

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИДРОГЕОХИМИЯ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА

Л.А. Анисимов  
ЛУКОЙЛ-Инжиниринг, Волгоград, Россия  
e-mail: l\_anisimov@yahoo.com

Изучение условий формирования высококонцентрированных рассолов в седиментационных бассейнах – весьма сложная дискуссионная проблема. При этом существуют различные точки зрения на причины концентрирования солей. Не менее спорные вопросы возникают при исследовании бассейнов, содержащих маломинерализованные воды на больших глубинах. Сравнительная гидрогеохимия – сравнение «седиментационных вод» различных бассейнов во времени и в пространстве – может стать эффективным инструментом для выявления условий их формирования. В методическом отношении основой сравнительной гидрогеохимии является выделение в разрезе бассейна зон «седиментационных вод», т. е. вод, в наименьшей степени подверженных процессам инфильтрации и влиянию галогенных пород. Анализ гидрохимической зональности в сочетании с палеогеографическими условиями, как правило, позволяет выделить такие зоны.

Процессы опреснения воды поверхностных водоемов обусловлены континентальным стоком и связанными с ним эстуариями, придельтовыми областями и заливами древних внутриконтинентальных морей. Примеры Северного Каспия и заливов Балтийского моря показывают возможные масштабы развития зон опресненных вод внутри общего седиментационного бассейна. В континентальных условиях в приповерхностной области происходит опреснение подземных вод, связанное с инфильтрацией. Этот процесс рассматривается в качестве ведущего при изучении формирования верхней гидродинамической зоны – зоны активного водообмена. На больших глубинах зоны опресненных вод (гидрохимические инверсии) обусловлены выделением воды (при снижении температуры из газовых смесей, жидких углеводородов, а также выделением воды из глинистых толщ.

Сравнение «седиментационных вод» одного возраста в разных бассейнах, расположенных в пределах различных континентов, показывает значительное влияние на их состав климатической зональности, а также глобального изменения климата (в результате дрейфа континентов). Так, таяние полярных ледников в раннем палеозое на

Африканской платформе определило генезис пресных «седиментационных вод» во флювиогляциальных отложениях. На юге Алжирской Сахары (бассейн Илизи) на значительных глубинах в девонских отложениях распространены пресные подземные воды, в то время как в вышележащих породах каменноугольной системы воды имеют минерализацию более 200 г/л. Эти данные показывают несостоятельность различных физико-химических теорий (диффузия, осмос) для объяснения процессов концентрирования подземных вод.

Сравнительная гидрогеохимия может внести свой вклад в решение вопросов эволюции гидросферы. Сравнение химического состава «седиментационных вод» различных бассейнов позволяет выявить своеобразную геохимическую специализацию этих бассейнов с учетом общей климатической зональности и гидрологических особенностей соответствующих зон в различные периоды геологической истории. В этом смысле гидрогеохимические провинции формируются под воздействием геологических, географических и климатических факторов, которые изменяются во времени. Новые данные о характере процессов дегазации Земли, об изменениях объема поверхностной гидросферы и уровня Мирового океана свидетельствуют о весьма масштабных изменениях процессов выноса химических веществ, об их разбавлении природными водами) и разной степени промытости осадочной толщи в различные периоды геологической истории.

С учетом этого был проведен анализ гидрохимических разрезов различных районов Восточно-Европейской платформы и Скифской плиты с целью выделения зон «седиментационных вод». На основе выявленных изменений химического состава во времени были установлены закономерности их эволюции в течение палеозоя и мезозоя, что хорошо увязывается с масштабными процессами карбонатообразования и галогенеза в эти периоды. Так, снижение концентрации Са в течение девонского и каменноугольного периодов хорошо коррелируется с масштабным карбонатообразованием (что должно было привести к выведению из морской воды кальция). Снижение концентраций хлора в подземных водах коррелируется с пермским и позднеюрским галогенезом.

Особенностью гидрогеохимических разрезов структур Волго-Уральской области является незначительный объем конденсационных (солуционных) вод в общей массе концентрированных рассолов палеозойских отложений. Опресненные воды с минерализацией порядка 100 г/л и высоким содержанием гидрокарбонат-ионов

обнаружены в районе водонефтяного контакта на Памятно-Сасовском месторождении [2] и на глубинах более 4 км в Антиповско-Щербаковской зоне [1] в Волгоградском Поволжье.

Совершенно другие типы вод и распределение минерализации по площади и разрезу характерны для Западно-Сибирского мегабассейна. Несмотря на существование гидрохимической зональности, подробно рассмотренной В.М. Матусевичем [5], воды ниже региональной покрывки турон-олигоценного возраста характеризуются скорее как однообразные, с характерной минерализацией 15–25 г/л, с отдельными аномалиями и колебанием минерализации в пределах 10–30 мг/л.

