

ГЕОХИМИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Дмитрий Анатольевич Новиков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-36, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Приводятся результаты изучения геохимии термальных вод северных районов Западно-Сибирского артезианского бассейна. Начиная с глубины в среднем 1 км он заполнен водами, температура которых по современной геотермической модели осадочного чехла варьируется в широком интервале от 30 до 200 °С (от слаботермальных до перегретых). Термальные воды отличаются невысокой минерализацией (до 70 г/дм³) и имеют в основном Cl⁻-Na⁺, Cl⁻-HCO₃⁻-Na⁺ и HCO₃⁻-Cl⁻-Na⁺ состав с широким спектром микроэлементов. В регионе выявлена обширная область развития инверсионной гидрогеохимической зональности, природа которой определяется геологической эволюцией осадочного бассейна.

Ключевые слова: Западно-Сибирский артезианский бассейн, термальные воды, гидрогеохимия, геотермическая зональность, ресурсы.

GEOCHEMISTRY OF THERMAL WATER IN THE NORTHERN WEST SIBERIAN ARTESIAN BASIN

Dmitry A. Novikov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, Koptuyug Prospect 3, Ph. D., Head of the Laboratory of Hydrogeology of sedimentary basins of Siberia, tel. (383)363-80-36, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

We present the results of investigations on thermal water geochemistry in the northern West Siberian artesian basin. By the present-day geothermal model of sedimentary strata, cold and hot waters with a temperature ranging from 30 to 200 °C exist in the basin from the average depth of 1 km. Thermal waters are of Cl⁻-Na⁺, Cl⁻-HCO₃⁻-Na⁺, and HCO₃⁻-Cl⁻-Na⁺ facies, having a wide range of chemical elements and low salinity as high as 70 g/dm³. A pattern of salinity decrease with depth controlled by the geological evolution of the basin has been revealed.

Key words: West Siberian artesian basin, thermal waters, hydrogeochemistry, geothermal zoning, resources.

Западно-Сибирский артезианский бассейн (ЗСАБ) содержит в своих недрах огромные запасы термальных вод, которые могут быть использованы для теплоснабжения удаленных населенных пунктов, в бальнеологических целях и как комплексное гидроминеральное сырье. Локализация, оценка ресурсов и эксплуатационных запасов гидротерм, вопросы формирования их химического состава лежат на стыке двух научных направлений – гидрогеотермии и гидрогеохимии, представляя огромный научный и прикладной интерес. Исследования в этих областях геологического знания ЗСАБ проводятся уже более 50 лет и связаны с именами Э.Э. Фотиади, Б.Ф. Маврицкого, В.А. Кошляка,

Л.М. Зорькина, Г.А Череманского, Н.М. Кругликова, Б.П. Ставицкого, Ю.Г. Зимина, А.Э. Конторовича, Г.Д. Гинсбурга, В.М. Матусевича, А.Д. Дучкова, Н.М. Кругликова, А.Р. Курчикова, И.И. Нестерова и многих других [1-3]. В целом Западная Сибирь может считаться вполне изученным регионом, за исключением полуострова Гыдан, шельфовых областей и акватории Карского моря.

В рамках настоящей работы был проанализирован весь имеющийся фактический материал по геотермии и гидрогеохимии северной части Западной Сибири. Осадочный чехол бассейна, начиная с глубины в среднем 1 км, заполнен термальными водами. Согласно принятой гидрогеологической стратификации, в пределах нижнего гидрогеологического этажа выделяют четыре основных водоносных комплекса (сверху вниз): 1) апт-альб-сеноманский, 2) неокомский, 3) верхнеюрский и 4) нижне-среднеюрский. Эти комплексы надежно изолированы от зоны активного водообмена турон-олигоценовой глинистой толщей, а друг от друга рядом выдержанных водоупорных толщ, замещающихся на песчаные разности лишь локально. В этой связи зона развития термальных вод охватывает отложения от верхов сеномана до триаса включительно. В незначительных количествах, обусловленных трещинной структурой водовмещающих отложений, термальные воды распространены также и в палеозойском фундаменте.

