

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Эповой Екатерины Сергеевны «Геоэкологические аспекты поведения химических элементов в условиях криогенной зоны окисления на примере Удоканского месторождения (Восточное Забайкалье)» представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)

Одно из крупнейших в стране и мире по запасам меди Удоканское месторождение находится в зоне распространения вечной мерзлоты в сейсмоопасном районе. Безусловно, что его разработка позволит дать стимул в развитии горно-металлургической промышленности и прочих отраслей экономики Дальнего Востока и Сибири. Однако интенсификация разработки недр северных месторождений при слабой изученности геохимических процессов при низких температурах грозит синхронной деградацией криолитозоны за счет воздействия антропогенного фактора. Это определяет актуальность исследований, изложенных в диссертационной работе Е.С. Эповой.

Цель исследования и основные задачи сформулированы автором точно (стр. 4). Действительно, развитие зон окисления сульфидных месторождений в условиях криогенеза имеет свои особенности в характере водной миграции, перераспределения и образования различных минеральных форм редких и петрогенных элементов. Отрицательные температуры зоны гипергенеза способствуют устойчивому существованию высококонцентрированных рассолов, незамерзающих водных плёнок, смесей льда и кристаллогидратов. Все это было учтено при постановке экспериментов и в соответствии с формулой специальности 25.00.36 дана геоэкологическая интерпретация полученных данных.

Работа основана на большом фактическом материале. В основу положены изученные коллекции руд и пород, отобранные во время полевых сезонов, результаты экспериментальных исследований (проведено 456 экспериментов в соавторстве с коллегами, а лично автором 216), аналитических измерений, обработка результатов методами математической статистики. Материал изложен на 129 страницах текста, сопровождается 41 рисунком, 15 таблицами и списком литературы из 159 наименований. Достоверность полученных выводов не вызывает сомнений. В настоящее время, когда остро стоят вопросы об охране окружающей среды, необходимости рекультивации нарушенных территорий, работа Е.С. Эповой будет востребована в качестве информационного ресурса для специалистов, работающих в рамках различных аспектов проблем техногенеза.

На защиту Е.С. Эповой выносятся три защищаемых положения. Первое – дифференциация подвижности разных групп элементов в сернокислых растворах в условиях низких температур. Формулировка положения сделана в виде утверждения, т.е. вывода из проделанной работы, что очень правильно. Выделена группа активных криогенных мигрантов, четко обозначено их нахождение в периодической системе Менделеева – это Cu, Ag (I группа), Ti, Zr, Pb (IV группа), гидролизант Al и анионоген P.

Нельзя не согласиться с автором, что это открывает новые перспективы исследования миграционных свойств элементов в условиях многолетнемерзлых пород. В дальнейшем, конечно, предстоит ответить на вопрос: «Почему именно эти элементы отличаются повышенной миграционной способностью в условиях криоминералогенеза»? В связи с последним, возникает вопрос: использовались ли как-то данные физико-химического моделирования из диссертации Еремина О.В. (2004)? Им была рассмотрена термодинамическая модель возможных процессов окисления сульфидов меди Удокана, расчёты проводились с использованием программного комплекса «Селектор». Тем более, что в соавторстве с О.В. Ереминым у соискателя имеются тезисы о применении методов кластерного анализа.

Второе защищаемое положение связано с определением главного фактора, стимулирующего окислительное выщелачивание. Как следует из формулировки - это объем незамерзающего раствора, зависящий от исходной кислотности и температуры. Но в автореферате и диссертации сама же автор пишет: «Наиболее значимым фактором.... является исходная кислотность, определяющая объем реактивного незамерзающего раствора». Все-таки что первично? По мнению оппонента, второе защищаемое положение нужно было сделать первым. Тогда бы сразу обозначились переменные параметры экспериментов (температура, кислотность, отношение т/ж и т.д.), более выпукло прозвучал столь важный «коэффициент криогенного концентрирования растворов». По этой части работы следующие вопросы:

1 – почему для выщелачивания руд применялись только сернокислые растворы (рН 0.6, 1, 2, 3), но не было проведено экспериментов с дистиллированной водой? Я понимаю, что сульфатные растворы повсеместно заполняют трещины и поры в мерзлых породах и льду, их миграция приводит к дальнейшему развитию процессов химического выветривания. Но ведь это именно “дальнейшее” развитие... Автор записывает реакции (4-5) именно как взаимодействие с водой в присутствии кислорода:



2 - исходя из записи реакций опять же (4-5), почему снижение рН растворов (увеличение кислотности) способствует растворимости сульфидов, главный из которых на Удоканском месторождении халькозин? Согласно принципу Ле-Шателье, при повышении концентрации одного из продуктов реакции (H^+ , SO_4^{2-}) равновесие сдвигается в направлении образования исходных веществ.

В третьем защищаемом положении Е.С. Эпова утверждает, что методами экспериментального моделирования оценены возможные геоэкологические последствия отработки Удоканского медного месторождения. По сути, оно перекликается с первым защищаемым положением. Однако таблица 12 вполне информативна и на примере конкретных концентраций элементов доказывается высокая подвижность Cu, Pb, Be, Cd и

других элементов. Конечно, импонирует желание автора рассмотреть токсичность широкого ряда элементов, рассчитать потенциальную токсичность рудного месторождения по Иванову (1997), кислотопродуцирующий и нейтрализующий потенциалы по американской методике, обосновать геохимические барьеры, которые нужно создать на пути движения дренажных вод и те, которые создает сама природа при изменении физико-химических и других параметров среды. Некоторые замечания сводятся к следующему:

1 – в табл. 12 концентрации элементов после выщелачивания первичных или окисленных руд?

2 – зачем Y, La, для которых нет ПДК, относить к опасным элементам (стр. 81)?

3 – излишне рассуждать о собственных минералах бериллия (берилл, аквамарин, изумруд), если он встречен только в виде примесей, лучше указать, в каких минералах он зафиксирован. Далее, указывается по Иванову (1984), что его растворенные формы более токсичны. В виде каких же форм присутствует бериллий в сульфатных растворах? Например, для меди на стр 87 автор четко указывает, что это CuOH^+ , $\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{2+}$ и Cu^{2+} (Мур, Рамамурти, 1987). Подобные замечания можно сделать и по поводу других элементов.

Отметим, что у Е.С. Эповой – четыре статьи в рецензируемых журналах, она соавтор монографии, много раз выступала на конференциях по теме диссертации. Несомненно, что Екатерина Сергеевна сделала интересную и актуальную работу, необходимую для решения многочисленных геоэкологических проблем в уязвимых криолитозонах Земли.

Сделанные замечания не умаляют заслуг Е.С. Эповой в серьёзной работе, оформленной в виде диссертации «Геоэкологические аспекты поведения химических элементов в условиях криогенной зоны окисления на примере Удоканского месторождения (Восточное Забайкалье)». Считаю, что диссертация Е.С. Эповой соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле).

Ведущий научный сотрудник лаборатории
рудно-магматических систем и металлогении
Института геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН
доктор геолого-минералогических наук,
доцент

630090, г. Новосибирск,
проспект академика Коптюга, 3,
тел. +7(383) 3333-026,
e-mail: Gaskova@igm.nsc.ru



Гаськова Ольга Лукинична

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ГУРЬЕВА Т.А.
05.06.2014г.