционного материалов.

Актуальность работы М.А. Миракова в научном плане определяется в значительной мере тем, несмотря на достаточно широкую известность и геологическую изученность миароловых пегматитов Памира, многие вопросы их минералогии и геохимии остаются недостаточно изученными. Последнее, по мнению рецензента, обусловлено отсутствием комплексных исследований, включающих изучение минералов, их химического состава и внутреннего строения современными методами исследования вещества. Диссертационная работа М.А. Миракова существенно восполняет этот пробел, в ней приведены предметные и конкретные знания о минералах, что является необходимой основой для вскрытия механизмов минералообразующих процессов, а также направленности и подходов к

решению многих социально-экономических проблем, связанных с освоением изученных гранитных пегматитов.

Актуальность работы М.А. Миракова в практическом отношении очевидна, поскольку для освоения месторождений полезных ископаемых, связанных с изученными гранитными пегматитами, нужно как можно более полно изучить вещественный (минеральный) состав пород и руд. Это необходимо для правильного выбора целей, методов и объёмов работ при оценке оруденения, уточнения контуров месторождений, разработки технологических схем добычи и обогащения основных типов руд, а также разработки эффективных методов и приёмов утилизации техногенного сырья. Такой системный подход к изучению подобных объектов естественен и актуален.

Положенный в основу работы фактический материал обширен, а методы его исследования разнообразны (электронная микроскопия, рентгеноспектральный анализ, масс-спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы и др.), особое внимание уделено получению реальных цифр содержаний элементов в минералах. Эта часть работы наиболее ценна, поскольку она основана на богатом фактическом материале, не теряющем своего значения – независимо от времени.

В результате проведённых исследований установлены формы нахождения редких элементов в гранитных пегматитах Восточного и Юго-Западного Памира. Получены новые данные об изоморфизме Sc, Nb, Ta, Y, редкоземельных элементов, Sn, Rb и Cs в минералах изученных гранитных пегматитов. Открытие новых минералов бадахшанита-(Y), шахдараита-(Y) и пепроссиита-(Y) пополнило знания о минералогии и геохимии редких элементов. В ходе проведённых исследований разработаны рациональные подходы и методы минералогического изучения пегматитов, начиная от полевых работ и заканчивая лабораторными исследованиями, которые

можно использовать для оценки редкометального оруденения в аналогичных пегматитовых полях других регионов.

Достоверность результатов исследования подтверждается представительностью фактического материала, полученного на натурных объектах и проанализированного современными методами по аттестованным методикам. При определении химического состава минералов микронзондовым анализом в качестве эталонов использовались образцы Смитсоновского института (Вашингтон, США) и фирмы Camesa (Франция), а также синтетические соединения. Основные научные положения диссертации опубликованы в 8 статьях в ведущих рецензируемых (WoS и Scopus) отечественных и зарубежных минералогических журналах (Записки Российского минералогического общества, Новые данные о минералах, Canadian Mineralogist) из перечня ВАК Минобрнауки РФ и в Докладах Академии наук Республики Таджикистан, а также доложены на совещаниях и конференциях различного уровня. В плане защищаемых положений в работе обсуждаются данные, заимствованные из 305 литературных источников.

Все защищаемые положения в основе своей базируются на обширном фактическом материале, полученным автором в ходе полевых работ и лабораторных исследований с помощью современных методов исследования вещества. Прежде всего, необходимо отметить объективное и подробное представление фактического материала, что само по себе имеет большую научную и практическую ценность. Не оставляет сомнения достаточный объём фактических данных и научный уровень их анализа при обосновании достоверности защищаемых положений: они безусловно могут быть приняты.

Первое защищаемое положение относится к выделению новой скандиеносной провинции, которая была выделена на основании изучения минералогии гранитных пегматитах Восточного и Юго-Западного Памира.

Это положение обосновывается детальными минералого-геохимическими исследованиями, в результате которых были изучены и уточнены 3 (из 21 известных) минерала скандия, включая новый минеральный вид (шахдараит-(Y), ScYNb_2O_8), что имеет, наряду с минералами-концентраторами скандия, весьма важное научное и практическое значение, определяя геохимическую специфику изученных пегматитов.

В рамках второго защищаемого положения детально обсуждается иттриевая специализация изученных пегматитов Памира. Особо следует отметить, что в результате проведённых исследований были установлены, детально изучены и утверждены ММА три новых минеральных вида (бадахшанит-(Y), $\text{Y}_2\text{Mn}_4\text{Al}(\text{Si}_2\text{B}_7\text{BeO}_{24})$; шахдараит-(Y), ScYNb_2O_8 ; пепроссиит-(Y), $\text{Ce}_3(\text{Al}_6\text{O}_2)(\text{B}_{11}\text{Si})_{\Sigma 12}\text{O}_{30}$). Это достижение является существенным вкладом не только в минералогию пегматитов Памира, но и в мировую минералогическую науку. Данные по химическому составу, кристаллической структуре и свойствам бадахшанита-(Y); шахдараита-(Y), и пепроссиита-(Y) включены в международные базы данных.

