



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ГИ УрО РАН,
доктор технических наук,
профессор

Санфиоров И.А.

«5» июня 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Горного института Уральского отделения Российской академии наук – филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки

Пермский федеральный исследовательский центр

Уральского отделения Российской академии наук

на диссертационную работу *Белкина Павла Андреевича*

«Трансформация химического состава подземных вод в зоне влияния объектов складирования отходов разработки калийных солей (на примере Верхнекамского месторождения)», представленной на соискание ученой степени кандидата

геолого-минералогических наук по специальности

25.00.36 – «Геоэкология» (Науки о Земле)

Актуальность исследований

Высокая техногенная нагрузка, сопровождающая освоение Верхнекамского месторождения солей, определяет необходимость повышения эффективности экологического контроля за процессами техногенеза и состоянием природных геосистем, сопряженных с предприятиями калийной промышленности. Специфической особенностью отходов калийного производства является высокое содержание в них легкорасстворимых минералов, что определяет вынос содержащихся в них поллютантов преимущественно в водной фазе. Несмотря на принимаемые меры по гидроизоляции объектов отвально-шламового хозяйства, практически на всех из них фиксируются фильтрационные утечки рассолов, объемы которых достигают в отдельных случаях сотни тысяч кубометров в год. В результате данных процессов вокруг всех объектов складирования отходов сформировались обширные ореолы загрязнения приповерхностной гидросферы. Это привело к тому, что использование уфимского водоносного комплекса на площади около 100 км² стало невозможным не только для питьевого, но и технического водоснабжения.

Проведение разнообразных исследований экологической направленности в пределах территории Верхнекамского месторождения имеет значительную историю. Диссертационная работа П.А. Белкина продолжает и развивает эти исследования в части совершенствования методов оценки гидрохимического влияния отходов предприятий калийной промышленности на состав подземных вод зоны активного водообмена. В связи с этим, работа является актуальной и имеет практическое значение

для обеспечения эффективного контроля за экологическим состоянием приповерхностной гидросферы Верхнекамского месторождения солей.

Структура работы и основные научные результаты.

Диссертация состоит из введения, четырёх разделов и заключения, содержит 117 страниц, 34 таблицы, 13 рисунков и библиографический список, включающий 83 наименования.

Во *введении* сформулированы цель и задачи диссертационной работы, ее научная новизна и практическая значимость, приведена характеристика использованных методов исследований.

В *первом разделе* автором приведен обзор данных об условиях разработки крупнейших месторождений калийных солей, особенностях химического состава калийных руд и продуктов их переработки. На основании проведенных исследований намечен ряд химических элементов, определяющих специфику техногенных изменений в составе пресных подземных вод под влиянием различных объектов калийного производства.

Во *втором разделе* приводится характеристика объекта исследования – Верхнекамского месторождения солей (ВКМС). Приведены сведения об истории открытия и освоения месторождения, особенностях геологического и гидрогеологического строения надсолевой толщи, наиболее острых проблемах, возникающих в процессе его отработки. Дана детальная характеристика основных водоносных горизонтов, слагающих зону активного водообмена.

Третий раздел посвящен описанию результатов гидрохимических исследований, проведенных в бассейне р. Усолки участков (Соликамский, Ново-Соликамский и Половодовский участки детальной разведки). На основании обобщения многолетних наблюдений, определены характерные показатели химического состава пресных подземных вод в пределах разрабатываемых участков месторождения, а также фоновых территорий. Особый интерес представляет информация о результатах исследований, проведенных в период с 2007 по 2017 гг., когда в опробованных родниках определялся широкий спектр микроэлементов, что дало новые сведения об особенностях фонового состава вод верхнесоликамской терригенно-карбонатной подсвиты.