Температура подземных вод всех водоносных комплексов в пластовых условиях изменяется в широком диапазоне. Основной закономерностью распределения температур подземных вод в осадочном чехле Западно-Сибирского мегабассейна является их нарастание от периферийных районов к центральным, связанное с погружением водоносных комплексов и толщ. Диапазон изменения температур в изучаемом регионе в кровле составляет для апт-альб-сеноманских отложений 50 °С, для неокомских – около 100 °С, юрских – до 140 °С. В подошве юрских отложений в наиболее погруженных частях бассейна могут встречаться перегретые термальные воды с температурой около 200 °С (рис. 1). В пределах каждого комплекса происходит увеличение температур от кровли к подошве, определяемое его мощностью. Интенсивность нарастания температур с глубиной зависит как от экзогенных, так и от эндогенных факторов. В наиболее погруженных районах температура воды в пределах триасово-юрских отложений изменяется от кровли к подошве от 120 до 180 °С (Тюменская сверхглубокая скважина), в пределах неокомских – от 70 до 110 °С и апт-альб-сеноманских – от 40 до 70 °С. В целом средние геотермические градиенты изменяются от 1,5-2 до 3,5 и более °С/100 м. Низкие значения средних геотермических градиентов (1,5-2,5 °С/100 м) характерны только для прибортовых частей бассейна (особенно восточной, приенисейской). В северной части ЗСАБ за фоновые величины можно принять значения от 3,0 до 3,5 °С/100 м, пониженные ниже 3,0 и повышенные более 3,5 °С/100 м. При средних значениях теплового потока 52,25-56,43 МВт/м² из-за низкой теплопроводности пород в осадочном чехле создаются благоприятные условия для формирования горизонтов термальных вод, температура которых быстро возрастает к фундаменту и достигает на глубине 3-5 км 125-150 °С. Это преимущественно метановые воды хлоридного натриевого или хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава (рис. 2).

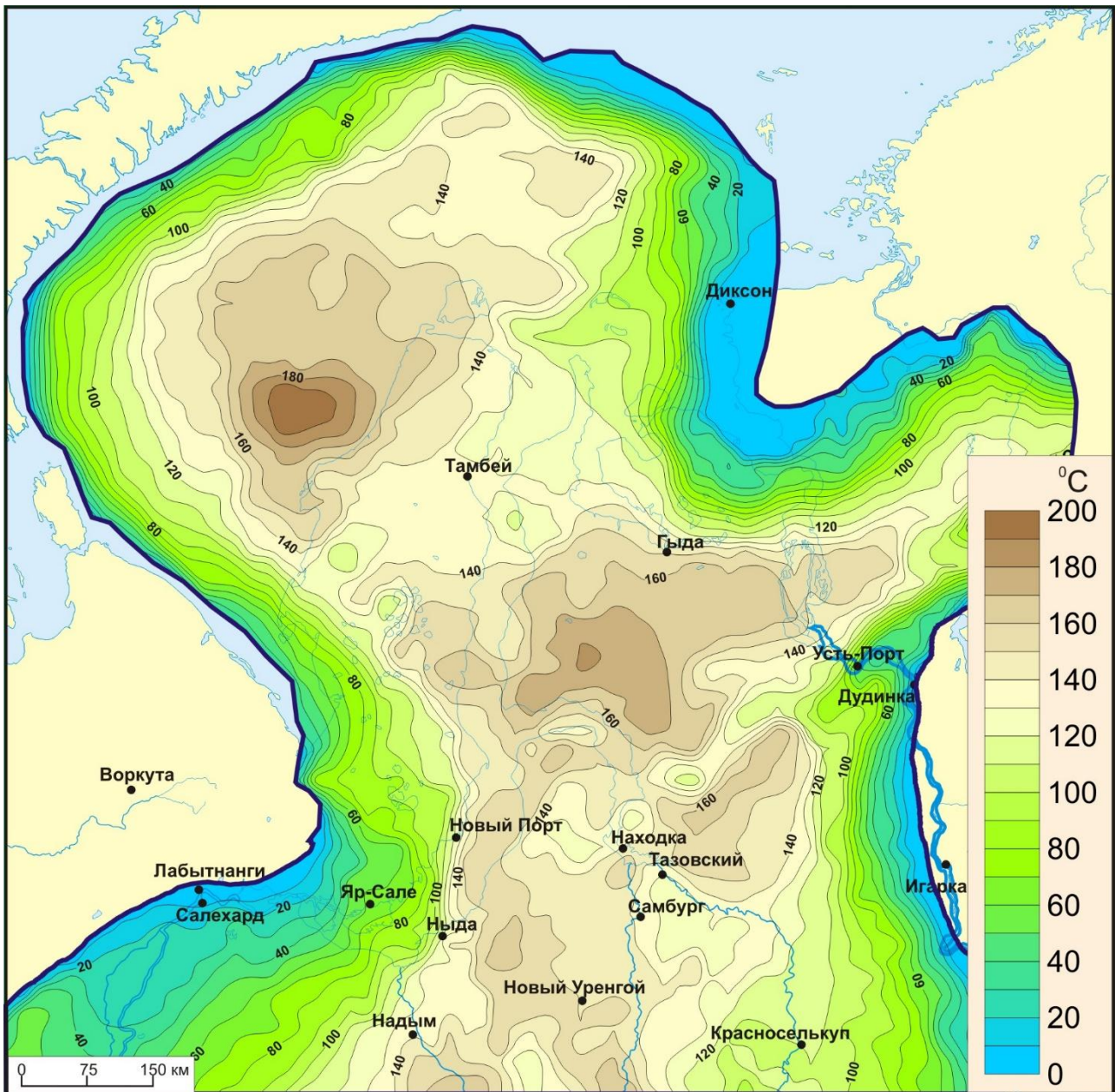


Рис. 1. Карта пластовых температур в подошве юрских отложений северных районов Западной Сибири

