

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Борисова Александра Александровича,
выполненную на тему *«Газогеохимические методы мониторинга
геологической среды Верхнекамского месторождения солей»*,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая
геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Актуальность темы

Длительные техногенные нагрузки, связанные с освоением минеральных ресурсов Верхнекамского региона, привели к существенному техногенному преобразованию геологической среды в природно-техногенную систему, оказывающую весьма существенное по масштабам влияние на безопасность жизнедеятельности Березниковско-Соликамской градопромышленной агломерации. Особенно остро эта проблема возникла после затопления рудника БКПРУ-1, шахтное поле которого расположено непосредственно под городской застройкой г. Березники. Положение осложняется тем, что в последние годы, наряду с освоением запасов калийных руд, ведется разработка подсолевых залежей углеводородов, в том числе и на территориально сопряженных площадях, что усложняет контроль техногенных процессов, происходящих в недрах.

Перечисленное выше определяет необходимость совершенствования методов геолого-геофизического мониторинга за процессами техногенеза в геологической среде Верхнекамского месторождения солей (ВКМС), позволяющих отслеживать их влияние на безопасность ведения горных работ и условия жизнедеятельности населения. Следует отметить, что несмотря на применение широкого комплекса геолого-геофизических методов на этом месторождении, многие аспекты процессов техногенеза в геологической среде интерпретируются неоднозначно. Это касается, в частности, оценки флюидопроницаемости

выделяемых в надсолевой толще зон природно-техногенной трещиноватости. Определенная информация по данному вопросу может быть получена методами газогеохимического зондирования, рассматриваемыми в рецензируемой диссертационной работе. С этой точки зрения, тема диссертационного исследования А.А. Борисова является актуальной, требующей всестороннего рассмотрения.

Обзор разделов работы и основные научные результаты

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (132 наименования) общим объемом 119 м.п. стр., иллюстрируется 20 рисунками и 17 таблицами.

Введение (стр. 3-10), в котором изложено обоснование актуальности выбранной темы, кратко освещена степень изученности проблемы, перечислены задачи и элементы научной новизны проведенных исследований, положения, выносимые на защиту, и другие сведения.

Глава 1 (стр. 11-37) посвящена краткой характеристике геологического строения ВКМС. Описываются литологические и гидрогеологические особенности разреза, приводятся сведения о его пликативной и дизъюнктивной тектонике.

Особое внимание уделено анализу имеющейся информации по газонасыщенности осадочного разреза ВКМС. Приводится обзор проведенных исследований по газам соляной толщи, надсолевой и подсолевой частей разреза.

В заключении главы дается характеристика особенностей процессов техногенеза в геологической среде рассматриваемого месторождения.

Глава 2 (стр. 38-69) посвящена описанию научно-методических основ использования газогеохимических методов при решении горно-геологических и экологических задач. Рассмотрены условия нахождения и миграции природных газов в толще осадочных пород. Особое внимание уделено точке зрения зарубежных исследователей на миграцию «свободного газа». Сопостав-

ление результатов газогеохимических исследований на ВКМС с основными положениями «геогазовой теории», предложенной итальянскими исследователями, позволило диссертанту взять ее за основу при интерпретации полученной информации. Согласно данным подходам, наиболее реальным механизмом миграции газов в трещиноватых породах является «пузырьковый» массоперенос по системе сухих или заполненных водой трещин.

Проанализирована эффективность использования газов-индикаторов (углеводороды, гелий, аргон, радон, водород) в различных ландшафтно-климатических и горно-геологических условиях. Рассмотрены геологические, биохимические и метеорологические факторы, оказывающие влияние на характер приповерхностного газового фона.

Глава 3 (стр. 70-93) посвящена результатам апробации газогеохимических исследований на территории ВКМС, проведенных как для контроля за разработкой подсольных залежей углеводородов, так и для оценки состояния водо-защитной толщи соляной части разреза. Анализ информации (водная гелий-аргоновая и грунтовая углеводородная съемки) показал, что поведение газов-индикаторов в приповерхностном фоне отражает наличие в надсолевой части разреза зон повышенной проницаемости и реагирует на деформационные процессы, контролируемые зоны оседания земной поверхности.

На примере аварийной ситуации на БКПРУ-1 охарактеризована информативность подпочвенной газовой съемки с использованием экспресс-газоанализатора Ecorobe-5. Полученные результаты показали, что адвекционный массоперенос газов, выделяющихся из выщелачиваемого соленосного массива, приводит к формированию в почво-грунтах контрастных аномалий метана. Это позволяет использовать прибор Ecorobe-5 в качестве эффективного инструмента при мониторинговых наблюдениях за процессами техногенеза в надсолевой части разреза.

