

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации В.Ю.Абрамова

«Формирование химического состава подземных вод в экстремальных термодинамических условиях», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – гидрогеология

Диссертационная работа В.Ю.Абрамова посвящена определению фундаментальных закономерностей формирования химического состава подземных вод в экстремальных условиях, под которыми автором понимаются:

1. *Околокритические термодинамические условия: сверхкритические (T более 374°C , P более 212 бар) и субкритические ($T - 100-374^{\circ}\text{C}$);*
2. *Криогенные условия: отрицательные температурные условия ($T -$ менее 0°C);*
3. *Особый вариант экстремальных окислительно-восстановительных термодинамических условий, приводящих к миграции и отложению в зоне гипергенеза золота и элементов группы платины (Pt, Os, Ir).*

Базируется диссертационная работа на комплексных исследованиях автора углекислых термальных минеральных вод района КМВ (Кавказские Минеральные Воды), подземных вод кимберлитовых полей Западной Якутии и золото - рудных россыпных полей Дальнего Востока РФ. То есть, она охватывает весьма широкий спектр экстремальных природных условий формирования различных типов подземных вод, имеющих большое практическое значение в курортологии и горнодобывающей промышленности.

Многие десятилетия при рассмотрении вопросов генезиса минеральных вод исследователи придавали большое значение т.н. глубинным «флюидам», несущим в своем составе различные газы, перегретые воды и химические элементы. На этих представлениях были основаны геологоразведочные работы, проводимые в начале двадцатого века на КМВ А.Н.Огильви, Я.В.Лангвагеном и другими. Однако поиски «гранитного нарзана» в Кисловодске, «Коренной струи» в Ессентуках показали, что углекислые минеральные воды формируются и циркулируют только в осадочных породах. В тридцатых годах двадцатого столетия А.П.Герасимов пришел к выводу, что «ювенильной» составляющей в этих водах является только углекислота.

В свете современных представлений о сверхкритических флюидах В.Ю.Абрамову удалось построить достаточно стройную модель формирования полигенетических минеральных вод Нагутского и Ессентукского месторождений района КМВ. Автор принимал непосредственное участие в геологоразведочных работах по переоценке

запасов минеральных вод этих месторождений, которые были успешно утверждены в ГКЗ РФ.

Тем не менее, на наш взгляд, в рассматриваемой работе не нашли своего логического объяснения вопросы генезиса углекислых хлоридно-гидрокарбонатных натриевых минеральных вод типа Эссентуки №4 и Эссентуки №17 (соляно-щелочных вод) на территории Эссентукского месторождения, где между углекислыми минеральными водами титон-валанжинского и верхнемелового - палеоценового водоносных комплексов залегает мощная толща терригенных нижнемеловых пород (до 700 м), в которой циркулируют безуглекислые пресные термальные воды.

Малоубедительными выглядят представления автора о том, что сверхкритический флюид диоксида углерода мигрирует из титон-валанжинского в верхнемеловой - эльбурганский комплекс через достаточно водообильный нижнемеловой водоносный комплекс не смешиваясь с его водами и не оставляя никаких гидрохимических изменений в нем. Эти представления не согласуются с результатами изучения Пятигорского, Железноводского и Бештаугорского месторождений, где происходит реальная миграция углекислотного флюида из палеозойского фундамента через всю толщу осадочных отложений с формированием углекислых термальных минеральных вод различного состава и в титон-валанжинском, и в нижнемеловом, и верхнемеловом-палеоценовом водоносных комплексах.

Привлечение потоков сверхкритической воды из палеозойского фундамента для объяснения генезиса подземных минеральных вод КМВ не подтверждается фактическим материалом по району КМВ как по данным изучения водоносности этого комплекса, так и по данным многочисленных изотопных исследований, которые свидетельствуют о метеогенном генезисе растворителя большинства минеральных вод или его смеси с седиментогенными водами, об этом же свидетельствуют и результаты палинологических исследований этих вод.

Автор правильно заостряет внимание на том, что в настоящее время недостаточно проработаны вопросы поведения двухфазных систем вода – сверхкритический углекислотный флюид, а эта система как раз и является главенствующей при формировании гидротермальных рудных месторождений и месторождений углекислых минеральных вод. Поэтому данная проблема должна найти свое решение в ходе дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Весьма интересные материалы получены В.Ю.Абрамовым при изучении вопросов формирования химического состава подземных вод при отрицательных температурах. В результате многолетних полевых и экспериментальных исследований в различных районах Сибири и Дальнего Востока им изучен генезис криогенной метаморфизации химического состава подземных вод. Для решения прикладных задач разработаны методы геотехнологического изучения качества подземных вод, в частности при

оценке запасов концентратов обогатительных производств сульфидных медно-никелевых месторождений.

В условиях промерзания гидрогеологических структур в верхней части разреза (300-400 м) формируется зона пресных льдов обогащенных кальцитом, гипсом, мирабилитом, другими сульфатными солями и криогалитом. Ниже формируется зона криопэгов. Минерализация и химический состав криопэгов зависят от температуры промерзания. Из этой зоны происходит гравитационный отток крепких рассолов, которые охлаждают нижележащие водоносные горизонты на глубину до 1,0-1,5 км. С этим процессом автор связывает охлаждение недр в Далдыно-Алакитском кимберлитовом районе Якутии на глубину до 1,7 км.

