

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института экспериментальной

Минералогии РАН

Член-корр. РАН

Б. ШАПОВАЛОВ

9 2017 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного унитарного предприятия науки «Институт экспериментальной минералогии РАН» о диссертации Поповой Юлии Анатольевны «Геохимическая модель поведения лантаноидов при формировании вольфрамитовых месторождений» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности: 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

1. Актуальность работы.

Использование геохимических реперов (в том числе соотношений редкоземельных элементов) для оценки генезиса природных объектов и условий их эволюции в последние годы становится все более и более популярным. Развитие метода сдерживают аналитические возможности (необходимы методики количественного анализа малых элементов) и отсутствие термодинамических данных, позволяющих провести оценки межфазового распределения микроэлементов. На настоящий момент данные о поведении редкоземельных элементов в процессах гидротермального минералогенезиса практически отсутствуют. Необходимость получения количественных данных о распределении редкоземельных элементов в системах минерал – флюид при параметрах гидротермальных процессов определяет актуальность представленной диссертационной работы Ю.А.Поповой. Кроме того, примененный автором комплекс современных аналитических, геохимических и экспериментальных методов для определения генезиса гидротермальных флюидов в процессе образования вольфрамитовых месторождений так же подчеркивает актуальность работы диссертанта.

2. Цели и задачи работы.

Целью диссертационной работы является количественная оценка возможности использования содержаний редкоземельных элементов в различных фазах в качестве геохимического индикатора условий минералогенеза вольфрамитовых месторождений (выявления главных факторов рудообразования, происхождения и эволюции минералообразующих флюидов).

Для достижения этой цели в работе были решены следующие задачи:

- разработка и опробование комплекса аналитических методов для оценки содержания редкоземельных элементов в минералах и флюидах (с применением современных аналитических методик);
- экспериментальное исследование межфазовых коэффициентов распределения редкоземельных элементов в системах минерал – флюид при параметрах гидротермального процесса;
- количественное определение содержаний редкоземельных элементов в горных породах, минералах и в минералообразующем флюиде (методом анализа водных вытяжек из кварца);
- оценка коэффициентов распределения и расчет концентрации и соотношений редкоземельных элементов в минералообразующем флюиде;
- разработка физико-химической модели процесса рудогенеза для вольфрамитовых месторождений Иультин и Светлое;
- сопоставление термодинамической модели рудогенеза и данных по содержанию лантаноидов в минералах и растворах в процессе рудогенеза.

Следует отметить хорошее соответствие цели исследований, сформулированных задач и методов изучения. Возможность применения геохимических индикаторов безусловно способствует разработке адекватных моделей рудогенеза – в данном случае для олово-вольфрамовых месторождений.

3. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяется тем, что для понимания процессов образования олово-вольфрамовых месторождений разработаны методы и подходы, позволившие впервые изучить распределение редкоземельных элементов в породах, минералах и в водных растворах, используя новейшие аналитические методики.

Полученные данные позволили количественно оценить эволюцию гидротермального раствора и выявить его источник. На основании экспериментальных данных по равновесиям минерал-флюид и методики термодинамического моделирования впервые построена количественная физико-химическая модель формирования вольфрамовых руд для месторождений Иультин и Светлое, учитывающее поведение редкоземельных элементов. Межфазовое распределение редкоземельных элементов является индикатором, позволяющим корректировать термодинамическую модель. Полученные диссертантом данные безусловно будут способствовать разработке количественных моделей рудогенеза с использованием геохимических реперов и для других месторождений рудных полезных ископаемых.

4. Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов. Полученные автором результаты имеют большое значение для геохимических исследований. Показано, что использование геохимических индикаторов (содержаний редкоземельных элементов в различных фазах: породах, минералах и флюидах) позволяет количественно оценить составы постмагматических флюидов, транспортирующих рудное вещество. Кроме того, геохимические индикаторы позволяют определить тип геохимического барьера, который и вызывает рудоотложение (например – смешение эндогенного рудонесущего раствора с экзогенным). Информация о межфазовом распределении редкоземельных элементов (полученная как путем экспериментальных исследований равновесий минерал-флюид, так и по данным изучения природных

объектов) дает нам физико-химические данные и граничные условия, позволяющие отстроить количественную термодинамическую модель процесса рудогенеза. Изложенные в диссертации методики и подходы могут быть использованы для анализа поведения редкоземельных элементов при образовании различных гидротермальных месторождений рудных полезных ископаемых.

5. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений определяется большой выборкой образцов, отбирившихся на ряде объектов в разное время и с большой детальностью, и сопоставлением полученных результатов с уже имеющимися данными (в тех случаях, когда это было возможно). Для анализов образцов были использованы как традиционные методы, так и современные масс-спектрометрические методы с использованием новейшей масс-спектрометрической аппаратуры (ICP-AES, ICP-MS и др.). Полученные экспериментальные результаты эффективно дополняют имеющийся массив данных и позволяют выполнить определенные теоретические обобщения. Термодинамическая модель минералогенеза подтверждается данными по межфазовому распределению редкоземельных элементов для ряда природных объектов (Sn-W месторождения Иультин и Светлое).

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по оформлению. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы, включающего 92 наименования, и 14 приложений. Текст изложен на 112 страницах, хорошо иллюстрирован рисунками и содержит 14 таблиц. Текст диссертации обладает внутренним единством. Во введении содержится необходимое обоснование актуальности выбранной темы, новизны полученных результатов, объема и обстоятельств выполнения работы, обозначен личный вклад автора, сведения об апробации работы.

Первая глава посвящена геологическому описанию объектов исследования: олово-вольфрамовым месторождениям Чукотки (Иультин и Светлое) и вольфрамовому месторождению Сокоининскому (Восточное Забайкалье). Подробно описаны геологические, структуры, возраст и процессы образования этих месторождений. Представлены парагенетические ассоциации до рудных, рудных и пострудных стадий процесса. Приведены оценки ТР- параметров рудообразующих процессов. К сожалению из работы неясны методы оценки ТР- параметров процессов минерало- и рудогенеза.

Во второй главе описываются методы исследования составов минералов и флюидных включений. Подробно описываются методы пробоподготовки образцов пород и различных минеральных фаз для анализа методом ИСП-МС, часть методов является оригинальными. Подробно описан метод водных вытяжек из кварца для определения содержания редкоземельных элементов во флюидных включениях. Данная методическая глава производит очень хорошее впечатление. В качестве замечания следует отметить, что метод водных вытяжек дает усредненные значения для всех генераций флюидных включений. Кроме того, адекватность составов водных вытяжек и флюида экспериментально доказана только для условий гомогенного состояния флюида. При гетерогенизации состав водных вытяжек не отражает состав гидротермального раствора (Котельникова, 2001).

В третьей главе излагаются результаты экспериментальных исследований межфазового распределения редкоземельных элементов в системах минерал- флюид. Опыты проводили при температуре 350 С и давлении насыщенных паров воды. Опыты проводили по автоклавной методике. Подробно описаны методы отбора проб раствора и твердых продуктов опытов. Приводятся данные о распределении редкоземельных элементов в системах флюорит – раствор, и шеелит – раствор. Постановка опытов хорошо продумана, осуществлен метод подхода к равновесию с двух сторон. Качество полученных данных не вызывает сомнений. В качестве замечаний: (1) не обоснован выбор параметров опытов – почему опыты проводили при температуре 350°С? Это связано с условиями минералогенеза на изученных месторождениях? (2) Почему в качестве реперных выбраны данные достаточно старой работы (Raimbault,1985)? На мой взгляд, современные методики экспериментов и методики анализов, использованные автором диссертационной работы более достоверны, чем данные работы (Raimbault,1985), а экспериментальные результаты, полученные Ю.А.Поповой вполне могут быть использованы для построения физико-химической модели процесса распределения редкоземельных элементов в системе минерал – раствор.