Информативность предложенной технологии газогеохимического зондирования подтверждена результатами мониторинговых наблюдений на шахтном

поле затопленного рудника БКПРУ-1 в районах газо-воздушных скоплений в приподнятых участках выработанного пространства и мульд оседания земной поверхности.

В отдельном подразделе рассмотрены результаты газогеохимических исследований на Палашерском участке ВКМС, в пределах которого расположено нефтяное месторождение им. Архангельского. Результаты проведенных исследований показали наличие в пределах месторождения локальных зон, характеризующихся повышенной интенсивностью «газового дыхания» недр. На основе результатов геохимических исследований соляного керна обосновано отнесение данных аномалий к «нафтидному» типу, формирование которых происходит за счет разгрузки вертикальных ореолов рассеяния залежей углеводородов. Это позволило охарактеризовать участки данных аномалий в качестве потенциально предрасположенных к активизации восходящей миграции флюидов. Последнее подтверждено увеличением их контрастности после введения нефтяных скважин в эксплуатацию.

Приведенные результаты газогеохимических исследований на территории ВКМС позволили сделать вывод, что разработанная методика поверхностного газогеохимического зондирования позволяет контролировать характер происходящих в породном массиве деформационных процессов, определяющих масштабы высвобождения связанных газов, и степень флюидопроницаемости зон природно-техногенной трещиноватости, а в пределах нефтяных месторождений – контролировать активизацию техногенных процессов, обусловленных эксплуатацией подсолевых залежей углеводородов.

Глава 4 (стр. 94-106) на основе обобщения результатов проведенных газогеохимических исследований на территории шахтных полей калийных предприятий (БКРУ-1, БКПРУ-2, БКПРУ-4, СКРУ-2) рассмотрены методические особенности использования газогеохимических методов для диагностики геологического строения соляной и надсолевой толщ и контроля их техногенного преобразования. Особый интерес представляют данные станций автоматизиро-

ванного газогеохимического мониторинга, позволяющие судить о характере высвобождения связанных газов из деформируемого породного массива и скорости их массопереноса в приповерхностную часть разреза при различных масштабах процессов техногенеза в геологической среде. Установленные закономерности формирования приповерхностного газового фона на подработанной территории свидетельствуют, что масштабы техногенной дегазации породного массива достаточно хорошо фиксируются в составе почвенного воздуха. Это позволяет использовать разработанную методику поверхностного газогеохимического зондирования в качестве оперативного инструмента для контроля за процессами техногенеза в геологической среде ВКМС.

Заключение (стр. 107, 108) содержит изложение основных научных и практических результатов диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в том, что соискателем:

- установлено, что деформация подработанного породного массива сопровождается высвобождением связанных газов и их последующим перераспределением в надсоляной части разреза, что приводит к формированию в приповерхностном газовом фоне газогеохимических аномалий;

- обосновано, что в условиях ВКМС наиболее информативным показателем интенсивности процессов техногенеза в геологической среде является содержание в приповерхностном газовом фоне метана, поступление которого из нижележащей части разреза значительно превышает флуктуации природного газового фона под влиянием экзогенных факторов;

- показано, что в случае нарушения водозащитной толщи и выщелачивания солей масштабы выделения газов резко возрастают, а их поступление в приповерхностную часть разреза осуществляется за счет адвекционного массопереноса по системе взаимосвязанных пор и трещин, что ограничивает масштабы их растворения в подземных водах и приводит к накоплению миграционных компонентов в почвенном покрове;

- предложен механизм формирования в приповерхностном газовом фоне аномалий нефтяного типа, отражающих проявление вертикальных ореолов рассеяния подсолевых нефтегазовых залежей, что позволяет использовать методы газогеохимического зондирования для оперативного контроля процессов техногенеза, обусловленных их разработкой, и для контроля технического состояния нефтяных скважин.

Практическая значимость диссертации

Разработанная методика газогеохимических исследований реализована в «Программе газогеохимического мониторинга на БКПРУ-1», осуществляемой с целью недопущения негативных последствий техногенной аварии, вызванной затоплением данного калийного рудника. Дальнейшая реализация полученных результатов заключается в использовании методики газогеохимического зондирования с использованием экспресс-газоанализатора Escorprobe-5 для выявления потенциально опасных зон на шахтных полях ВКМС. Учитывая оперативность ее проведения и незначительную стоимость, она может применяться в качестве опережающего метода геолого-геофизических исследований проблемных участков шахтных полей ВКМС.