В целом представление о гидрогеологическом строении водоносных комплексов и закономерностях распространения вод различной минерализации и состава дает схематический гидрогеологический разрез района Широкого Приобья, составленный В.П. Дьяконовым (рис. 1). Для всего этого района характерны сходство средних значений минерализации (15–20 г/л) и, в то же время широкие вариации значений минерализации по всем рассматриваемым его частям. Все это говорит о разнообразии процессов, влияющих на формирование химического состава подземных вод в каждом районе и об одинаковом наборе этих процессов для каждого района.

Нижний этаж Западно-Сибирского бассейна объединяет водоносные комплексы отложений мелового и юрского возраста, с которыми связаны крупнейшие запасы нефти и газа в приповерхностной части фундамента. От периферии к центру бассейна происходит (в связи с его погружением и увеличением глинистости осадков) общее ухудшение условий водообмена и увеличение минерализации подземных вод. Во внутренней части бассейна подземные воды нижнего этажа залегают на глубинах более 1000 м. Минерализация подземных вод достигает 20–30 г/л. Такое строение данного бассейна привело к формированию взглядов о преимущественно седиментационном происхождении подземных вод.

Согласно этой модели во всей центральной части бассейна развиты отжатые поровые воды, представляющие собой измененные воды древних морских бассейнов. На элизионных этапах в результате уплотнения осадков вместе с элизионными водами в коллектор поступают и углеводороды. Чем интенсивнее элизионный водообмен, тем большее количество углеводородов участвует в процессах нефтеобразования. Исторически сложилось, что такое мнение являлось преобладающим и при рассмотрении

гидрогеологических вопросов, в основном рассматривались процессы седиментационного водообмена и инфильтрации [4].

В то же время, некоторые гидрогеологи поднимали вопрос об эндогенной составляющей при формировании химического состава подземных вод. Впервые предположение о возможности миграции  $\text{CO}_2$  из фундамента Западно-Сибирского бассейна и преобразовании под его влиянием солевого состава подземных вод было высказано А.А. Розиным в 1956 г [6]. Основанием для этого послужило отмечаемое на ряде участков обогащение растворенных газов – углекислым газом и солевого состава – гидрокарбонат-ионом. В Шаимском, а позже в Межовском районах были вскрыты подземные воды с углекислым составом растворенных газов и преобразованным солевым составом. Позднее большое значение  $\text{CO}_2$  в формировании солевого состава подземных вод аномальных районов Широтного Приобья и Прииртышья отмечалось и другими исследователями.

Согласно А.А. Розину [6], гидрогеологические условия внутренних закрытых районов Западно-Сибирского бассейна в значительной мере определяются «рассеянной, рассредоточенной, визуально неприметной гидротермальной деятельностью Проявления ее не такие четкие, как в вулканических районах, но принципиальная сущность одна – миграция глубинных флюидов, сопровождающаяся преобразованием их состава при взаимодействии с вмещающими породами и при изменении термодинамических условий».

Перекликается с этими взглядами и мнение В.И. Дюнина [3], согласно которому поднимающаяся в периоды тектонической активности вверх из коры и верхней мантии высокотемпературная газоводяная смесь создает необходимые предпосылки для формирования месторождений углеводородов. Внедряющаяся в осадочный чехол газоводяная смесь несет с собой широкий спектр углеводородов мантийного происхождения. Они смешиваются с имеющейся в осадочных отложениях микро- и макронептью, формирующейся в процессе внедрения, и в итоге создаются различные по объему залежи углеводородов. Высокая температура гидротерм активизирует процессы образования микронепти на всех уровнях геологического разреза осадочных отложений.

В общем виде гидрохимические инверсии, накопление гидрокарбонатов и органических кислот в подземных водах свидетельствуют о водообмене между осадочным бассейном и консолидированной корой. Повсеместное увеличение содержания

гидрокарбонат-ионов в подземных водах вниз по разрезу может указывать на глубинный источник углекислоты. Проявление этих процессов зависит от состава вод бассейна седиментации. Для Волго-Уральской области поступление углекислоты в высококальциевые воды ведет к формированию карбонатного осадконакопления в водоемах и карбонатной цементации пород. Для Западно-Сибирского бассейна при низкой концентрации кальция происходит накопление гидрокарбонат-ионов в пластовой воде и смена хлор-кальциевого типа вод на гидрокарбонатно-натриевый. Формируются разные литогенетические типы бассейнов с различными особенностями гидрологического режима и гидрохимического разреза осадочной толщи.

