

Отзыв официального оппонента д.г.-м.н., доцента Удачина Валерия Николаевича на диссертацию Саевой Ольги Петровны “Взаимодействие техногенных дренажных потоков с природными геохимическими барьерами”, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Актуальность научной проблематики в области изучения процессов горнопромышленного техногенеза очевидна. Поэтому, выбранная О.П. Саевой тема исследований по рассмотрению поведения широкого спектра элементов в техногенных гидрохимических потоках заслуживает своего определенного места в общей тематике по техногенным процессам в окружающей среде. С каждым годом все очевиднее становится понимание масштабов накопления горнопромышленных отходов, их воздействия на экосистемы и масштабы процессов деградации природы. В связи с этим, заявленная соискателем ученой степени вторая часть основной цели исследований – разработка способов эффективного снижения подвижности элементов за счет встраиваемых геохимических барьеров, представляется так же актуальной. Именно реализация этой второй части поставленной цели придает главную практическую значимость диссертации О. П. Саевой. Предложенная в качестве одного из основных практических результатов методика получения металлической меди из кислых рудничных вод является результатом практической реализации экспериментальных работ, выполненных О. П. Саевой лично и в составе коллектива по тематикам отдельных проектов.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Объем - 167 страниц текста, иллюстрируется 70 рисунками и 38 таблицами. Список литературы включает 168 наименований.

Во введении изложены краткие данные по основным позициям, характеризующим представленную диссертационную работу. Все перечисленные позиции отражают стандартный набор данных по актуальности темы исследований, цели, задачам, перечислению методических параметров аналитических исследований, защищаемые положения и т.д. В представленной диссертационной работе этот раздел изложен в соответствии с общепринятыми правилами.

В первой главе изложены сведения обзорного характера по процессам формирования кислого дренажа на сульфидсодержащих отработанных и обрабатываемых горнопромышленных объектах. В четырех разделах этой главы рассмотрен значительный

объем литературных данных по процессам взаимодействия в системе: вода – порода, характеристики химических элементов в составе техногенных вод, используемым технологиям и отдельным звеньям технологических цепочек при очистке кислых рудничных вод, взаимодействию природных материалов с техногенными водами.

Вторая глава посвящена характеристике объектов исследования, расположенных в Сибири и на Урале. Приведены данные по климатическим особенностям фоновых объектов, в качестве которых рассматриваются Гавриловское водохранилище и участок Новосибирского водохранилища, река Миасс.

В третьей главе представлена методология исследований. Автором подробно рассмотрены методы полевых экспедиционных исследований с отбором проб и методы аналитических работ с применением оптимального набора современных возможностей аналитической базы.

В четвертой главе приведены результаты выполненных автором лично или совместно с коллегами экспериментов. Всего выполнено 7 типов экспериментов по взаимодействию растворов с различными геохимическими барьерами, натурные эксперименты в мезокосмах. Понятно и достаточно подробно изложены результаты экспериментов по извлечению меди из растворов методами электролиза с предварительным концентрированием на катионите.

Пятая глава посвящена экспериментальному изучению реальных техногенных вод объемом 5 – 12 л с природными материалами в качестве одного из элементов встраиваемых геохимических барьеров. В первом разделе этой заключительной главы рассмотрены вопросы оценки потенциальной опасности отвальной массы или отходов обогащения горнопромышленных объектов в качестве источника кислотопродуцирования. В последующих разделах приведены результаты экспериментов взаимодействия реальных и модельных растворов техногенных вод с различными природными материалами и опыты в мезокосмах. Практические выходы результатов использованной О. П. Саевой методики по оценке кислотопродуцирующего потенциала горнопромышленных отходов заключаются в очередной раз подтвержденной возможности трансляции этой методики при работах по оценке фоновое состояние окружающей среды в районе планируемых к отработке рудных месторождений. Такие работы для объектов Сибири выполнены коллективом под руководством С.Б. Бортниковой и на ряде объектов Урала.

