

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Прокопьева Ильи Романовича «ПЕТРОГЕНЕЗИС И РУДОНОСНОСТЬ ЩЕЛОЧНЫХ КАРБОНАТИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СИБИРСКОГО КРАТОНА И СКЛАДЧАТОГО ОБРАМЛЕНИЯ»**, представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальностям:

1.6.3. – «Петрология, вулканология», 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»

Диссертационная работа Прокопьева Ильи Романовича посвящена актуальным проблемам происхождения щелочных карбонатитовых комплексов, включая модели их образования — за счет непосредственного выплавления из мантийного источника первичных магнезиокарбонатитовых расплавов, или за счет эволюции карбонат-содержащей силикатной магмы. Отдельный фокус сделан на проблемах происхождения непосредственно карбонатитовых разновидностей пород данных комплексов, несущих редкоземельную минерализацию.

В этой связи в диссертационной работе основной акцент (цель исследования) был сделан на определении физико-химических условий образования и эволюции расплавов и флюидов при становлении различных по генезису и рудоносности щелочных карбонатитовых комплексов, а в качестве объектов исследования были выбраны разновозрастные щелочно-карбонатитовые комплексы Сибирского кратона и его обрамления:

- Палеопротерозойские REE-апатитоносные магнезиокарбонатиты Селигдарского типа на Центральном Алдане, как пример щелочных карбонатитовых комплексов, в генезисе которых принимали участие первичные карбонатитовые расплавы;

- Неопротерозойский REE-редкометалльный щелочно-ультраосновной карбонатит-фоскоритовый массив Арбарастах и пермо-триасовый REE-редкометалльный чадобецкий щелочно-ультраосновной карбонатитовый комплекс на Сибирском кратоне, в генезисе которых принимали участие первичные карбонатно-силикатные расплавы щелочно-ультраосновного состава, типа айлицитов;

- Триасовые F-Ba-REE карбонатиты Верхнекыйдинского массива Центрально-Таймырского региона и однотипные позднемезозойские редкоземельные (Fe-Ba-Sr-F-REE) карбонатиты в Туве (Карасуг и Улатай-Чоза) и Западном Забайкалье (Улан-Удэнское, Халюта и Южное) Центрально-Азиатского пояса, в генезисе которых принимали участие первичные карбонатно-силикатные расплавы щелочно-основного состава.

Актуальность выбранного направления исследования не вызывает сомнений — позиция карбонатитов в сложных щелочных комплексах является предметом научных дискуссий, а роль щелочно-ультрамафических или щелочно-основных расплавов, в том числе таких как айлициты, в настоящее время высоко оценивается в качестве первичных расплавов для крупных провинций щелочного магматизма. *Однако возможно, в тексте автореферата, не хватает общего введения с обоснованием выбора объектов исследования, различающихся как возрастом формирования, так и геологической позицией, включая ключевые вопросы генезиса как самих комплексов / массивов различного генетического типа, так и обзора роли флюидной фазы при формировании редкоземельной / редкоземельно-редкометалльной минерализации на поздних стадиях эволюции этих объектов.*

Фактический материал, методы исследования, личный вклад соискателя, научная новизна и практическая полученных результатов не вызывают сомнения и отражают высокий уровень проведенных исследований.

В автореферате в четырех разделах представлены основные результаты исследования щелочно-карбонатитовых комплексов Сибирского кратона. По результатам были сформированы четыре защищаемых положения, отражающие происхождение карбонатитов и связанной с ними рудной минерализации.

В первом разделе в качестве защищаемого положения предложено, что образование интрузий апатит-доломитовых карбонатитов Селигдарского типа на Центральном Алдане происходило в результате кристаллизации обогащенного Р, Fe и РЗЭ щелочно-карбонатного (магнезиокарбонатитового) расплава, а связанная с ними редкоземельная минерализация сформировалась на гидротермальном этапе при участии щелочно-хлоридных флюидов. Выводы базируются на детальном исследовании первичных и вторичных включений в породообразующих минералах, в первую очередь в фторапатите. Полученные результаты по эволюции магматической системы при формировании карбонатитов и взаимосвязь редкоземельной минерализации с поздними гидротермальными этапами согласуются с предложенными выводами. *Однако предположение о том, что первичные расплавы пород данного комплекса имели магнезиокарбонатитовый состав не раскрыто в полном объеме — наличие включений, диагностирующихся как первичные в фторапатите не обязательно указывают на исходный состав расплава, а могут представлять собой уже более продвинутые порции расплава, с которыми был в равновесии минерал-хозяин включений.*