Использование данной методики рекомендуется также в пределах разрабатываемых нефтяных месторождений на территории ВКМС, что позволит повысить эффективность контроля за техническим состоянием нефтяных скважин.

Обоснованность основных положений диссертации.

Результаты исследований диссертанта базируются на обширном фактическом материале, полученном в 2005-2016 гг. при непосредственном участии соискателя. Районы проведенных газогеохимических исследований охватывали различные участки ВКМС, различающиеся горно-геологическими условиями. При выполнении исследований использовалось сертифицированное отечественное и зарубежное газоаналитическое оборудование, обладающее высокой

чувствительностью, в т.ч. станции автоматизированного газогеохимического мониторинга, работающие в режиме реального времени.

Сопоставление полученных результатов с материалами геофизических исследований и бурения подтвердило связь выявленных газогеохимических аномалий с зонами осложнения строения соляной и надсолевой толщ.

Публикации и автореферат

25 опубликованных тезисов и статей, 4 из которых размещены в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, отражают основное содержание диссертационной работы. Научные положения докладывались на научных конференциях различного уровня, в т.ч. с международным участием.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации

К сожалению, к диссертационной работе А.А. Борисова имеется ряд замечаний, основными из которых являются следующие:

1. Раздел диссертации «Введение» слово в слово повторяет приведенное в разделе автореферата «Общая характеристика работы», что не есть хорошо. Вполне понятно, что некоторые повторения неизбежны. Но, тем не менее, «Введение» в тексте диссертации предназначено для введения читателя в разрабатываемую проблему и совсем не обязательно в нем приводить, например, развернутые названия многочисленных научных форумов, в которых принимал участие соискатель. Это же относится и к некоторым другим частям «Введения».

2. Структура оппонируемой работы больше напоминает монографию, последовательно раскрывающую какую-то тему, нежели диссертацию. В частности, в ней отсутствует обязательный раздел «Методика исследований и фактологическая база». Отсутствие первого негативно проявляется, например, в том, что в разделе 3.3 на стр. 87 автор пишет «... стационарные пункты наблюде-

ний, представляющие собой шпуров глубиной 1,5 м, обсаженные перфорированной трубой», а в главе 4 на стр. 96 глубина этих шпуров составляет уже 3 м.

- Во введении на стр. 6 соискатель пишет: «Интерпретация полученных результатов проводилась с ... использованием методов *статистической обработки* получаемой информации». Это не совсем так. Если не считать матрицу парных коэффициентов корреляции, представленную в табл. 3.2, то статистическая обработка информации не выходила за рамки расчета банального среднеарифметического значения параметров. Вся работа пронизана понятиями фон и аномалия и удивительно, что ни в одном случае их значения не были определены статистическими методами – все определялось «на глазок».

Следовало бы представить общую схему профилей газогеохимических исследований и привести сведения об общем количестве пунктов отбора проб газа, а также общее количество этих проб с разделением на «свои» и предшественников.

В начале работы следовало бы выделить раздел состояние проблемы. Часть этого раздела представлена подразделом 3.1 «Обзор ранее выполненных работ», помещенного во второй половине диссертации, которого явно недостаточно. Все остальное необходимое разбросано по тексту «Введения» и первой половине работы.

3. Несколько замечаний к разд. 1.1 «Геологическая характеристика»:

- литолого-стратиграфическое описание разреза автор почему-то ведет сверху-вниз. Полагаю, что соискатель имеет геологическое образование и он должен знать, что характеристика разреза дается снизу-вверх;

- при описании разрывной тектоники следовало бы привести хотя бы одну из разработанных для ВКМС структурно-тектонических схем;

- иногда соискатель делает неудачные экскурсы в генезис ВКМС. В частности на стр. 20 он пишет: «Проведенный в последние годы анализ геологической информации с привлечением материалов дешифрирования топографической основы [95] показал, что проявившиеся в данной части разреза тектониче-

ские деформации обусловлены не столько продольным сжатием со стороны уральского складчатого комплекса, сколько с гравитационным срывом данной толщи по многочисленным поверхностям внутри соляной залежи и оползанием соляных масс к центру Соликамской впадины, что и является основной причиной нарушения надсолевой толщи [96]». Во-первых, гипотеза о гравитационном срыве (сползании) части соляной толщи не нова: она впервые высказана более 40 лет назад Б.М. Голубевым (1973 г.), а в 1992 году была поддержана Т.В. Харитоновым. Во-вторых, сползание соляных масс к центру отрицательных структур могло происходить только на стадии соленакопления, когда, естественно, более плотных надсолевых отложений еще не было. Следовательно, абсурдно говорить, что это было причиной нарушений в надсолевой толще.