Завершающий четвертый раздел работы раскрывает основные особенности трансформации химического состава пресных подземных вод зоны активного водообмена под влиянием объектов складирования отходов калийного производства. Охарактеризованы особенности изменения макро- и микрокомпонентного состава вод и выделены элементы-индикаторы, отражающие по мнению автора воздействие калийных предприятий на приповерхностную гидросферу.

Особый интерес представляют результаты экспериментальных лабораторных исследований, направленных на уточнение механизма катионного обмена между насыщенными хлоридными рассолами и образцами пород с территории ВКМС.

Сопоставление особенностей химического состава вод родников в зоне загрязнения с действующими природоохранными нормативными документами позволила диссертанту дать санитарно-гигиеническую оценку степени опасности этого загрязнения.

В *заключении* изложены основные научные и практические результаты диссертационной работы, в том числе полученные лично соискателем.

Предложенная структура работы логична и позволяет в полной степени раскрыть поставленные в диссертации задачи.

Автореферат и опубликованные работы (в т.ч. 3 – в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК) отражают основное содержание диссертационной работы. Основные научные положения докладывались на различных научных конференциях.

Научная новизна исследований автора заключается в следующих положениях:

1) получены новые данные о микроэлементном составе вод родникового стока, дополняющие сведения о гидрогеохимическом фоне вод зоны активного водообмена в центральной и северной части Верхнекамского месторождения;

2) уточнены особенности трансформации химического состава вод приповерхностной гидросферы под влиянием объектов складирования отходов калийных предприятий;

3) на основе экспериментальных лабораторных исследований уточнены особенности процессов катионного обмена между хлоридными рассолами и породами зоны аэрации и активного водообмена, влияющими на трансформацию состава вод.

Практическая значимость работы определяется следующим:

1) создана база анализов химического состава подземных вод верхнесоликамской терригенно-карбонатной подсвиты и вод родникового стока на территории Верхнекамского месторождения за двадцатилетний период, включающая относительно слабо изученные микроэлементы;

2) расширен комплекс гидрохимических индикаторов техногенного влияния объектов калийного производства на приповерхностную гидросферу, учитывающий специфические микроэлементы;

Обоснованность основных положений диссертации.

Результаты исследований соискателя базируются на обширном фактическом материале, полученном по данным собственных исследований автора и обобщения опубликованных и фондовых материалов изученности Верхнекамского месторождения солей. Аналитические исследования производились в аккредитованных лабораториях с использованием современного оборудования и согласно утвержденным методикам.

По диссертационной работе П.А. Белкина имеются следующие замечания:

1. Особенности микрокомпонентного состава вод зоны активного водообмена базируются на результатах опробования родников в северной части Верхнекамского месторождения, большая часть которых расположена за пределами техногенного воздействия калийных предприятий. Характеристика особенностей микрокомпонентного состава в ореоле засоления базируются в основном на результатах опробования группы родников, разгружающихся на берегу техногенного озера в 800 м северо-западнее шламохранилища СКРУ-3. Учитывая, что фильтрационные рассолы, разгружающиеся посредством данных родников, значительно разбавлены в процессе миграции, вряд ли приводимые концентрации микроэлементов отражают реальную степень загрязнения. Для оценки уровня загрязнения микроэлементами стоков калийного производства не-

обходимо было исследовать исходный состав рассолов (пробы с обогатительной фабрики, шламохранилища, наблюдательные скважины, отжимные рассолы солеотвалов и т.п.).

2. Требуется дополнительное более аргументированное обоснование использования в качестве элементов-индикаторов калийного производства *сурьмы, селена, германия, галлия и ряда других редкоземельных элементов*, достоверные сведения о присутствии которых в калийных рудах и отходах Верхнекамского месторождения отсутствуют. Было бы целесообразно привести примеры минералов руд и отходов, с которыми связаны эти микроэлементы.