В целом ЗСАБ отличается невысокой минерализацией термальных вод и рассолов (в исследуемом регионе в верхне- и среднеюрских отложениях до 70 г/дм^3 в районе Известинского, Комсомольского и Губкинского месторождений Надым-Тазовского междуречья и до 55 г/дм^3 в пределах Малыгинской группы месторождений на севере полуострова Ямал), бессульфатностью, значительным содержанием в пластовых водах мезозойского этажа растворенных ОВ и газов углеводородного состава. При этом каждая из рассматриваемых водонапорных толщ мезозоя характеризуется рядом гидрогеохимических особенностей, обусловленных палеогидрогеологической историей, последующими процессами метаморфизации состава подземных вод, а также вертикальной миграцией рассолов из палеозойского фундамента в осадочный чехол в районах

отсутствия мощной вулканогенно-осадочной толщи триаса, которая выступает своеобразной опресненной «гидрогеохимической подушкой». На ряде площадей в пределах Надым-Пурской и Пур-Тазовской нефтегазоносных областей в гидрогеохимическом поле выявлены аномалии, сопровождающие процесс межпластовых перетоков из ниже залегающих юрских отложений. Например, в пределах структур Северного свода аномалии геотермического, гидродинамического и гидрогеохимического полей проявляются до низов неокомского комплекса. В верхней части гидрогеологического разреза на полуострове Ямал выявлены уникальные криопэги – рассолы с величиной общей минерализацией до 130 г/дм^3 , обязанные своему появлению процессам криогенной метаморфизации, но расположены они в пределах криогенной толщи и не относятся к термальным. В целом пестрота состава подземных вод, наблюдаемая в низах осадочного чехла, уменьшается вверх по разрезу, и в апт-альб-сеноманском комплексе происходит существенное выравнивание гидрогеохимических условий и нивелирование минерализации подземных вод в интервале $15\text{-}20 \text{ г/дм}^3$. Для примера: величина общей минерализации подземных вод неокомского водоносного комплекса фонового состава варьируется от 2 до 20 г/дм^3 при доминировании хлоридного натриевого и хлоридно-гидрокарбонатного натриевого типов.

Установлено, что изученные подземные воды и слабые рассолы находятся на начальной стадии метаморфизации химического состава, у которых отношение Ca/Cl обычно не превышает 0,20, а более высокие значения соотносятся с водами активного газоводообмена в их пределах.

В пределах мезозойских комплексов прилегающих районов Енисей-Хатангского бассейна наиболее соленые воды с величиной общей минерализации более 20 г/дм^3 выявлены на Пеляткинской ($24,8 \text{ г/дм}^3$ в апт-альб-сеноманском комплексе), Суходудинской ($23,3 \text{ г/дм}^3$ в нижне-среднеюрском комплексе) и Ванкорской площади ($23,0 \text{ г/дм}^3$ в верхнеюрском комплексе). В соответствии с гидродинамическими и гидрогеотермическими условиями водоносных комплексов юрских и меловых отложений здесь выявлены следующие гидрогеохимические закономерности: вдоль северо-восточной границы распространены гидрокарбонатные натриевые и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией до 5 г/дм^3 , сменяющиеся по мере продвижения к центральным и юго-западным областям хлоридными натриевыми водами с минерализацией до $15\text{-}20 \text{ г/дм}^3$. Гидрогеохимическая картина свидетельствует о дифференциации водоносных комплексов юры и мела. В разрезе можно выделить различные типы вертикальной гидрогеохимической зональности, от прямой доминирующей в пределах Мессояхской наклонной гряды до инверсионной.

Природу этого явления следует связывать с наличием в разновозрастных отложениях различных генетических типов подземных вод, от седиментационных до конденсационных, процессами их смешения и взаимодействиям в системе вода-порода-газ-органическое вещество на протяжении всей геологической истории.

