МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Университетская пл., 1, Воронеж, 394018.
Тел. (473) 220-75-21. Факс (473) 220-87-55.
E-mail: office@main.vsu.ru
http://www.vsu.ru
ОКПО 02068120, ОГРН 1023601560510
ИНН/КПП 3666029505/366601001

____.____.20____ № _____
На № _____ от ____.____.20____

ОТЗЫВ

на диссертацию
Лепокуровой Олеси Евгеньевны
«Содовые подземные воды юго-востока Западной Сибири: геохимия и условия формирования»,
представленную на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.07 – Гидрогеология

Карбонатно (гидрокарбонатно)-натриевые или содовые подземные воды до настоящего времени являются объектом дискуссий в отношении их генезиса, хотя история использования этих вод в лечебном деле и бальнеологии насчитывает не одно тысячелетие. Как справедливо отмечает автор диссертации промежуточные положения содовых вод в гидрогеологической стратификации между нижними солеными (хлоридно-натриевыми) и верхними пресными (гидрокарбонатно-кальциевыми) определяют общую эволюцию подземной гидросферы и условия формирования промежуточных по составу вод. Вместе с тем следует иметь ввиду, что существуют и глубинные хлоридно-кальциевые рассолы, формирование которых, по нашему мнению, не укладывается ни в механизмы катионного обмена, ни растворения.

Фундаментальная работа Лепокуровой О.Е. имеет своей целью реконструкцию процессов формирования содовых подземных вод юго-востока Западно-Сибирского региона в системе: горная порода-газ-вода-органическое вещество на основе использования основных положений классической теории химии растворов.

Диссертация Лепокуровой О.Е. объемом 217 страниц машинописного текста включает введение, шесть глав, заключение, библиографический список, перечень иллюстративного материала (карты, геоморфологические, гидрогеологические и гидрогеохимические разрезы, литологические колонки, диаграммы изменения качественных и количественных характеристик химического состава подземных вод, фотографии оригинальных геологических объектов), а также приложение, содержащее результаты химического состава содовых подземных вод исследуемого региона.

В работе сформулированы и предложены к защите три положения, касающиеся геологического положения и геохимической типизации содовых вод региона; условий

равновесного-неравновесного состояния гидрогеохимической системы в зависимости от минерализации и кислотно-окисных характеристик раствора; генезиса содовых вод как результата взаимодействия: вода-алюмосиликатные породы-газ-органическое вещество.

Первое защищаемое положение базируется на материалах двух крупных разнотипных гидрогеологических структур: Западно-Сибирского платформенного артезианского бассейна и Алтая-Саянской складчатой области. В первой региональной структуре автор диссертации обращает внимание на Чулымо-Енисейский бассейн, где содовые воды присутствуют в песчанистых горизонтах геологического разреза (минеральная вода «Омега», стр. 73). Автор считает, что эти щелочные воды, распространенные в осадочных породах, не связаны с магматическим источником, но это, по-видимому, не так. Водонасыщенные пески илекской свиты, скорее всего, являются продуктами разрушения кислых и щелочных магматических пород. В противном случае трудно объяснить высокое содержание натрия и оксида кремния в воде (табл. 3.1, стр. 74). Не вполне соответствует и, можно сказать, не соответствует текстовое пояснение к рис. 3.5, стр. 75, касающееся того, что «… в пластовых условиях эти воды всегда имеют pH>10, соленость < 0,3 г/л,…». На рис. 3.5 это утверждение далеко не очевидно.

С той же степенью детальности изучены геохимические особенности содовых вод Среднеобского бассейна. Они как бы повторяют закономерности вариации показателей минерализации и щелочно-кислотных свойств, отмеченные ранее для содовых вод Чулымо-Енисейского бассейна. Отличие в том, что зависимость этих показателей от глубины не носит линейного характера, да и количество определений минерализации и pH для различных глубин не сопоставимы (рис. 3,9, стр. 81).

Содовые воды северной части Алтая-Саянской гидрогеологической складчатой области рассмотрены автором на примере Кузнецкого бассейна, Салаира и Колывань-Томской зоны. Здесь автор располагал достаточно представительной первичной гидрогеологической информацией. Только в пределах Кузнецкого бассейна автором исследовано около 250 проб содовых вод на глубинах от 30 м до 1,5 км, при этом одна проба была взята с глубины 2320 м. Автор относит эти воды к типичным с преимущественной минерализацией от 0,6 до 2,0 г/дм^3 и величиной pH умеренно щелочного порядка (7,7-8,5). Особо подчеркивается, что соленость этих вод формируется в основном за счет гидрокарбоната и натрия (от 70 до 100%). Газовый состав азотно-метановый, причем концентрация метана увеличивается с глубиной. Наряду с типичными содовыми водами автор в этом районе выделяет содовые вводы повышенной минерализации, локализованные на больших глубинах и обладающие оригинальным изотопным составом углерода, от + 0,2 до + 30,9 $\delta^{13}C(HCO_3^-)$. Такие аномальные значения, как отмечает автор, ссылаясь на литературные данные, установлены в местах добычи сланцевого газа и метана на территории США. Автор обращает внимание и на единственное месторождение углекислых минеральных вод (Терсинские углекислые воды). Вода известна под торговой маркой «Терсинка» и соответствует ГОСТ «Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно столовые» и близка по составу углекислым водам «Боржоми», отличающаяся только более низкой температурой.

