

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации О.Е. Лепокуровой

«Содовые подземные воды юго-востока Западной Сибири: геохимия и условия образования», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – гидрогеология

Диссертационная работа О.Е. Лепокуровой посвящена определению фундаментальных геохимических закономерностей и условий формирования подземных содовых вод юго-востока Западной Сибири в рамках общей теории взаимодействия вод с алюмосиликатными горными породами. Базируется она на результатах комплексных полевых и лабораторных геохимических исследований подземных содовых вод юго-востока Западной Сибири, выполненных при участии автора в 2000-2015 годах коллективами ТФ ИНГГ СО РАН и ТПУ, а также на материалах предыдущих тематических работ этих организаций. Были исследованы подземные воды 157 скважин и 118 родников.

Несмотря на достаточно обширную и длительную историю изучения вопроса формирования содовых вод в природе до сих пор нет единой точки зрения на их образование, поэтому диссертационная работа О.Е. Лепокуровой является весьма актуальной с теоретической точки зрения, а также и с практической, так как содовые воды достаточно широко используются в курортологической практике и при розливе минеральных вод.

Обобщение большого фактического материала позволило автору показать, что в исследуемом регионе содовые воды приурочены в основном к терригенным континентальным песчано-глинистым отложениям с прослоями углей и занимают промежуточное положение между верхними пресными гидрокарбонатными кальциевыми и нижними солеными хлоридными натриевыми водами. Содовые воды имеют весьма широкий диапазон минерализации от практически пресных (0,2 г/л) до высокоминерализованных (до 25 г/л). Выделено пять типов содовых вод:

- I тип - содовые воды с невысокой соленостью, занимают верхнюю часть зоны замедленного водообмена, иногда нижнюю часть зоны активного водообмена. Минерализация вод от 0,2 до 1,4 г/л; pH 6,7-8,9. Газовый состав азотно-кислородный. Глубина залегания от 30 до 350 м. Изотопный состав углерода облегченный, биогенный.
- II тип – солоноватые содовые воды, залегающие в зоне замедленного водообмена, ниже первого типа вод. Минерализация от 0,7 до 5,9 г/л; pH 7,3-10,4. Характеризуется повышенными концентрациями микрокомпонентов: Fe, Br, I, Sr, Ba, Li, Zn, Pb, Cd, Ag, Cr, V и др. В газовом составе превалирует метан. Изотопный состав углерода более «тяжелый», чем водах I типа.

- III тип – высокощелочные исключительно низкой солености содовые воды, развитые на глубине 0,6-1,3 км в Чулымо-Енисейском бассейне. Минерализация 0,2-0,6 г/л, рН 9-10 и более. Характеризуется низкими концентрациями органических веществ ( $C_{орг.} < 2$  мг/л) и микрокомпонентов. Газовый состав азотно-кислородный или метаново-азотный. Изотопный состав углерода  $\delta^{13}C$  ( $HCO_3$ ) очень легкий и равен -30,3 ‰.
- IV тип – соленые содовые воды с минерализацией 4-25 г/л; рН 7,5-8,5, при высоком парциальном давлении  $CO_2$ . Выявлен в угольных отложениях на глубине 0,4-1,2 км. Характерны высокие концентрации органических веществ ( $C_{орг.}$  до 58 мг/л), разнообразный набор микрокомпонентов, высокая насыщенность метаном. Отличается утяжеленным составом кислорода (от -14,9 до -11,8 ‰) и аномально тяжелым положительным изотопным составом углерода гидрокарбонатов и углекислого газа.
- V тип выделен условно для углекислых вод. Минерализация 2,1-5,2 г/л, рН 6,3-6,7. Генетически близок к водам II типа. Отличается высоким  $P_{CO_2}$ , наличием свободного углекислого газа, широким набором микрокомпонентов, повышенными концентрациями Ca, Mg,  $SiO_2$ .

Вызывает некоторые сомнения азотно-кислородный газовый состав в водах I и III типа, находящихся в зоне затрудненного водообмена, где кислород должен быть израсходован на окисление органических веществ и сульфидных минералов уже на первых стадиях инфильтрации грунтовых вод в водоносные горизонты. Вероятно, такой состав получен при опробовании родников. Если это так, то необходимо откорректировать данные газового состава исключением атмосферных кислорода и азота.

Выполненные исследования изотопного состава вод и растворенных газов позволили обосновать инфильтрационный генезис растворителя содовых вод, биогенный генезис углекислого газа в четырех из пяти выделенных типов содовых вод исследуемого региона, за исключением типичных углекислых вод, в которых значительная часть диоксида углерода, по-видимому, имеет глубинное происхождение, возможно образующегося за счет разложения карбонатов.

Для изучения степени равновесности - неравновесности системы содовые воды – вмещающие горные породы с помощью программного комплекса HydroGeo рассчитаны параметры насыщенности разных типов вод относительно большого количества минералов. При этом установлено, что все содовые воды региона равновесны с карбонатами и глинами и неравновесны с первичными Ca-Mg-Fe алюмосиликатами: основными плагиоклазами, роговыми обманками, амфиболами, эпидотом, пироксенами, оливинами и многими другими, которые и выступают источниками Ca, Mg, Na, Fe, K, Si, Al и др. в химическом составе подземных вод. Достоверность расчетов по равновесиям подтверждается геологическими данными в исследуемом регионе, где наблюдаются вторичные изменения полевых

шпатов, эффузивов, иногда и кварца, развитие вторичных гидрослюд, монтмориллонита, серицита и мусковита.

На основе полученных данных разработаны критерии необходимых геохимических параметров содовых вод для равновесия с минералами, а также критерии, контролирующие показатели формирования разных типов (геохимических подтипов) содовых вод.

Богатый геохимический материал позволил автору с современных позиций рассмотреть вопросы генезиса содовых вод как результат взаимодействия системы инфильтрационные воды – алюмосиликатные породы – газы – органическое вещество, при условии равновесия с кальцитом, в результате чего обеспечивается накопление в растворе ионов гидрокарбонатов и натрия, то есть соды. Многообразие содовых вод объясняется автором разным временем взаимодействия в системе вода-порода и наличием таких дополнительных факторов как органика, углекислый газ, метан, уголь и др.

Таким образом, выполнен важный этап исследований в познании геологических процессов формирования содовых вод юго-востока Западной Сибири, собран, систематизирован и проанализирован громадный гидрохимический материал по проблеме формирования содовых вод, разработаны новые теоретические положения о генезисе подземных содовых вод.

Диссертационная работа О.Е.Лепокуровой носит фундаментальный характер в области геохимических методов изучения подземных вод, имеет большое научно-практическое значение для исследования геологических процессов формирования содовых вод, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Заведующий сектором гидрогеологии  
ФГБУ «Пятигорский государственный НИИ курортологии»  
ФМБА РФ,  
кандидат геолого-минералогических наук

Потапов Е.Г

 Потапов Евгений Геннадьевич

Подпись Потапова Е.Г.

Заверяю:

ФГБУ «Пятигорский государственный НИИ курортологии»  
ФМБА РФ,  
кандидат медицинских наук

Е.Н.Чалая

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