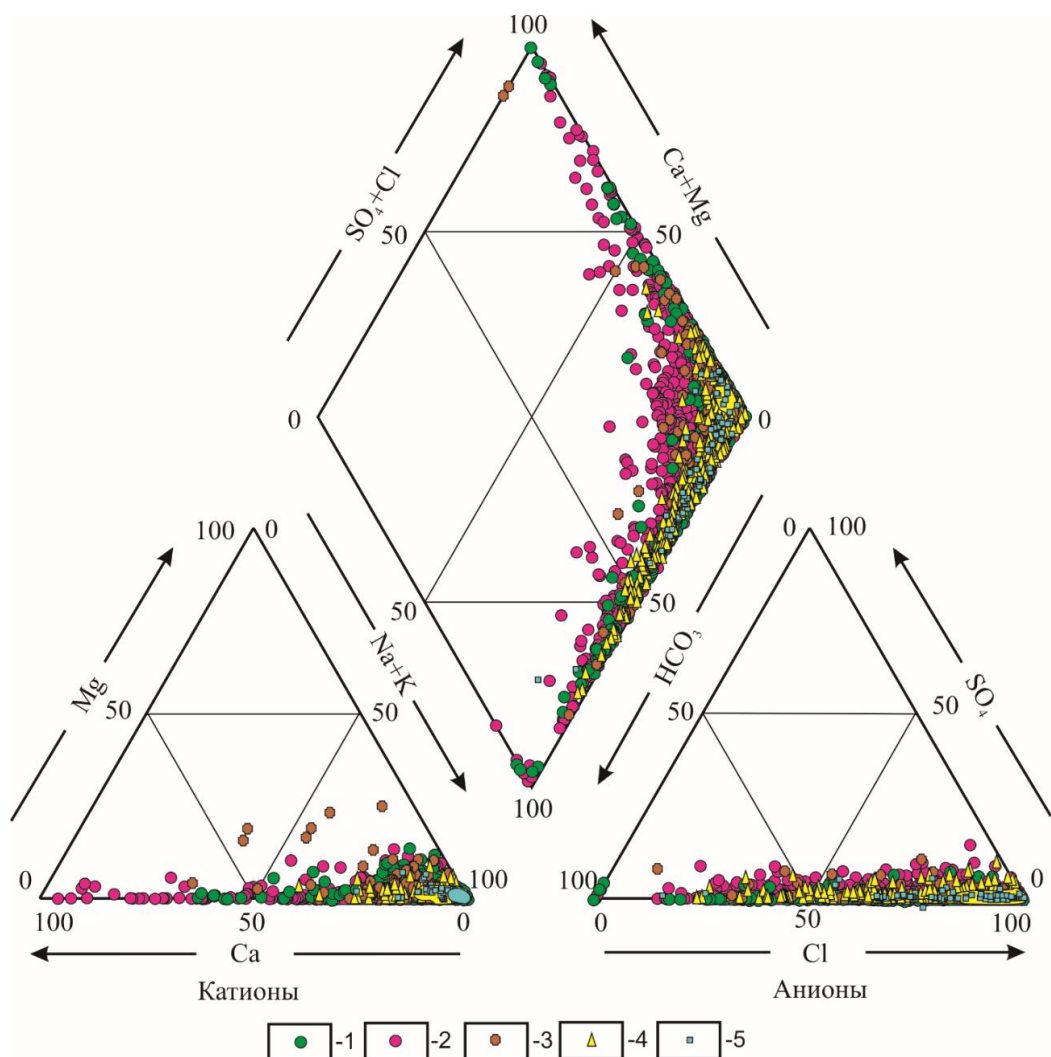


Рис. 2. Диаграмма Пайпера состава термальных вод северных районов Западной Сибири.

Водоносные комплексы: 1 – апт-альб-сеноманский, 2 – неокомский, 3 – верхнеюрский, 4 – ниже-среднеюрский, 5 – палеозойский

В термальных водах в высоких концентрациях встречаются J, Br, B, Sr и многие металлы, углеводородные газы. В этой связи их можно рассматривать как комплексное гидроминеральное сырье будущего. В настоящее время в пределах Западной Сибири использование термальных вод (с пластовой температурой 80-100 °С и общей минерализацией 1-5 г/дм³) активно практикуется лишь в бальнеологических целях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кругликов Н.М., Нелюбин В.В., Яковлев О.Н. Гидрогеология Западно-Сибирского мегабассейна и особенности формирования залежей углеводородов. - Л.: Недра, 1985. - 279 с.
2. Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. - М.: Недра, 1992. - 231 с.
3. Курчиков А.Р., Ставицкий Б. П. Геотермия нефтегазоносных областей Западной Сибири. - М.: Недра, 1987. - 134 с.

© Д. А. Новиков, 2016