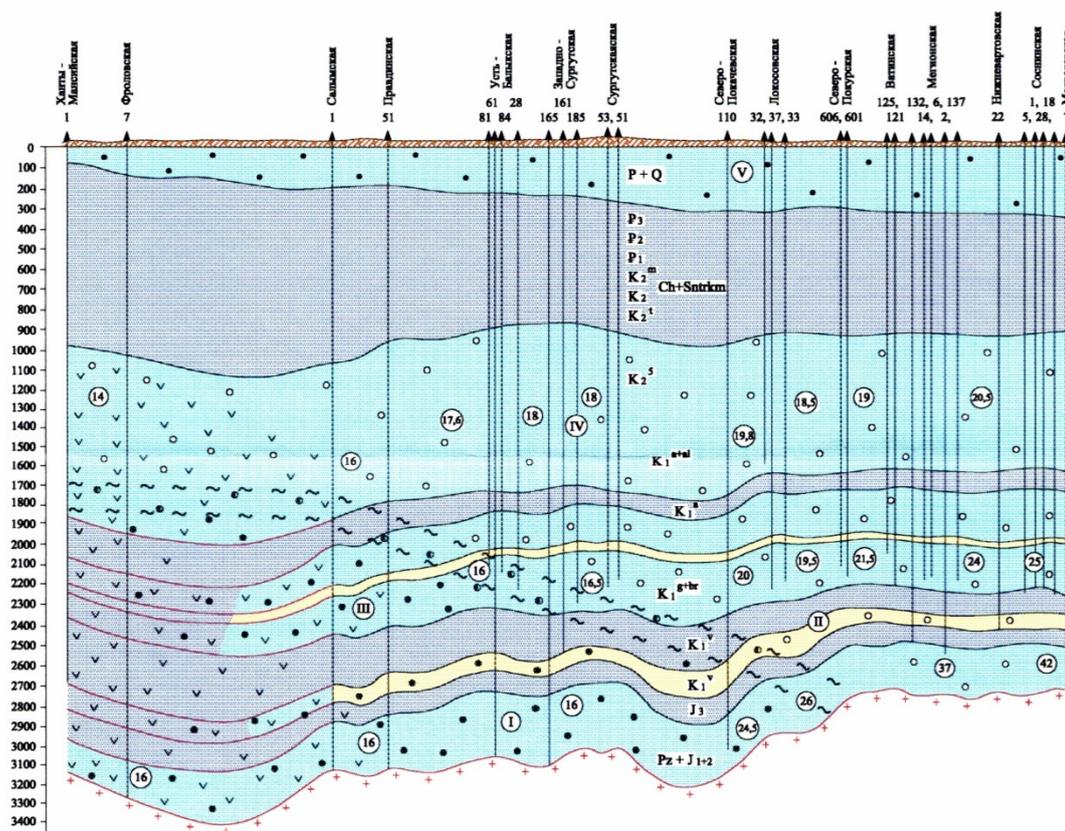
#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Анисимов Л.А., Новиков А.А.* Пластовые воды глубоких отложений девона Нижнего Поволжья. Докл. АН СССР. 1977. Т. 236, № 1. С. 188–191.
2. *Анисимов Л.А.* Памятно-Сасовское месторождение: опыт резервуарных исследований // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2009. № 4. С. 69–76.
3. *Дюнин В.И.* Гидродинамика глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов. М.: Научный мир, 2000. 472 с.
4. *Карцев А.А., Вагин С.Б., Матусевич В.М.* Гидрогеология нефтегазоносных бассейнов. М.: Недра, 1986. 244 с.
5. *Матусевич В.М.* Геохимия подземных вод Западно-Сибирского мегабассейна. М.: Недра, 1976. 158 с.
6. *Розин А.А.* Подземные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна и их формирование. Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирское отд., 1977. 101 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Масштаб гориз. 10 0 10 20 30 км

Составил Дьяконов В.П.



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- |   |  |   |                                       |
|---|--|---|---------------------------------------|
|  | водоносный комплекс                    |  | • воды гидрокарбонатнонатриевого типа |
|  | водоупорная толща                      |  | • воды хлормagneйного типа            |
|  | заглинизированные отложения комплексов |  | ○ воды хлоркальциевого типа           |
|  | отложения, не изученные по составу вод |  | ① минерализация вод, г / л            |
|  | границы комплексов (стратиграфические) |  | ② номера водоносных комплексов        |
|  | условные границы комплексов            |   |                                       |
|  | границы смены типа вод                 |   |                                       |

Рис. 1. Схематический гидрогеологический разрез Широ́тного Приобья (по данным В.П. Дьяконова, 1997 г.)