

## Отзыв

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук (специальность 25.00.09 – геохимия, геохимические методы) М.Е. Тарнопольской «Экспериментальное исследование устойчивости фторидных комплексов в гидротермальных растворах»

Диссертация М.Е. Тарнопольской посвящена проблеме определения устойчивости фторидных комплексов некоторых элементов при повышенных температурах в гидротермальных растворах. В ходе работы автором разработана методика определения устойчивости фторидных комплексов при увеличении растворимости флюорита в кислых растворах при повышении концентрации бора, железа (III), галлия, циркония и гафния. Также применён программный продукт для расчёта теоретических значений и проведено сравнение экспериментальных и теоретических результатов. Автором оценена возможность переноса указанных элементов гидротермальными растворами. Полученные результаты имеют важное практическое применение: термодинамические константы устойчивости фторидных комплексов В, Fe (III), Ga, Zr, Hf при повышенных температурах могут быть использованы для решения широкого круга фундаментальных и прикладных исследований в области геохимии, химической технологии и создания новых материалов.

В работе автор использует лично разработанную методику и сравнивает результаты с теоретическими значениями, рассчитанными в программном продукте OptimA, которая определяет свободную энергию Гиббса частиц в водном растворе по экспериментальным данным и оценивает их точность. Решение прямой термодинамической задачи расчёта химических равновесий в водных растворах выполняется с помощью пакета HCh. Данный подход позволяет интерполировать полученные результаты и использовать константы для теоретического расчёта значений при других температурах. В частности, данный метод продемонстрирован для фторидного комплекса железа (III), для которого не было возможности определить константы устойчивости при высоких температурах. Полученные результаты имеют высокую научную ценность и могут быть использованы для пополнения термодинамической базы данных Unitherm.

Можно отметить несколько замечаний к работе:

1. На графиках в разделе 3 не указаны погрешности измерений. В результате сложно сделать вывод, насколько отклонение экспериментальных результатов от расчётных объясняется точностью проведения измерений, или данные отличия непосредственно связаны с особенностями исследуемых соединений.

2. В работе растворимость различных комплексов исследовалась при различных температурах. Так, нижняя температура для фторидного комплекса бора составила 81°C, для комплексов железа и галлия – 86°C, циркония – 90°C, а гафния – 100°C. Другие температуры также различались. Однако обоснование выбора конкретных температур в работе не приведено. Если предполагать наличие всех этих комплексов в одном растворе, то сравнение устойчивости комплексов и определение преобладающих, наиболее устойчивых фторидных комплексов затруднено. В то же время, интерполяция полученных значений с помощью программного продукта OptimA позволит оценить устойчивость фторидных комплексов всех исследуемых соединений при одинаковой температуре.

В целом диссертационная работа М.Е. Тарнопольской выполнена на высоком уровне, основные научные выводы и практические результаты в должной степени обоснованы и отображают личный вклад автора в решение фундаментальной проблемы - роли фторидных комплексов в переносе бора, железа (III), галлия, циркония и гафния в гидротермальных растворах. Указанные замечания не снижают научной значимости работы. Выполненная диссертационная работа характеризует соискателя как сложившегося исследователя, способного к решению сложных геологических задач. Мария Евгеньевна Тарнопольская заслуживает присвоения ей степени кандидата геолого-минералогических наук.

К.х.н., старший научный сотрудник  
кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых  
геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Калмыков А.Г.

22.05.2019

Я, Калмыков Антон Георгиевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.