Третье защищаемое положение относится к минералогии олова, которое в процессе формирования минералов в изученных пегматитах проявляет как литофильные, так и халькофильные свойства. Это свойства отражаются в образовании, как собственных минералов олова, так и в составе и свойствах минералов-концентраторов этого элемента, которые обладают повышенной изоморфной и сорбционной ёмкостью по отношению к этому элементу.

Отмеченным выше мы ограничим разбор основных защищаемых положений диссертации. Не оставляет сомнения достаточный объём фактических данных и научный уровень их анализа при обосновании достоверности защищаемых положений.

Результаты исследований и разработанные в диссертации М.А. Миракова положения могут быть успешно использованы в организациях, проводящих геологическое и минералого-геохимическое изучение гранитных пегматитов Памира и других регионов на предмет их практического применения. Полученный материал может быть также использован в курсах лекций по минералогии, геохимии и учения по полезным ископаемым, читаемых на геологических факультетах университетов и других высших учебных заведениях.

Автореферат и ранее опубликованные М.А. Мираковым работы достаточно полно отражают содержание диссертационной работы и существо защищаемых в ней положений.

При общем чрезвычайно благоприятном и убедительном впечатлении, которое производит диссертационная работа, при чтении её возникает ряд небольших вопросов и замечаний.

1. Не очень понятно, какие элементы автор относит к редкоземельным? Цитата: «*В работе рассмотрена минералогия скандия, иттрия, редких земель, ниобия, тантала, олова...*» (стр. 3 автореферата). Кроме того, для характеристики состава минералов автор использует определение «*иттриево-редкоземельная минерализация*» (стр. 6). В то же время из табл. 5.2.1.1 следует, что минералы иттрия отнесены к собственным минералам редкоземельных элементов. В тексте диссертации стоило бы прояснить этот момент, поскольку в настоящее время к редкоземельным элементам принято относить 15 элементов La и Ce–Lu (14 лантанидов). Часто относят также Y, реже Sc.

2. Формула пепроссиита-(Y) $[Y(Al_3O)_{2/3}B_4O_{10}]$ не электронейтральна: $(+21+(-21.33)=-0.33)$. Возможная формула этого минерального вида (с учётом замещения $B^{3+} \leftarrow Si^{4+}$, см. эмп. формулу на стр. 142) – $Y_3(Al_6O_2)(B_{11}Si)_{\Sigma 12}O_{30}$ (?). Аналогично и для пепроссиита-(Ce) $Ce_3(Al_6O_2)(B_{11}Si)_{\Sigma 12}O_{30}$ (?)

3. В табл. 5.2.1.1. для минералов группы пироклора приведена общая формула $(\text{NaCa})(\text{Nb,Ta})_2\text{O}_6(\text{OH,F})$, но это формула минерального вида – гидроксинатропироклора $((\text{NaCa})_{\Sigma 2}\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{OH}))$. Это не очень понятно, поскольку на стр. 162, где детально обсуждается структурный тип пироклора, приведена общая формула минералов этой группы – $\text{A}_2\text{Nb}_2(\text{O,OH})_6\text{Z}$ (см. также табл. 6.1.1.2).

4. Судя по эмпирической формуле эшинита-(Ce) на стр. 104, его формула в табл. 5.2.1.1 $[(\text{Ce,Ca})(\text{Ti,Nb})_2\text{O}_6]$ должна соответствовать формуле $\text{Ce}(\text{TiNb})_{\Sigma 2}\text{O}_6$. Это относится и к формулам на стр. 106: уранополикраз $\text{U}(\text{TiNb})_{\Sigma 2}\text{O}_6$, эвксенит-(Y), $\text{Y}(\text{NbTi})_{\Sigma 2}\text{O}_6$; тантэвксенит-(Y), $\text{Y}(\text{TaTi})_{\Sigma 2}\text{O}_6$; поликраз-(Y), $\text{Y}(\text{TiNb})_{\Sigma 2}\text{O}_6$ и ферсмит, CaNb_2O_6 (см. табл. 6.3.1). Кроме того, из текста непонятно каким минералам отвечают приводимые в табл. 6.3.1 формулы микролита – CaTa_2O_6 (ринерсонит ?) и пироклора – CaNb_2O_6 (ферсмит ?)

Вместе с тем указанные замечания не опровергают ни одно из защищаемых положений и не умаляют значимости диссертационного исследования, а носят уточняющий или рекомендательный характер. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определённым пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена согласно приложениям № 8, 9 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Мираков Мирак Абдурасулович 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 минералогии, доктор геолого-минералогических наук, Институт наук о Земле, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

КРИВОВИЧЕВ Владимир Герасимович

13 мая 2025

Контактные данные:

тел.: +7(812)4285440, e-mail: vkrivovichev@spbu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 04.00.20 – минералогия, кристаллография

Адрес места работы:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Тел.: +7 (812) 3636848; e-mail: ex@spbu.ru

Подпись сотрудника кафедры минералогии Института наук о Земле СПбГУ **В.Г. Кривовичева** удостоверяю:

13.05.2025