

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии, созданной на базе диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций 24.1.195.02 на базе ФБГУН Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) по диссертационной работе Русак Александры Андреевны «Фазовые отношения и распределение редких элементов между фазами в высокофтористой модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H при высоких ТР-параметрах», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Экспертная комиссия в составе:

1. Доктора геол.-мин. наук, Силантьева Сергея Александровича (ГЕОХИ РАН, председатель комиссии);
2. Академика РАН, доктора геол.-мин. наук, Костицына Юрия Александровича (ГЕОХИ РАН, член комиссии);
3. Доктора хим. наук, Полякова Вениамина Борисовича (ГЕОХИ РАН, член комиссии)

рассмотрела диссертацию Русак Александры Андреевны «Фазовые отношения и распределение редких элементов между фазами в высокофтористой модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H при высоких ТР-параметрах», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Объект исследования – гранитная система, обогащенная водой, фтором и литием, являющаяся модельной для редкометальных гранитов. В качестве рудных компонентов системы были избраны редкоземельные элементы (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu), Sc, Y. Известно, что все перечисленные элементы представляют особый интерес для мирового промышленного производства и используются в радиотехнике, приборостроении, машиностроении, медицине, оптике, электронике, химической промышленности и других областях. Они входят в состав материалов, получаемых в стекольной и керамической промышленности. Поведение лития представляет также большой интерес. Его применение очень обширное, хотя в качестве предмета добычи его концентрации в промышленном отношении не велики. В связи с этим, поднимается вопрос о генезисе и поисках месторождений, которые являются основными накопителями редких и редкоземельных элементов в земной коре. Поэтому, в качестве природных объектов исследования были выбраны три месторождения Восточной Сибири: Улуг-Танзекское, Зашихинское и Катугинское, богатые рудными минералами. Все перечисленные месторождения связаны с редкометальными криолитсодержащими гранитами и обладают минеральными парагенезисами, подобными получаемым в наших экспериментах. Одной из целей работы было провести сопоставление экспериментальных результатов по гранитной системе и данных по вышеназванным природным объектам, с использованием реальных образцов (полученных из коллекции минералогического музея Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ВИМС)).

Результаты исследований – В результате проделанной работы было показано, что при понижении температуры от 800 до 600°C изменяется фазовый состав системы: при 700°C, 1 и 2 кбар происходит частичная кристаллизация солевого расплава с образованием крупных кристаллов алюмофторидов. Подобные криолитовые обособления характерны для криолитсодержащих гранитов.

Остаточный солевой расплав, еще более обогащенный редкоземельными элементами и литием, сохраняется в системе вплоть до 500-600°C. При содержании воды ~ 10 мас. % в системе находился свободный водный флюид.

Кристаллизация силикатного расплава начинается в интервале температур между 700 и 600°C с кварца, к которому присоединяются Li-слюда – полилитийонит и KNa-алюмофториды (криолит, криолитионит). Расплав остается в системе вплоть до 500°C, как переохлажденная фаза. Его состав близок к составу эвтектики F-содержащего гранита.

Коэффициенты разделения REE между щелочно-алюмофторидным солевым и алюмосиликатным расплавами зависят от температуры, давления и содержания летучих (воды) в системе. REE, Y, Sc с понижением температуры накапливаются в остаточном солевом расплаве, имея высокое сродство к фтору и литию.

Экспериментальные данные подтверждают предположения (Когарко, 1967; Граменицкий и др., 2005, Алферьева и др., 2011, Щекина и др., 2013) об образовании криолитсодержащих гранитов на поздних стадиях формирования крупных гранитных массивов в результате отделения от магмы силикатно-солевых расплавов, богатых редкими элементами.

Накопленные в остаточных солевых расплавах редкоземельные элементы могут быть источником для образования соответствующих месторождений.

Полученные данные обосновывают идею формирования крупных тел криолита на редкометальных рудных месторождениях Зашихинское, Улуг-Танзекское, Катугинское и других из солевых, насыщенных фтором расплавов (Щекина и др., 2013), отделяющихся от богатых фтором и литием алюмосиликатных магм на поздних стадиях дифференциации.