3. Приведенные схемы изменения макрокомпонентного состава вод в районе СКРУ-3 (рис.3.5 в диссертации, рис.5 в автореферате) не отражают реальной картины засоления приповерхностной гидросферы в данном районе. На них не учитывается влияние шламохранилища, являющегося одним из основных источников загрязнения вод, а также роль реки Усолки, являющейся естественной зоной разгрузки вод и перехватывающей сток со стороны объектов СКРУ-3. В связи с этим, особенно странным выглядит распределение минерализации и хлоридов на глубинах 0-50 м.

4. Исследования процессов катионного обмена между грунтами и техногенными рассолами, результаты которых представлены в разделе 4 диссертационной работы, проведены лишь для трёх проб грунта, две из которых представлены песчаниками. За исключением общего малого количества проб, отсутствуют результаты изучения взаимодействий между рассолами и карбонатными породами. В последнем случае имеются сведения об обогащении фильтрационных рассолов стронцием.

5. Центральное место в рассматриваемой работе занимает статистический анализ характеристик химического состава подземных вод. К сожалению, данная статистическая обработка выполнена некорректно: не оценена стационарность, однородность рассматриваемых выборок, а сразу оцениваются функции статистических распределений рассматриваемых показателей химического состава вод. При этом возникает вопрос, почему рассматриваются только две возможные функции распределения: нормального и логнормального? Какие аргументы используются для выбора этих распределений?

Следует отметить, что при решении различных задач, в том числе и экологических, наибольший интерес представляют экстремальные значения. Использование фильтра $\bar{C} - 3\sigma \leq C \leq \bar{C} + 3\sigma$ значительно «урезает» рассматриваемые выборки. Его применение оправданно, если имеется полная уверенность, что «выбросы» значений концентраций за $\sim 3\sigma$ обусловлены не природой рассматриваемых процессов, а элементарными ошибками измерений. Если такой уверенности нет, требуется самое тщательное изучение рассматриваемых выборок.

6. Формулировки положений научной новизны не несут в себе конкретики и не имеют достаточной аргументации. Данное замечание относится к следующим утверждениям диссертанта:

- «*выявлен универсальный ряд химических элементов, определяющих специфику техногенных изменений состава подземных вод в зоне активного водообмена под влиянием различных объектов калийного производства*»;

- «определены фоновые особенности трансформации химического состава пресных подземных вод в зоне активного водообмена».

Следует отметить, что вышеуказанные замечания не снижают общей ценности рассматриваемой диссертации, носят рекомендательный характер и направлены на еще более убедительное подтверждение обоснованности полученных диссертантом результатов.

Общая оценка диссертационной работы.

Диссертация П.А. Белкина представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований достигается поставленная цель изучения особенностей трансформации химического состава пресных подземных вод в условиях разработки месторождений калийных солей и совершенствования методов оценки техногенного воздействия, оказываемого на них, что актуально для обеспечения эффективного экологического контроля калийных регионов.

Диссертационная работа *Белкина Павла Андреевича* «Трансформация химического состава подземных вод в зоне влияния объектов складирования отходов разработки калийных солей (на примере Верхнекамского месторождения)» соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – «Геоэкология» (Науки о Земле).

Бачурин Борис Александрович,
к.г.-м.н., доцент, заведующий лабораторией
геоэкологии горнодобывающих регионов ГИ УрО РАН
614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78а
Тел. (342) 216-09-86, e-mail: bba@mi-perm.ru

Лепихин Анатолий Павлович,
д.г.н., профессор, заведующий лабораторией
проблем гидрологии суши ГИ УрО РАН
614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78а
Тел. (342) 216-90-49, e-mail: lepihin49@mail.ru

Отзыв рассмотрен на заседании Ученого совета ГИ УрО РАН (протокол № 7 от 4 июня 2019 г.) и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь ГИ УрО РАН
кандидат геол.-мин. наук

Ю.И. Степанов

Подписи Бачурина Б.А., Лепихина А.П., Степанова Ю.И. удостоверяю:

Главный специалист по кадрам  Еремина Л.А.