Детальное изучение содовых вод позволило автору провести их типизацию по комплексу признаков (стр. 106). В качестве основного ранжирующего признака призвана минерализация. В соответствии с этим выделено пять типов содовых вод. При этом отмечено, что первые два типа имеют региональное распространение, а три последних имеют ограниченное распространение в регионе и уникальны по таким показателям, как изотопный состав кислорода, специфический набор микроэлементов, высокая амплитуда колебания значений pH.

Значительное место диссертации отведено анализу изотопного состава содовых вод (δD, ‰, $\delta^{18}O$, ‰, глава 4). В работе приведено 37 оригинальных определений $\delta^{18}O$, ‰ и такое же количество определений δD, ‰. Кроме того определен изотопный состав углерода ($\delta^{13}C$, ‰) содовых вод и травертинов в гидрокарбонате (HCO_3^-), метане (CH_4), углекислом газе (CO_2), известняке (табл. 4.3). В целом интервал значений $\delta^{13}C$, ‰ гидрокарбонат-иона довольно широк: от -30,3 до +30,9 ‰. При этом увеличение солености сопровождается возрастанием концентрации $\delta^{13}C$, ‰. В целом на диаграмме HCO_3^-, г/дм^3 – $\delta^{13}C$ (HCO_3^-) ‰ наблюдается достаточно отчетливое

разделение выделенных гидрогеохимических типов содовых вод (рис. 4.8, стр. 124). Существенное перекрытие наблюдается только для первого и второго типов. Автор находит объяснение такого положения присутствием значительной доли тяжелой угольной кислоты, требующего, однако, дополнительных исследований.

Таким образом, детальный анализ первых четырех глав диссертации позволяет сделать заключение о полномасштабном обосновании первого защищаемого положения, касающегося регионального распространения, гидрогеологической стратификации и гидрогеохимической типизации содовых вод.

Обоснованию второго защищаемого положения служит пятая глава диссертации, посвященная анализу содового геохимического типа подземных вод и установлению основных параметров его формирования на основе изучения равновесия содовых вод с алюмосиликатными и карбонатными минералами. Опираясь на фундаментальные исследования С.Л. Шварцева, автор объясняет механизм формирования химического состава подземных вод исходя из их равновесия с минералами водовмещающих горных пород, поскольку состав вод определяется разностью между составами растворяемых горных пород и составами образующихся вторичных минералов (стр. 133).

Автор для обоснования второго защищаемого положения при помощи специального программного комплекса рассчитал параметры насыщенности различных типов подземных вод относительно большой группы минералов посредством оценки активности химических соединений. Совершенно обоснованно были выбраны минералы, преобладающие в водовмещающих горных породах, а именно, силикатные, алюмосиликатные и карбонатные. В таблице (стр. 134-135) приведены интервалы значений параметров насыщенности выделенных пяти типов содовых вод относительно большой группы кальций-магниевых карбонатов, оливина, пироксенов, нефелина, роговой обманки, слюд, хлорита, плагиоклазов, кварца, гипса, галита и других минералов (табл. 5.1). Здесь уместно сделать замечание автору: кальций-магниевого оливина в природе не существует, оливин только железо-магниевый. Приведенные автором термодинамические расчеты и построенные на их основе диаграммы равновесия минералов с составом содовых подземных вод (рис. 5.1, 5.2) однозначно свидетельствуют о том, что содовые воды выделенных пяти типов равновесны с монтмориллонитом, эллитом, кварцем и карбонатами. Отсюда следует, что эти минералы не растворяются, а кристаллизуются. При этом для каждого типа содовых вод характерен индивидуальный набор вторичных минералов. Исключение составляет пятый тип (углекислые содовые воды). Здесь воды пересыщены монтмориллонитом и равновесны с кремнеземом и микроклином. Само собой разумеется, что все содовые воды неравновесны с магматическими железо-магниево-кальциевыми минералами и алюмосиликатами. Таким образом, геохимическая система вода-горная порода является равновесно-неравновесной, как в свое время указывал С.Л. Шварцев. В таблице 5.2 (стр. 149) автор приводит критические параметры равновесия содовых вод со вторичными минералами на условиях синхронности изменения величин pH и минерализации. Исключением являются III и V типы вод. На наш взгляд, граничные параметры не отличаются конкретностью. Следовало бы указать не «больше», а «от» и «до», чтобы избежать неоднозначности толкования (стр. 149).

Используя терминологию С. Л. Щварцева «геохимический тип», автор диссертации относит исследуемые содовые воды к щелочному и околонейтральному кремнистому карбонатно-кальциевому содовому геохимическому типу (стр.150). Установлены критические параметры по основным гидрогеохимическим показателям: pH, минерализация, наличие SiO_2, равновесие с кальцитом, монтмориллонитом, рядом малозначимых вторичных минералов. В дополнение к ранее проведенным исследованиям автор предлагает выделить пять геохимических подтипов, более наглядно контролирующие физико-химические параметры формирования подземных содовых вод (стр. 152). Отсюда следует, что второе защищаемое положение, касающееся выделения набора специфических ассоциаций вторичных минералов на фоне роста минерализации и pH в условиях равновесно-неравновесного состояния системы, полностью раскрыта.

