

## ОТЗЫВ

официального оппонента  
на диссертационную работу Ощепковой Анастасии Владимировны  
«Физико-химическое моделирование минерального состава озерных осадков Байкальской  
рифтовой зоны», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы  
поисков полезных ископаемых

**Актуальность работы.** Диссертационная работа Ощепковой А.В. посвящена разработке методики расчета минерального состава озерных отложений по данным химического анализа с последующей интерпретацией данных для построения палеоклиматических реконструкций. Комплексное исследование озерных отложений в качестве непрерывных природных архивов действительно является актуальным направлением в современных науках о Земле. Особое место здесь занимают работы, ведущиеся в Байкальской рифтовой зоне, прежде всего в рамках крупных международных проектов «Байкал-бурение» и «Хубсугул-бурение», их значение трудно переоценить. Представленная диссертация продолжает данный цикл исследований, однако важно отметить, что количественная оценка минералогии озерных осадков не самоцель, работа направлена на выявление принципиальных отличий кристаллохимических свойств, глинистых минералов, накопленных в ледниковые и межледниковые периоды.

**Фактическим материалом** для написания работы являются данные химического анализа донных осадков озер Байкал, Хубсугул, Баунт и Баргузинской впадины. Большая часть материалов получены предыдущими исследователями в проектах «Байкал-бурение» и «Хубсугул-бурение». **Личный вклад автора** состоит из обработки и применения многочисленных разрозненных данных.

**Введение** к диссертации содержит общую характеристику проведенного исследования, насколько данное направление исследований востребовано в современной геохимии палеоэкологии.

**Структура и объем работы.** Представленная на оппонирование работа состоит из введения, четырех глав и заключения.

**Научная новизна работы** заключается в разработке экспрессного метода расчета термодинамических свойств и кристаллохимических формул смешаннослойных алюмосиликатов. Особое значение имеет то обстоятельство, что вычисленные стехиометрические формулы могут использоваться при изучении других осадочных разрезов в палеоклиматических реконструкциях.

Отметим, что сама идея использовать химические потенциалы независимых компонентов для расчета термодинамических свойств высказана профессором

И.К.Карповым еще в конце 70-х годов прошлого века. Однако её успешная реализация для модели твердых растворов выполнена соискателем самостоятельно недавно.

Введен новый параметр – коэффициент обломочности, который позволяет сравнивать данные, полученные различными методами анализа минерального состава.

**В первой главе** проведен литературный обзор исследований геологического строения Байкальской рифтовой зоны. Выделены основные этапы развития региона. Детально описан вещественный состав пород, слагающих водосборный бассейн. Это позволяет установить основной источник сноса – гранитные разновозрастные породы, и установить основные минеральные ассоциации, сносимые водотоками в донные отложения озер. Подробное описание объектов исследования – донных осадков из разных скважин с различных точек бурения, дают представления об особенностях осадконакопления, немаловажных при проведении палеоклиматических реконструкций.

В целом этот раздел отвечает требованиям, предъявляемым к научным обзорам, поскольку дает ясное представление о принципиальных геолого-геохимических различиях районов, в которых проводились исследования.

**Вторая глава** дает ясное представление о степени изученности донных осадков Байкальской рифтовой зоны. Рассмотрены донные озерные отложения с точки зрения климатических записей. По литературным источникам проведена реконструкция основных климатических и геологических событий в регионе за 8 млн лет, и затем описано, как эти события отразились на составе озерных отложений. По данным предыдущих исследователей установлено важное значение глинистых минералов при интерпретации геологических и климатических событий. Определена основная проблема – сложность корреляции данных математического расчета минерального состава с данными рентгенофазового анализа. Данные, представленные в этом разделе, позволили надежно и согласованно с распределением слоистых силикатов в разрезах охарактеризовать литологическое строение осадочной толщи озера. По итогам первых двух глав подтверждается первое защищаемое положение: «химические особенности ассоциаций слоистых силикатов, накопленных в донных отложениях, позволяют определить преобладающие условия выветривания в водосборном бассейне, поскольку их состав существенно изменяется в теплые и холодные климатические эпизоды».

**Третья глава** посвящена обзору методик моделирования и особенностям расчета стехиометрических формул и термодинамических свойств слоистых алюмосиликатов. Описание теоретических и методических подходов физико-химического моделирования позволяет читателю, не знакомому с программой «Селектор», получить представление о проведенных расчетах. В главе доказывается второе защищаемое положение –

«разработанная физико-химическая модель донных отложений позволяет на основе общего химического состава рассчитывать сводные стехиометрические формулы полевых шпатов, хлоритов и иллит-сметитов и их термодинамические свойства». Часть информации дана в инструктивной форме и может быть использована, как методическое пособие по обработки полученных данных методами термодинамического моделирования.

