

**ВАРИАЦИИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
В НЕФТЯНОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

А. Р. Абдуллина, Р.Р. Галлямов, З.Г. Калкаманова

**Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия**

Формирование химического состава подземных вод (ПВ) определяется многочисленными гидрогеохимическими и гидробиохимическими процессами, которые контролируются разнообразными факторами. Последние часто объединяются в две основные группы – природных и техногенных (природно-техногенных) факторов. Важнейшее значение в первой группе имеют литолого-фациальные особенности гидрогеологических разрезов и время взаимодействия в системе “вода-порода”. Ярким же примером совокупного действия разнообразных факторов на характер и структуру гидрогеохимического поля является верхняя часть гидролитосферы нефтяного региона Республики Татарстан.

Основные нефтяные богатства Татарстана сосредоточены в его юго-восточной части, именуемой Восточно-Закамским регионом, где с середины XX в. разрабатываются такие крупные месторождения, как Ромашкинское, Ново-Елховское и Бавлинское. Регион расположен в пределах Южно-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы Восточно-Европейской платформы и в пределах Восточно-Русского сложного артезианского бассейна блоково-пластовых вод. Зона активного водообмена обладает здесь мощностью до 300-350 м и охватывает комплекс пермских и плиоцен-четвертичных образований. Пермские отложения в объеме уфимского, казанского, уржумского и северодвинского ярусов характеризуются максимальным площадным распространением. Они отличаются широким спектром фациальных условий формирования – от морских (верхнешельфовых) до континентальных (озерных, аллювиальных и др.) [1]. Морские отложения обладают, преимущественно, карбонатно-терригенным составом и серой окраской, мощности их отдельных прослоев могут достигать 20 м, реже более; тогда как континентальные – в основном представлены песчано-глинистыми пестроцветными образованиями, с толщиной прослоев редко когда превышающей 6–8 м. Важной чертой пермской толщи является ее заглипсованность, степень которой нарастает в восточном направлении. Гипсы отмечаются как в виде редких мелких включений, так и отдельных невыдержанных слоёв до 0,5–1 м, реже более. Плиоцен-четвертичные отложения представлены песчано-глинистыми породами. Максимальной мощностью (до 210 м) они обладают в палео- и современных речных долинах, ширина которых обычно не превышает 10 км.

В рассматриваемой осадочной толще выделяется ряд водоносных и слабоводоносных комплексов, связанных межпластовым взаимодействием (перетеканием) по схеме А. Н. Мятлева. Основными областями питания ПВ являются водораздельные пространства, а разгрузки – речные долины, т.е. верхняя часть разреза Восточно-Закамского региона является областью преимущественного развития междуречных подземных потоков. Она также дифференцирована в гидрогеохимическом отношении. Здесь отчетливо выделяются две подзоны – пресных и солоноватых ПВ, которые на значительной части территории разграничиваются водоупорным горизонтом так называемых “лингуловых глин”, залегающих в основании казанского яруса и обладающих средней мощностью 10–15 м [2, 4].

Подземные воды надлингуловой части разреза характеризуются довольно высокой вариабельностью состава и минерализации. На отдельных участках изменчивость состава может резко проявляться даже в пределах одного водоносного горизонта на небольших расстояниях. В целом, значительным площадным распространением пользуются воды с преобладанием в анионном составе гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов; при этом их катионная составляющая может быть практически любой – кальциевой, натриевой, магниевой-кальциевой и т.д., а минерализация – 0,2–10 г/дм³. Данные особенности состава ПВ определяются комплексом факторов, важнейшее значение среди которых имеют глубина залегания и литолого-фациальные особенности водовмещающих толщ (природный фактор), а также характер и уровень техногенного воздействия на гидролитосферу.

Составы ПВ, при преобладании природных факторов их формирования, обычно имеют бимодальный характер распределения [3, 4]. С одной стороны, это гидрокарбонатные воды с минерализацией до 0,6 г/дм³, реже более, и жесткостью (здесь и далее понимается общая жесткость) до 7–8 ммоль/дм³; с другой – гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные воды с минерализацией до 2–3 г/дм³ и жесткостью до 20–30 ммоль/дм³ (при наименовании типа воды на последнем месте отражен преобладающий компонент, согласно [5]). В первом случае основным гидрогеохимическим процессом является углекислотное выщелачивание карбонатно-терригенных пород, при этом преобладающий объем маломинерализованных гидрокарбонатных ПВ характеризуется питьевым качеством; во втором – выщелачивание и растворение гипсов, и смешение с водами более глубокой циркуляции в зонах разгрузки.