В четвертой главе приводятся данные о содержании редкоземельных элементов в породах, минералах олово-вольфрамовых месторождений Иультин, Светлое и Спокойнинское. В этой главе автор приводит составы вольфрамитов из рудных зон месторождений, отмечая типоморфные особенности их состава. Анализы рудных элементов выполнены микрозондовым анализом. Описаны изменения составов вольфрамита в зависимости от последовательности процессов рудогенеза. Методом ИСП-МС изучено содержание редкоземельных элементов в изученных объектах (горные породы и рудные минералы). Показано, что различные стадии процесса рудогенеза характеризуются изменением концентрации редкоземельных элементов в минеральных фазах, а также характером кривых распределения элементов редких земель в изученных объектах. Эти данные подчеркивают применимость использования редкоземельных элементов в качестве геохимического индикатора процессов минерало- и рудогенеза.

В пятой главе, на основе опытных данных о распределении элементов редких земель в системах минерал – флюид проводится реконструкция составов минералообразующих флюидов изученных месторождений. Показан сложный характер эволюции составов гидротермальных флюидов. Показано, что на месторождениях Иультин и Светлое, развитие процессов минералогенеза сопровождалось изменением содержания редкоземельных элементов во флюиде. Так по комплексу полученных данных делается вывод, что на гидротермальном этапе формирования месторождений в начале процесса преобладал магматогенный флюид. Продуктивная стадия характеризовалась смешением магматогенного и экзогенного флюидов. Пострудные процессы свидетельствуют о значительном преобладании экзогенного флюида.

Шестая глава посвящена расчету термодинамической модели для описания поведения гидротермального флюида в процессе образования вольфрамитовых месторождений. В принципе, в рамках принятых граничных условий, автором диссертации разработана вполне адекватная термодинамическая модель эволюции гидротермального флюида. Для контроля правильности применения модели используются геохимические индикаторы процесса (межфазовое распределение редкоземельных элементов). Данная модель

количественно соответствует распределению лантаноидов в вольфрамитовых м-ях Светлое, что подтверждает ее правильность. Содержания 4-6 глав диссертации полностью обосновывают защищаемые положения. Приложения включают результаты всех оригинальных анализов. Текст диссертации полностью оригинален, все ссылки на литературные источники оформлены в соответствии с правилами. Использование данных других авторов во всех случаях должным образом обсуждается и содержит ссылки на источники. Диссертация написана хорошим языком, содержит необходимые иллюстрации, оформлена в соответствии с правилами ВАК.

7. Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Автореферат полностью соответствует тексту диссертации, в нем приводятся основные результаты, обосновывающие защищаемые положения.

8. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати. По результатам работы Ю.А.Поповой было опубликовано 18 работ. Основные результаты изложены в журналах «Геохимия», «Mineralogical Magazine» всего 6 статей в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. N 793 (зарегистрирован Минюстом России 25 августа 2014 г., регистрационный No 33863), с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 03 июня 2015 г. N 560 (зарегистрирован Минюстом России 18 июня 2015 г., регистрационный No 37697). Кроме того, результаты диссертационной работы представлены в 12 тезисах отечественных и зарубежных научных конференций.

9. Вывод: диссертация Юлии Анатольевны Поповой является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи применения геохимических реперов для оценок условий поведения минералообразующих флюидов в процессах рудогенеза, имеющей существенное значение для понимания геохимии формирования олово-вольфрамовых рудных месторождений, что соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. No 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности: 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Отзыв составил доктор геолого-минералогических наук, заведующий лаб. Радиозкологии ИЭМ РАН Котельников Алексей Рэдович. Диссертация и отзыв рассмотрены, и отзыв утвержден на заседании Ученого Совета ИЭМ РАН от 23 января 2017 года.

23.01.2017

Отзыв на диссертацию

24.01.2017

С отзывом ознакомлена 24.01.2017