Доказано, что при отрицательных температурах изменение химического состава подземных вод происходит ступенчато, в соответствии с эвтектическими точками растворенных в воде солей. При этом в эвтектических точках происходит совместная кристаллизация льда и кристаллогидратов солей. Жидкая фаза при этом обогащается солями с низкими эвтектиками, вызывая последовательную смену гидрохимических типов вод и льдов. Определена следующая криогидрогеохимическая зональность: гидрокарбонатные воды (лед) → сульфатные воды (лед) → хлоридные воды (лед) → (возможно, при T менее минус 55°C) бромидные воды.

Особый интерес представляют разработки автора в теории поведения золота, платины, осмия и иридия в зоне гипергенеза.

При поисках и разработке россыпных месторождений золота и элементов платиновой группы (ЭПГ) одним из основных является вопрос форм миграции этих элементов из коренных месторождений в места локализации россыпей. Наряду с механической транспортировкой золота и ЭПГ поверхностными водными потоками в последние десятилетия рассматривается возможность миграции и отложения этих элементов в растворенном виде подземными водами.

В.Ю.Абрамов обосновывает особый вариант экстремальных окислительно-восстановительных термодинамических условий, приводящих к растворению, миграции и отложению в зоне гипергенеза золота и ЭПГ. Такими условиями являются совместное присутствие в подземных водах окислителей благородных металлов и лигандов комплексных соединений.

На основе многолетних полевых и экспериментальных исследований золоторудных месторождений Приамурья, в которых автор принимал непосредственное участие, рассмотрены особенности водной миграции золота и ЭПГ в различных ландшафтно-гидрогеохимических условиях. При этом показано, что как для золота, так и для ЭПГ окисление является основным процессом, переводящим их в водорастворенное состояние. Катионы окисленного золота и ЭПГ, вступая во взаимодействие с растворенными в подземных водах лигандами, образуют комплексные ионы.

Эти комплексные соединения являются основными формами миграции золота и ЭПГ в подземных водах.

Разработана следующая схема поступления гидрогенного золота в аллювиальные россыпи: горные породы (золоторудное тело) – подземные воды – поверхностные воды – золотоносная россыпь. Детально рассмотрены особенности поведения золота на каждой стадии этого процесса.

Выполненная оценка масштабов образования гидрогенного золота в золотоносных россыпях показала, что на Оемку-Джегдагском рудном поле Сихоте-Алиня ежегодно из поверхностных водотоков осаждается 110 грамм золота. При расчете этого процесса на 10 тысяч лет (возраст современных четвертичных отложений) количество отложенного гидрогенного золота составляет 1100 кг. Эти цифры свидетельствуют о значительном вкладе гидрогенного золота в формировании аллювиальных россыпей.

Основываясь на сходстве поведения золота и платины в геохимических процессах, В.Ю.Абрамов по методу аналогии описывает механизм перераспределения платины в системе: «коренная порода → подземные воды → поверхностные воды → аллювиальная россыпь» следующим образом. Подземные воды (окислительные условия) растворяют рассеянную платину коренных пород или руд и в форме комплексных ионов переносят их в поверхностные водотоки. При разгрузке подземных вод (рН 8,2-9,3; Eh=400-500 mv) и смешении их с поверхностными водами (рН 6,5-7,0; Eh=200-300 mv) резко изменяются физико-химические условия (геохимический барьер). При этом происходит адсорбция комплексов платины (соосаждение оксигидрооксидов Fe и Mn) на дисперсном материале (Fe_2O_3 , MnO_2), восстановление ее до элементного состояния и выпадение агрегатов платины в донные осадки. Самородное железо и другие металлы в нулевой валентности могут восстанавливать платину с образованием железо-платиновых агрегатов.

Гидрогеохимические исследования на Покровском рудном поле, Кондерском ультраосновном массиве Усть-Депской зоне офиолитов позволили выявить и оценить масштабы выноса элементов платиновой группы в водорастворенном виде в гидросеть районов исследований. При этом концентрации платины достигали 0,3-8,0 мкг/л, иридия – 0,001-0,02 мкг/л, осмия – 0,1-4,0 мкг/л, золота 0,003-1,2 мкг/л.

Таким образом, на основе многолетних исследований автора в различных регионах Российской Федерации, сбора, обобщения и систематизации обширных гидрогеохимических данных выявлены фундаментальные закономерности формирования подземных вод в весьма различных экстремальных условиях от термальных высокогазоносных минеральных вод Северного Кавказа до криогенных вод зон вечной мерзлоты и гидрогенных условий накопления золота и элементов группы платины в россыпных месторождениях Дальнего Востока.

Диссертационная работа В.Ю.Абрамова носит фундаментальный характер в области геохимических методов изучения формирования подземных вод в различных геологогидрогеохимических условиях, имеет большое научно-практическое значение для исследования геологических процессов формирования гидrogenных месторождений золота и ЭПГ, лечебных минеральных вод и криогенных подземных вод, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Заведующий сектором гидрогеологии
Пятигорского ГНИИ курортологии
ФМБА России,
к.г.-м.н.

Потапов Е.Г.

Подпись Потапова Е.Г. заверяю
Ученый секретарь, к.м.н.



Чалая Е.Н.

05.11.2015г

**ПЯТИГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИИ КУРОРТОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА**
Россия, Ставропольский край, г.Пятигорск, проспект Кирова, 30
код 8-879-3, тел. 39-18-40
E-mail:priemnaya@gniik.ru