В заключительной шестой главе автор диссертации предлагает генетическую модель формирования содовых подземных вод (глава 6, стр.154). В первой части этой главы рассмотрен механизм формирования содовых вод юго-восточной части Западной Сибири, начиная с растворения, гидролиза, выщелачивания, ионного обмена. Особая роль принадлежит гидролизу и образованию комплекса аутигенных минералов, что и определяет, по мнению автора, равновесно-неравновесных характер гидрогеохимической системы «вода-горная порода» (стр. 154-156). Поскольку реакция гидролиза приводит к иммобилизации химических элементов, то это способствует формированию ряда аутигенных минералов. Углекислый газ образует часть формирующегося при гидролизе аниона OH^- с образованием гидрокарбоната. В результате на первом этапе формирующиеся воды являются гидрокарбонатными. Если же взаимодействие воды и горных пород продолжается и создаются благоприятные условия для концентрации натрия в растворе, то это приводит к начальному этапу содообразования, который, по мнению автора, начинается на глубинах 50-300 м в зоне замедленного водообмена и продолжается до глубин 800-2300 м (стр. 156). Здесь формируется зона содовых вод мощностью 1-2 км различных по составу осадочных пород. При увеличении солености и pH содовых вод возрастает количество вторичных минералов, но равновесие с первичными алюмосиликатами не наступает. В то же время карбонаты имеют высокую растворимость и в подобных условиях не образуются.

В эволюции процессы содообразования автор выделяет четыре этапа. Начальный этап – образование пресных содовых вод I типа. Содовые воды формируются в зоне активного водообмена, имеют региональное распространение с минерализацией до 1,4 г/дм^3 и pH в пределах 7-9. Глубина их залегания до 600 м. На больших глубинах до 1-2 км (второй этап) содовые воды II типа более минерализованы (0,7-5,9 г/дм^3). Некоторые различия в химическом составе и минерализации между водами первого и второго типов связаны с разным временем взаимодействия воды с горными породами. Отдельно рассмотрены условия формирования, так называемых уникальных содовых вод III, IV и V типов. Автор полагает, что третий тип пресных высокощелочных содовых вод формируется в условиях вторичного минералообразования минералами кальция, магния, натрия и калия, вследствие чего в гидрогеохимической системе устанавливается химическое и динамическое равновесие между элементами, поступающими в раствор и кристаллизующимися из раствора. В таком случае воды сохраняют низкую минерализацию, но отличаются повышенной щелочностью. Четвертый тип высокоминерализованных (в отдельных случаях до 25 г/дм^3) содовых вод обязан наличию в геологическом разрезе угольных пластов выступающих дополнительным источником углекислого газа. И, наконец, пятый тип углекислых содовых вод (минерализация около 1 г/дм^3) объединяет типичные неглубокие минерализованные воды регионального распространения. Автор приходит к убеждению, что, несмотря на разнообразие типов содовых вод, механизм их образования практически одинаков (стр.166). В общем виде этот процесс можно представить следующей схемой: литогенез–растворение–вторичное минералообразование–перераспределение химических элементов в водной среде. При этом, как справедливо отмечает автор, важнейшим показателем этого процесса выступают время взаимодействия воды с горными породами, а также наличие дополнительного источника углекислого газа и органики.

В кратком заключении выполненного фундаментального научного исследования автор подводит итоги длительного изучения гидрогеологии и гидрогеохимии содовых подземных вод – уникальных образований, как важнейшего этапа взаимодействия воды с горными породами, приводящего к формированию этих своеобразных природных объектов.

Все изложенное выше позволяет констатировать актуальность исследований состава, происхождения, условий формирования и гидрогеологической стратификации оригинальных природных тел, каковыми являются содовые подземные воды юго-восточной части Западной Сибири. Работа Лепокуровой О.Е. представляет существенный вклад в развитии современной гидрогеологии, поскольку расширяет границы этой науки, вовлекая в сферу исследования еще не достаточно изученные гидрокарбонатно (карбонатно) натриевые (содовые) природные воды. Важно отметить, что результаты научных исследований автора диссертации используются при

решении проблем хозяйственно-питьевого водоснабжения и экологии региона, а также в учебном процессе.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Работа Лепокуровой О.Е.соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология.

Официальный оппонент

Бочаров Виктор Львович,

доктор геолого-минералогических наук, профессор,

заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии геологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,

394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1.

http://www.vsu.ru

E-mail: gidrogeol@mail.ru

тел. 8(473)-2-208-980

Я, Бочаров Виктор Львович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«22» августа 2018 г.

(подпись)

федеральное государственное
образовательное учреждение высш
«Воронежский государственный
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Подпись В. Л. Бочарова

заверяю секретарь геологич. ф-та
должность

Шафоростова 22.08.2018
подпись, расшифровка подписи