На участках интенсивного техногенного воздействия проявляются три основные гидрогеохимические группы ПВ. В первой из них отмечается повышенная (более 20 %-моль) роль хлоридов, при этом минерализация может достигать 5–10 г/дм³, а жесткость – 40–70 ммоль/дм³. Эти ПВ отчетливо маркируют контуры крупных нефтяных месторождений. Площади их развития могут составлять многие десятки км², их формирование в первую очередь связано с утечками, иногда аварийными, попутных нефтяных вод (рассолов с минерализацией до 300 г/дм³) из многочисленных трубопроводов и емкостей хранения [2, 3]. Вторая группа ПВ с преобладающим влиянием техногенного фактора на формирование их состава характеризуется повышенными содержаниями нитратов и органического вещества; здесь минерализация – до 2–2,5 г/дм³, а жесткость – 15–20 ммоль/

дм³. Третья же группа ПВ отличается сверхпредельными концентрациями ряда тяжелых металлов (Fe, Mn, Pb и др.) и, довольно часто, органического вещества; при этом воды могут быть пресными и относительно мягкими, и характеризоваться гидрокарбонатным составом. Нитратные воды тяготеют ко многим населенным пунктам, крупным животноводческим комплексам, складам удобрений и т.д., участки их развития отражают области сельскохозяйственного загрязнения; а ПВ, обогащенные тяжелыми металлами, обычны для крупных промышленных центров и их окраин (г.г. Набережные Челны, Нижнекамск и некоторые другие) [3, 4].

Количественная оценка роли тех или иных факторов в формировании состава ПВ может быть проведена на основе анализа водных вытяжек, гидрогеохимического моделирования и некоторых других методов исследований. В данной статье рассматриваются результаты аналитических исследований водных вытяжек, приготовленных со всех основных разновидностей почв и пород верхней части разреза на основе дистиллированной воды (табл.). В вытяжках определялись рН, электропроводность, концентрации основных анионов и катионов, а также ряда тяжёлых металлов – Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn. Основными аналитическими инструментами выступали ионные хроматографы Dionex-1600 и атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA-700.

Анализ таблицы свидетельствует, что даже кратковременное взаимодействие дистиллированной воды с почвами, покровными суглинками и карбонатными породами приводит к появлению гидрокарбонатных кальциевых вод с минерализацией 0,2-0,3 г/дм³. В реальных природных условиях нефтяного региона Татарстана минимальная минерализация родниковых вод составляет около 0,15 г/дм³, а общая жёсткость – 2,5-3,0 ммоль/дм³. Большая часть нисходящих родников, дренирующих подземные воды верхней части карбонатно-терригенных разрезов вне зон интенсивного техногенного воздействия, характеризуется минерализацией 0,3-0,6 г/дм³ и жёсткостью 4,0-7,0 ммоль/дм³. Отличие этих данных от приведенных в таблице связано с двумя основными причинами. Во-первых, большей длительностью взаимодействия в системе “вода-порода”; во-вторых более высоким парциальным давлением углекислого газа в зоне аэрации и зоне насыщения в сравнении с таковым в атмосферном воздухе. Подтверждением этого является проведенная нами в 2015-2016 гг. газогеохимическая съемка анализатором Есоробе 5. Если в приземной части атмосферы детектируемая анализатором концентрация углекислого газа составляла 320-400 ppm, то уже на глубине 0,2-0,3 м на уровне почвенного слоя она была не менее 800-900 ppm, доходя участками на глубине до 1,5 м до 100000 ppm. От парциального давления углекислого газа зависит содержание в воде гидрокарбонат-иона. Если в водных вытяжках максимальная концентрация HCO₃⁻ составляла 183 мг/дм³, при преобладающих значениях менее 100 мг/дм³, то в родниковых водах она обычно превышает 250-280 мг/дм³. Повышенное парциальное давление углекислого газа определяет не только более высокие содержания гидрокарбонатов, но и более высокую углекислотную агрессивность подземных вод, что в конечном итоге и определяет более высокие значения минерализации, жёсткости и содержаний практически всех компонентов состава природных вод в сравнении с лабораторными водами (при подготовке водных вытяжек в стандартных атмосферных условиях).

Таблица

Характеристика водных вытяжек

Литотипы	Индекс возраста	Кол-во проб	Минерализация (мг/дм ³)	Жесткость (ммоль/дм ³)
Почва	Q	9	119-264	0,7-2,62
Суглинок	Q	11	84-218	0,36-1,91
Песчаник	P,kz-P,ur	12	55-151	0,36-1,17
Глина	P,kz-P,ur	10	60-163	0,47-1,01
Мергель	P,kz-P,ur	6	128-228	0,8-2,4
Известняк	P,kz	5	131-285	1,1-2,8

Таким образом, основные особенности состава пресных подземных вод в ненарушенных или слабо нарушенных условиях нефтяного региона Татарстана хорошо объясняются взаимодействием атмосферных осадков с породами геологического разреза, при этом максимальной минерализующей ролью характеризуются карбонатные породы, а также чернозёмные почвы и покровные суглинки элювиального и делювиального генезиса.

Литература

1. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бурова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
2. Гидрогеоэкологические исследования в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / Под ред. А. И. Короткова и В. К. Учаева. – Казань: Изд-во НПО “Рефер”, 2007. – 300 с.
3. [Мусин Р. Х. Техногенные изменения в гидrolитосфере Республики Татарстан // Недропользование XXI век. – 2013. – № 5. – С. 61-66.](#)
4. [Мусин Р. Х., Калкаманова З. Г. Формирование состава подземных вод в верхней части гидrolитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. - 2016. - № 2. - С. 18-22.](#)
5. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.