Представленная к защите диссертационная работа О. П. Саевой написана понятным специалистам-геохимикам языком с приведением в тексте, подрисуночных подписях, названиях таблиц общепринятых терминов и понятий. Выполненные эксперименты в широком диапазоне разнообразных методических приемов создают ощущение достаточно цельной картины взаимодействия техногенных вод с различными литологическими типами потенциальных сорбентов. Использованный автором комплекс современных аналитических методов и продуманной методологии экспериментальных работ обеспечил достоверность полученных результатов и обоснованных выводов.

Замечания.

Основные замечания оппонент условно разделил на две категории – замечания технического характера по главам и принципиальные замечания.

Замечания технического характера по главам.

В главе 1, при характеристике химических элементов с 13 по 21 страницу, автор приводит экологическую характеристику элементов с наиболее частыми ссылками на два литературных общедоступных источника. Вместе с тем, учитывая обозначенную тему диссертации и ее название, целесообразно было бы сосредоточиться на обзорной характеристике поведения элементов только в водной среде и с прицелом на обзор не потенциальной, а реальной опасности элементов в кислых водах. Тем более, что литература по экспериментам, включая биотестирование, обширна.

В главе 2 для таблицы 2.1 отсутствуют литературные ссылки на источник данных по составу горнопромышленных отходов для четырех объектов исследования. Отсутствие в этой таблице данных по содержаниям серы снижает информативность приводимых результатов. В таблице 2.2 сумма концентраций металлов в кислых водах Карабаша обозначена в 560 мг/л при содержаниях Fe 530 мг/л. Если добавить к содержаниям Fe только содержания Cu, Zn, Mn, то сумма будет значительно больше, а если еще и содержания Al в 450-480 мг/л, то принципиально больше.

На стр. 46 приведена характеристика Гавриловского водохранилища в качестве фонового для объектов Салаира. В тексте упоминается, что четыре элемента в растворимой фазе вод водохранилища (Cd, Sb, Ni, As) характеризуются превышением ПДК. Основанием (ложем) водохранилища являются докембрийские известняки, для которых эта ассоциация элементов в качестве потенциального источника гидрохимической аномалии выглядит маловероятной. В дальнейшем, в пятой главе в таблицах 5.2 и 5.5 в приведенных для этого же объекта, но по другому случаю данных,

можно наблюдать, что содержания Sb, As, Ni соответствуют нормативам, т.е. проблема отсутствует.

Качество рисунков 2.6 и 2.8 (Гавриловское водохранилище и р. Миасс с местами отбора проб для характеристики фоновых объектов), на которых должны быть понятны особенности водосборных территорий, литология, или хотя бы обозначено направление течения основных водотоков, совершенно не соответствует даже минимальным требованиям.

В главе 3, посвященной методологии исследований и методикам анализа, на четырех рисунках 3.2 – 3.5, характеризующих четыре объекта, обозначены места отбора проб воды без номеров. Последующие таблицы с результатами анализа отсутствуют. Места отбора проб материала горнопромышленных отходов с номерами проб на этих схемах отсутствуют.

В этой же главе совершенно излишним выглядит двухстраничное описание рН-милливольтметра с детальной характеристикой принципа работы и конструктивных особенностей. Определение сульфат-иона выполнено по РД 52.24.405-95 с фотометрическим окончанием. В конце подраздела справедливо выглядит предложение, приводимое автором: "Линейная зависимость оптической плотности от концентрации сульфатов наблюдается в диапазоне 0-50 мг/л". Эта методика применима для оценки сульфат-иона в атмосферных осадках, снеговом инфильтрате, нейтральных поверхностных водах, но не для кислых рудничных вод с содержаниями сульфат-иона выше 500 мг/л.