Основные результаты расчетов и их интерпретация представлены в **четвертой главе**. Автором предложен новый инструмент оценки климатических изменений – коэффициент обломочности. Это соотношение количества различных по генезису групп слоистых силикатов – хлорита и мусковита к иллиту и иллит-сметиту. Этот параметр позволяет нивелировать погрешности расчета и экспрессно оценивать тенденции изменения климата и условий выветривания. Коэффициент обломочности рассчитан для всех изучаемых разрезов, полученные данные сопоставлены с данными анализов биогенного кремнезема и пыльцевых спектров и показывают хорошую сходимость, что доказывает третье защищаемое положение: «коэффициент обломочности – частное от суммы обломочных минералов (мусковит, хлорит, индикаторов холодного климата) к сумме аутигенных глинистых минералов (иллит и смектит, показателей теплого климата) является чувствительным индикатором вариаций природной среды».

Наиболее значимый результат работы – это сопоставление минерального состава донных осадков с другими палеоклиматическими маркерами. В результате удалось выявить региональные минералогические индикаторы изменения климата.

В заключении диссертации выделены основные закономерности влияния климата на минеральный состав осадков.

Список использованной литературы представительный, включает работы российских и зарубежных исследователей.

**Замечания.** Несмотря на несомненную новизну и эффективность метода расчета термодинамических свойств и кристаллохимических формул, Анастасии Владимировне следует учесть ряд особенностей данного подхода, которые остались за рамками диссертационной работы.

Во-первых, химико-аналитические данные описывают сравнительно глубокие разрезы, в которых температура и давление существенно меняется, тем не менее, расчет минерального состава выполняется при одной и той же температуре. Возможно, что масштабы изменения  $P$ Т – условий не оказывают существенного воздействия на минеральный состав, однако при расчете количества  $H_2O$  по п.п.п. (потери при прокаливании) изменение этих параметров следует учитывать.

Во-вторых, полевые шпаты, поступающие в донные отложения в малоизмененном виде, формируются в условиях высоких температур и давлений. Тем не менее, в термодинамических расчетах они равновесны со смешаннослойными алюмосиликатами. Это возможно, но только при условии точного определения количества структурно-связанной воды, входящей в кристаллическую структуру минералов. Точность проведенных расчетов была бы более надежно обоснованна, если для отдельных проб определение количества  $H_2O$  было выполнено не расчетным, а аналитическим путем.

В-третьих, попытка представить валовый химический состав с помощью ограниченного числа твердых растворов, напоминает «прокрустово ложе», когда великана пытаются уложить на короткую кровать. Необходимо в более строгой математической форме изложить последовательность подготовки химического состава к расчетам. Обосновать, по каким причинам и каким образом исключаются из расчетов такие элементы, как сера, органический углерод, марганец, фосфор, поскольку железомарганцевые конкреции в байкальских осадках встречаются, а это может оказать существенное влияние на расчетное содержание хлоритов.

Сделанные замечания не умаляют несомненных достоинств выполненного исследования. В диссертации на авторском материале достаточно полно исследованы минеральный состав донных отложений озер Байкал, Хубсугул, Баунт. Учтены данные предыдущих исследователей, построены теоретические модели определения минерального состава. Достоверность полученных результатов обоснована применением современных аналитических методов и подтверждена высокорейтинговыми публикациями и сообщениями на Российских и зарубежных совещаниях. Содержание работы изложено грамотным понятным языком. Защищаемые положения хорошо обоснованы.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает основные ее положения.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная к защите работа «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ОЗЕРНЫХ ОСАДКОВ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ» является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – Ощепкова Анастасия Владимировна, заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент  
Леонова Галина Александровна,  
доктор геолого-минералогических наук  
ведущий научный сотрудник Лаборатории  
геохимии благородных и редких элементов  
и экогеохимии Института геологии и  
минералогии им. В.С. Соболева Сибирского  
отделения Российской Академии наук,

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт геологии  
и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,  
Адрес: 630090, Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 3,  
Тел.: +7(383) 333-23-07  
E-mail: leonova@igm.nsc.ru

Я, Леонова Г.А., даю согласие на включение своих персональных данных в  
документы, связанные с работой диссертационного совета Д 003.059.01, и их дальнейшую  
обработку.

12 ноября 2018 г.

Леонова Галина Александровна

Подпись Леоновой Г.А. удостоверяю  
ученый секретарь Ученого Совета  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт геологии  
и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН



Д.А. Самданов