Второй и третий раздел автореферата посвящены результатам исследования двух крупных щелочных массивов с карбонатитами, для которых предполагается в качестве исходного расплава щелочно-ультраосновные расплавы, типа айликитов: это триасовые породы Чадобецкого комплекса и неопротерозойский массив Арбарастах. По результатам детального исследования петрографии, минералогии пород, а также первичных и вторичных включений в породообразующих минералах было показано, что первичными расплавами для этих комплексов могли служить айликитовые расплавы, а формирование карбонатитовых разновидностей связано с эволюцией этих расплавов и в первую очередь с процессами карбонатно-силикатной несмесимости и дифференциации. Также было наглядно показано разделение накопление полезных рудных компонентов на магматическом и гидротермальных этапах. Полученные результаты и их интерпретация не вызывают сомнений. *Однако процессы несмесимости силикатных и карбонатных расплавов предложены по результатам исследования включений в минералах и наличием в породах карбонатных глобул, что не противоречит общим концепциям развития подобных систем, но может быть локальным результатом эволюции айликитовых расплавов при формировании интрузий. Возможно, что для демонстрации процессов несмесимости двух расплавов нужно было задействовать более детальные минерологические и изотопно-геохимические исследования айликитов и карбонатитов комплексов. Но, вероятно, данные исследования выходят за рамки работы. Также хотелось бы более четкого обоснования того, что ОI-I из айликитов Чадобца является перидотитовым оливином. На наш взгляд, он, скорее, является продуктом метасоматического воздействия айликитового расплава на перидотитовый субстрат.*

В четвертом разделе представлены результаты изучения карбонатитов, связанных с щелочно-базитовым магматизмом, Центрально-Азиатской провинции (~ 140-120 млн. лет) и Центрального Таймыра (~ 246 млн. лет). Было предложено, что рудная Fe-F-Ba-Sr-REE минерализация карбонатитов сформировалась из щелочных рассол-расплавов фторидно-/сульфатно-/хлоридно-/карбонатного состава на магматическом этапе и их производных — водно-солевых флюидов на гидротермальном этапе. Также предложенные выводы базируются на детальном петролого-минералогическом исследовании породообразующих минералов и расплавных включений в них. *Для карбонатитов, связанных с щелочно-базитовым магматизмом, которые в работе представлены широким рядом разновозрастных комплексов, было бы интересно рассмотреть, есть ли существенные различия между Центрально-Таймырскими, разновозрастными с сибирскими траппами, карбонатитами, и карбонатитами Центрально-Азиатской провинции.*

В заключении автореферата были сформулированы основные выводы, которые дают представление как о происхождении карбонатитов изученных комплексов, так и о роли поздних процессов в формировании рудной минерализации.

Таким образом, предложенная к защите работа базируется на объемном фактическом материале, полученным автором в ходе многолетних геологических исследований объектов, исследования проведены на высоком уровне с привлечением современных методов исследования, а защищаемые положения базируются на полученных петрологических результатах и обоснованы в достаточной степени.

Указанные в отзыве замечания и комментарии несут исключительно рекомендательный характер и не подвергают сомнению научную значимость работы.

Нет сомнения, что представленная к защите диссертационная работа Прокопьева И.Р. соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (ПП РФ 842 от 24.09.2013 г.), а соискатель Прокопьев Илья Романович заслуживает присуждения степени доктора геолого-минералогических наук по специальностям 1.6.3. - «Петрология, вулканология», 1.6.10 - «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник,
ФГБУН Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН),
119017, Москва, Старомонетный переулок, 35,
Телефон: +74992308243
e-mail: kargin@igem.ru

30.05.2025 г.

Я, Каргин Алексей Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку, включая размещение на сайте организации, проводящей рассмотрение диссертации.

Каргин А.В.

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник,
ФГБУН Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН),
119017, Москва, Старомонетный переулок, 35,
Телефон: +74992308243
e-mail: nosova@igem.ru

30.05.2025 г.

Я, Носова Анна Андреевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку, включая размещение на сайте организации, проводящей рассмотрение диссертации.

Носова А.А.