В главе 4, где изложена экспериментальная часть, таблица 4.2, судя по расположению в главе и смысловой нагрузке, претендует на таблицу, где приведены максимально полные сведения о природных сорбентах, использованных в экспериментах. В таблице отсутствуют данные о почвах, как таковых, используемых в качестве одного из сорбционных материалов. Приведение хотя бы данных по тому, к какому зональному типу почв относятся использовавшиеся почвы (серые лесные, черноземы, каштановые, гумусовые горизонты подзолов), позволило бы примерно оценить емкость катионного обмена. Сказанное относится и к глинам. Отсутствие в этой таблице данных по содержаниям F и Cd в фосфоритах немного снижает информативность экспериментальных данных, поскольку в результатах опытов нет данных по выходу в раствор F. Нельзя оценить какая часть Cd в фильтрате приходится на выщелоченные

концентрации из фосфоритов, а какая относится к “несорбированным” формам Cd из кислых вод.

В экспериментах в мезокосмах имитация загрязнения достигается введением солей Cu, Pb, Cd в форме нитратов. Это наиболее часто используемая форма соединений катионов тяжелых металлов в экспериментах по сорбции, осаждению, биотестированию и т.д. Вместе с тем, диссертация посвящена совершенно определенной “ветви” исследования горнопромышленного техногенеза, а именно, сернокислотному типу воздействия с полным отсутствием соединений азота. Известно, что сульфатные формы металлов более токсичны, но значительно менее подвижны.

В экспериментах по электролизу использовались растворы с $\text{pH}=4$ и концентрациями Cu 3 500 мг/л. В реальном кислом рудничном дренаже таких концентраций Cu не отмечается. Получение концентрированных растворов с высокими содержаниями Cu за счет использования ионообменных смол описано в предлагаемой авторами технологической схеме. Но, как известно, катионит КУ-2-8 не является избирательным для Al и Fe, которые присутствуют в растворе вместе с Cu и значительно снижают эффективность процессов электролиза.

В главе 5, в таблице 5.5 приведены результаты микроэлементного анализа воды Харитоновского карьерного озера в сравнении с фоновыми водами (Гавриловское водохранилище). Судя по цифрам в таблице, использовался метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. Приведенные пределы обнаружения в 5 мкг/л для Cd и 100 мкг/л для Pb этим методом просто не позволяют сравнивать техногенные и фоновые воды по величине превышения ПДК, поскольку ПДК составляют 1 и 10 мкг/л для Cd и Pb, соответственно.

Два раздела главы выглядят “чужеродными” на фоне логичного и последовательного изложения результатов экспериментальных работ. Это относится к разделу по источникам питания Харитоновского карьерного озера (стр. 87-88) и разделу по электрозондированию сульфидно-силикатных техногенных наносов в долине р. Сак-Элга (стр. 100-103). Представленные результаты никак не обозначены в главе 3 по методологии исследований, не упоминаются и в поставленных задачах.

Заключение написано кратко, понятным языком и отражает результаты решения поставленных автором задач.

Перечень литературы оформлен в соответствии с требованиями к квалификационным работам. Хотелось бы пожелать большего количества зарубежных публикаций по тематике исследования за период 2011-2015 гг.

Принципиальные замечания

Во вводном разделе хотелось бы видеть краткое, но ёмкое и понятное изложение используемого термина “дренаж”, поскольку в названии и далее в тексте диссертации приводятся варианты “дренажные потоки”, “кислый дренаж”, “дренажные стоки”, “дренажные растворы” и т.д. В случае приведения автором варианта понимания термина “дренаж” в виде одного сформулированного предложения, вполне возможно, что возникли бы дополнительные вопросы по отнесению к категории “дренажных потоков” вод Харитоновского карьерного озера и вод Комсомольского гидроотвала. Таким образом, отсутствие четко обозначенного понимания ключевого термина влечет за собой сомнения в обоснованности выбора объектов исследования. Например, для Комсомольского гидроотвала упоминается (стр. 3): “Над поверхностью(?) твердой части(?) образовалось техногенное озеро.....”. Вынесенное в название диссертации словосочетание “...дренажных потоков” в какой мере можно распространить (применить) к указанному гидроотвалу? В списке “Термины и сокращения” (стр. 152-154) присутствуют даже редко употребляемые и мало значащие термины, но отсутствует ключевой термин.