4. Текст не лишен ряда неточностей и оплошностей, таких как:

- неправильное определение водозащитной толщи. Так, на стр. 19 она определяется автором как нижняя «часть разреза непроницаемых отложений, отделяющих соляную залежь от залегающих выше водоносных горизонтов». Все знают, что на ВКМС ВЗТ более чем на 50% представлена пластами соляной толщи;

- на стр. 35 написано, что мульда проседания на северо-востоке шахтного поля СКПУ-2, образовавшаяся в результате аварии 1995 г., преобразовалась к настоящему времени в провальную воронку. Но это не так – на юго-востоке она лишь осложнилась провальной воронкой.

5. Характеризуя процесс миграции газов сквозь толщу осадочных пород, соискатель безоговорочно принимает точку зрения итальянских исследователей, согласно которым вертикальная миграция газов осуществляется в свободной фазе. Следовало бы рассчитать возможность нахождения газов в свободном состоянии в *pt*-условиях ВКМС, а не в водорастворимой форме или в виде газогидратов, о чем говорила в свое время Г.Д. Полянина. Тем более, что в теоретической части диссертации все необходимые уравнения имеются.

В связи с этим остается проблематичным вопрос о существовании газо-воздушных скоплений (шапок), образующихся при затоплении рудников.

- Например, при вскрытии подземных горных выработок скважинами в пределах затопленного рудника БКПРУ-3 никаких шапок не обнаружено.

Кстати, остались за пределами диссертации принципы выделения и очертывания газо-воздушных шапок, приведенных на рис. 3.7 и 3.8. Не раскрыто, какую «Потенциальную угрозу для жизнедеятельности» (стр. 36) представляют газо-воздушные шапки.

6. Большой бедой работы является отвратительное оформление рисунков. Для них характерно отсутствие условных обозначений (рис. 1.1, 3.11) или их расшифровки (рис. 1.2), названий осей на графиках и диаграммах (рис. 3.9, 3.10, 3.13, 4.2), привязки (рис. 3.4, 3.11). Встречаются неинформативные подписанные подписи (рис. 3.1), несоответствие условных обозначений на рисунке и в легенде (рис. 3.5, 3.8, 3.12) и другое. Имеются ссылки на несуществующие рисунки: например, рис. 1 (стр. 11) и рис. 3.3.2 (стр. 86).

То же самое характерно и для таблиц. В частности, в тексте есть ссылка на несуществующую табл. 1.4, а номер табл. 1.3 вообще пропущен. Нет ссылок на табл. 2.5 и 3.3. Не ссылки на источник материалов, размещенных в табл. 3.1.

7. Оставляет желать лучшего и техническая редакция текста диссертации. Для него характерны не только опечатки, но и наличие в предложениях лишних слов.

Следует отметить, что значительная часть изложенных замечаний имеет редакционно-оформительский характер. Другая часть замечаний высказана в качестве рекомендаций, которые соискателю нужно учесть при дальнейших научных изысканиях в выбранной области исследований. Отдельные замечания по существу не умаляют ценности полученных соискателем результатов – они лишь ухудшают общее впечатление от работы.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертация А.А. Борисова представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решена актуальная задача, посвященная применению газогеохимических методов для контроля процессов техногенеза в геологической среде Верхнекамского месторождения солей, что имеет практическое значение для обеспечения безопасности добычи калийных руд и условий жизнедеятельности населения.

По содержанию, кругу рассмотренных вопросов и глубине их разработки считаю, что диссертационная работа «Газогеохимические методы мониторинга геологической среды Верхнекамского месторождения солей» отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Александр Александрович Борисов заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр.

Официальный оппонент,

доктор геолого-минералогических наук

А.И. Кудряшов

Кудряшов Алексей Иванович,

д.г.-м.н., директор ООО «НПФ «Геопрогноз»

г. Пермь, ул. К. Цеткин, д. 9

Тел. (342) 235-21-54, e-mail geoprognoz@inbox.ru

*Собственноручно подписан А.И. Кудряшовым
уверенно.*



*директора ООО «НПФ «Геопрогноз»
/ Кудряшова Т.М. /*