Работа имеет научную новизну и практическую значимость.

Впервые получены экспериментальные результаты по фазовым отношениям в Li-содержащей модельной гранитной системе в условиях насыщения водой и фтором при температурах от 400 до 1250°C при давлении 1 кбар в ликвидусной и субликвидусной частях системы. Показано, что при 800°C и 700°C, 1 и 2 кбар в системе проявляются ликвидационные отношения между алюмосиликатным и солевым расплавами. Рассмотрены процессы кристаллизации обоих расплавов, составы главных образующихся фаз, а также поведение редкоземельных элементов и лития при понижении температуры системы вплоть до 500°C и давлении 1 кбар.

Впервые получены экспериментальные результаты по распределению редкоземельных элементов, Y, Sc и Li между двумя фазами: алюмосиликатным и солевым расплавами при 500-800°C и 1 кбар и водным флюидом при 700-800°C и 1, 2 кбар.

Показано, что указанные элементы предпочтительно накапливаются в солевом щелочно-алюмофторидном расплаве, в значительно меньшей концентрации находятся в равновесном алюмосиликатном расплаве и на порядок меньшем содержании – во флюидной фазе. Показано, что литий играет определяющую роль в концентрировании редкоземельных элементов, Y и Sc в солевых расплавах. Проведено сопоставление результатов экспериментов по фазовым отношениям и поведению редких элементов во фторсодержащей гранитной системе с данными по природным криолитсодержащим редкометальным гранитам. Данные подтверждают большое значение солевых щелочно-алюмофторных расплавов в процессе рудоконцентрации.

На основании обобщения литературных данных по редкометальным криолитсодержащим гранитам мира и исследованиям представительных образцов редкометальных месторождений России показано, что изученная экспериментальная гранитная система с фтором, литием и редкими элементами может служить моделью формирования криолитсодержащих редкометальных гранитов.

Основные положения диссертационной работы полно освещены в печати. По теме диссертации опубликовано 3 статьи в рецензируемых научных журналах, индексируемых

в базах Web of Science, Scopus и рекомендованных ВАК Минобразования РФ (K1), и 70 работ, опубликованных в других изданиях, включая сборники и материалы конференций. Содержание автореферата соответствует диссертационной работе.

Комиссия считает, что по содержанию и направленности исследований диссертация «Фазовые отношения и распределение редких элементов между фазами в высокофтористой модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H при высоких ТР-параметрах», представленная Русак Александрой Андреевной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 - «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», соответствует профилю диссертационного совета 24.1.195.02 при ФБГУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) и паспорту специальности 1.6.4. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, отвечает требованиям ВАК и может быть принята в Совет для защиты на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 - «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Комиссия рекомендует Совету:

- 1) принять к защите диссертацию Русак Александры Андреевны «Фазовые отношения и распределение редких элементов между фазами в высокофтористой модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H при высоких ТР-параметрах», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 - Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых;
- 2) назначить в качестве официальных оппонентов следующих специалистов:
Баданину (Сырицу) Людмилу Федоровну, доктора геолого-минералогических наук, профессора кафедры геохимии института наук о Земле (ИНоЗ) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ);
Редькина Александра Федоровича, кандидата химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории моделей рудных месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экспериментальной минералогии имени академика Д.С. Коржинского Российской академии наук (ИЭМ РАН);
- 3) назначить в качестве ведущей организации Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН).

Выбор оппонентов обоснован тем, что они являются известными специалистами в области геохимии и экспериментальной геохимии, и в том числе, в области фторсодержащих гранитоидных систем. Все оппоненты являются авторами большого числа публикаций, соответствующих тематике диссертационной работы и опубликованных в ведущих российских и международных изданиях.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что в ней работают высококвалифицированные специалисты в области геохимии рудных и редкометальных месторождений. Регулярно выходят статьи в ведущих журналах, соответствующие тематике диссертационной работы.

Председатель комиссии:

Члены комиссии:

Силантьев С.А.
Костицын Ю.А.
Поляков В.Б.

« 11 » октября 2024 г.

Силантьев Сергей Александрович
Костицын Юрий Александрович

Подпись

удостоверен

Директор Института

ГЕОХИ РАН