

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации Мазухиной Светланы Ивановны

"Эволюция природных и антропогенных систем Арктической зоны Российской Федерации в результате воздействия горнопромышленного производства: реконструкция, прогноз, способы защиты (на примере Кольского полуострова)", представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 Геоэкология

Актуальность представленной работы, как и других работ по данному направлению, не вызывает сомнения. Тем более, если они сделаны с применением количественных методов исследования сложных систем. В настоящее время докторские работы по геологическим направлениям такого типа должны всячески приветствоваться.

#### Положительными сторонами работы являются:

Использование термодинамического моделирования для решения проблем формирования и трансформации составов подземных и поверхностных вод.

Исследование процесса выветривания хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд с доказательством формирования восстановительных условий, что приводит к повышению миграционной способности ряда металлов.

Технологическая схема послышной очистки сточных вод с селективным осаждением металлов, на что у автора есть патент.

Раздел посвященный термодинамическому моделированию в режиме неопределенности. Можно спорить о терминологии, но исследование влияния погрешностей не результат в виде отдельного раздела достаточно интересен.

Исследование геохимических барьеров при решении экологических и технологических задач.

---

При прочтении автореферата, естественно, возникает ряд вопросов к автору, защищающемуся по специальности Геоэкология.

Название работы предполагает разработку научных положений для огромной по площади Арктической зоны РФ, в то же время в качестве примера используется часть Кольского полуострова, не имеющего мощнейшего фактора основной площади этой зоны – сплошной многолетней мерзлоты. Островная мерзлота полуострова в работе никак не рассматривается, температуры сред используемых в исследования вполне

положительные. Мне представляется, что такое название излишним приданием значимости своей работе. В ней вполне хватает содержания.

Основой работы является численное моделирование термодинамических равновесий в природной/антропогенной системе "вода-порода-атмосфера-углерод". Несколько странное название, возможно автор хотел углеродом обозначить органическое вещество. К сожалению, более-менее конкретную характеристику системы можно найти только на с. 13, остальное надо собирать по тексту. В наборе независимых компонентов присутствуют 3 инертных газа, это заинтересовывает, но нигде не сказано зачем они нужны. Кроме того в системе и во всем тексте отсутствует обменных комплекс пород. Если для относительно стабильных природных вод это можно опустить, то для различных прогнозных и эпигнозных задач загрязнения на первые десятки лет это крайне необходимо, часто ионный обмен является основным в трансформациях составов подземных вод. Но объяснений этому нет.

Рассматривая влияние "углерода" автор использует ацетатные комплексы (с. 6, с. 23, с. 24, с. 26-27, с. 41). Другие соединения углерода в тексте не фигурируют. Называются они, почему-то, метастабильными соединениями (с. 6, с. 41). Тогда все комплексные ионы и молекулы тоже метастабильны. Но при наличии органических веществ в речных и подземных водах на подвижность металлов влияют комплексы с фульвокислотами, обычно более устойчивые и повышающие миграционные свойства металлов. Про них автор ничего не говорит. Кроме того, давно показано, что в подземных и, особенно, в поверхностных водах существуют коллоидные формы переноса. Автор их так же не учитывает в работе (этого нет и в тексте диссертации). В то же время сверхкраткое описание системы в виде перечислений содержит около полутора тысяч веществ. Возникает вопрос – как формировалась система? Просто по имеющейся базе термодинамических параметров? Или, все-таки, были причины, надо было учесть какие-то реакции, и все 111 жидких углеводородов существуют или могут существовать на рассматриваемом объекте. Как и 390 "твердых фаз, органических и минеральных веществ" (с. 13). В чем различие твердых фаз и минеральных веществ? Судя по тексту это что-то разное. К сожалению, и в основной работе этого нет.

Несколько странным является формулировка размеров системы. Из каких соображений взято соотношение Ж:Т (1000 кг воды и 100 г породы)? Почему в системе открытой к атмосфере состав воздуха задается в килограммах? Если система открыта, то используется постоянство парциального давления газов, составляющих систему – это



понятно обычному читателю. Задачи ГЕОэкологические, а не химической технологии.

Основное содержание главы 2, посвященной формированию природных вод, состоит в создании корректной модели, соответствующей известным результатам опробований (мониторинг и др.). Эта модель должна являться основой для исследования трансформаций составов природных вод. Однако, результаты приведенные на рис. 1, имеют странную тенденция завышения всех концентрация модели относительно природных. Концентрация ионов водорода вообще на порядок больше. Это свидетельствует о дефекте формирования системы. Почему не приведены результаты более тщательного моделирования, или их нет?

По всей работе активно проходит степень взаимодействия, но нигде не объясняется что это такое и почему она является пространственно временной координатой (с. 16, последний абзац) – все-таки, эта работа предназначена широкому кругу геологов. Возможно, это степень протекания реакции по Хельгесону? Этот прием хорош при равновесном термодинамическом моделировании, но нуждается в четком обосновании на основе давно развитой теории миграции, например, подземных вод. Она строится на четких уравнениях баланса массы при движении воды (многокомпонентного раствора) в мультифазных породах. И из нее можно получить обоснование применяемого показателя. В настоящее время, и уже достаточно давно, существуют программы моделирования миграции с химическими реакциями внутрифазного и межфазного взаимодействия (PH3D, Tough2, например).

В автореферате встречаются фамилии ученых внесших тот или иной вклад в развитие данного направления. Создается впечатление, что это проблемой занимаются только в нашей стране. Обширный список литературы (диссертация) содержит 375 наименований. Из них только 27 работ иностранных авторов, преимущественно конца прошлого века. Отсюда вывод об отсутствии интереса в проблемам Арктической зоны и воздействия горнопромышленного производства на природную среду в мире. Отсутствует интерес и к моделированию миграции вод с учетом всех протекающих при этом процессов. К сожалению, это не так, и имеется достаточное количество публикаций, хотя бы по моделированию, являющемуся основой диссертации.

Однако, совершенно очевидно, что к работе посвященной сложному процессу трансформации состава природной воды с практическим выходом в технологии очистки