Второе принципиальное замечание относится к подходу диссертанта к дренажным потокам, как гомогенной среде. Несмотря на то, что в обзорной главе 1 отмечена гетерогенность таких потоков с необходимостью изучения, как минимум трех фаз – влекомой взвеси, фракций коллоидов различной размерности и истинных растворов, вся работа в части экспериментов базируется на анализе только растворимых форм миграции элементов. Нет ни одного упоминания об элементном составе и количестве взвешенных форм миграции. Таким образом, судя по упоминанию в методической главе о фильтрации отобранных проб воды из дренажных потоков через мембранные фильтры с размером пор 0.45 мкм, автор выполнял большую часть экспериментов в условиях смеси коллоидных форм и истинных растворов. Между тем, реальные встраиваемые геохимические барьеры (можно привести в пример две современные станции очистки кислых рудничных вод на ГОКах Южного Урала) имеют 4-5-ступенчатые технологические схемы, где гетерогенные гидрохимические потоки проходят очистку до нормативов ПДК. Эксперименты, выполненные диссертантом, характеризуют только одну из ступеней очистки и не могут претендовать на разработку полной технологической схемы.

Небольшие замечания касаются защищаемых положений. Первое предложение в первом защищаемом положении не содержит моментов, которые нужно обоснованно защищать и является декларативным. Отнесение As и Sb к элементам 1-2 классов опасности произведено на основании традиционно принятых в СССР и РФ положений по экологической классификации элементов и термодинамических расчетов с выделением значительной доли аква-ионов для этих элементов. Вместе с тем, без работ с предварительным хроматографическим разделением As и последующим ICP-AES детектированием с определением доли арсенидов, арсенатов, диметиларсина в составе техногенных вод, можно употреблять термин “токсичный” только с добавлением “потенциально”. Третье защищаемое положение по стилистической форме отличается от первого, второго и четвертого и производит впечатление изъятости фрагмента из главы по экспериментам в мезокосмах и не сформулированного собственно в форме защищаемого положения.

При оценке представленной диссертационной работы О.П. Саевой в целом, следует сделать вывод о том, что соискатель ученой степени продемонстрировала свою высокую квалификацию исследователя: умение работать с литературными источниками по выбранной научной проблематике и структурировано представить критический анализ проблем в области геохимии горнопромышленного техногенеза; способность выбрать объекты исследования и планировать логически последовательную и обоснованную схему изучения этих объектов; планировать комплекс исследований по анализу объектов, включая экспериментальные работы; умение интерпретировать полученные результаты аналитических исследований и в доступной форме демонстрировать последовательное выполнение поставленных задач. Диссертант внесла значительный вклад в решение научной проблемы по геохимии техногенеза, которые можно обозначить в разделах с условными названиями “Механизмы миграции и концентрации микроэлементов в техногенных гидрохимических потоках рассеяния”, “Химико-экспериментальные методы в оценке потенциальных рисков эксплуатации рудных месторождений” и “Разработка технологий реабилитации горнопромышленных ландшафтов”.

Заключение. Представленная диссертационная работа О.П. Саевой является законченным научным исследованием, выполнена лично соискателем научной степени, посвящена актуальным проблемам геохимии горнопромышленных ландшафтов, вносит существенный вклад в фундаментальную науку и имеет несомненную практическую значимость. Автореферат раскрывает все ключевые моменты, содержащиеся в тексте диссертации.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Ольга Петровна Саева заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Д.г.-м.н., доцент
08.02.2016 г.

В.Н. Удачин

Удачин Валерий Николаевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт минералогии Уральского отделения Российской академии наук, заместитель директора по научной работе, доктор геолого-минералогических наук, доцент, адрес: 456317, г. Миасс, Челябинская область, Ильменский заповедник, 33, кв. 1 .
E-mail: udachin@mineralogy.ru, тел. 8 9048126700.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

и. о. начальник отдела кадров

Института минералогии УрО РАН

