

УДК 556.3(470.41)

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПИТЬЕВЫЕ ВОДЫ ЮГО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

М.С. Зарипов, Р.Х. Сунгатуллин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, 420008, Россия

Аннотация

Объектом исследования явились минеральные природные питьевые воды территорий Лениногорского и Альметьевского районов Республики Татарстан. Проведены статистическая обработка результатов гидрохимических анализов и районирование по степени перспективности поиска минеральных питьевых вод с прогнозом выявления месторождений новых типов согласно требованиям ГОСТ Р 54316–2011. Практический интерес на территории исследованных районов представляют преимущественно минеральные воды пермских отложений, а самыми распространенными минеральными питьевыми водами являются хлоридная магниевая-кальциевая; сульфатная магниевая-кальциевая; хлоридная натриево-кальциевая; гидрокарбонатно-хлоридная натриево-магниевая-кальциевая; хлоридная кальциевая; гидрокарбонатно-хлоридная натриево-магниевая-кальциевая. Выявлены особенности поведения хлор- и гидрокарбонат-ионов в минеральных водах на территории Ромашкинского и Ново-Елховского месторождений нефти и площадях битумных залежей. Показана взаимосвязь и взаимообусловленность подземной гидросферы с другими геологическими средами и техносферой. Даны рекомендации по использованию минеральных питьевых вод, развитию гидроминеральной базы заводов розлива и созданию курортно-санаторных учреждений с проведением специальных анализов в сертифицированных лабораториях.

Ключевые слова: минеральные воды, пермские породы, гидрохимия, техногенез, Республика Татарстан, Лениногорский район, Альметьевский район

Введение

Вещества, потребляемые человеком с питьевой водой, выполняют в его организме важнейшие физиологические функции и формируют микроэлементный баланс организма, а основные лечебные свойства минеральных вод определяются содержанием в них химических элементов. К минеральным природным питьевым водам относят воды, добытые из водоносных горизонтов и защищенных от антропогенного воздействия, сохраняющих естественный химический состав, а при повышенной минерализации и содержании биологически активных компонентов оказывающие лечебно-профилактическое действие [1]. Выделяются два основных класса минеральных вод, используемых в лечебно-питьевых целях: 1) минеральные воды без специфических компонентов с минерализацией от 1 до 10 г/дм³; 2) минеральные воды с повышенной концентрацией биологически активных компонентов и с минерализацией 10–15 г/дм³ или менее 1 г/дм³.

Постановка задачи

Цель настоящей работы заключалась в рассмотрении условий формирования, особенностей химического состава и размещения минеральных питьевых вод на юго-востоке Республики Татарстан (РТ) – одного из традиционных добывающих регионов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Сегодня на данной территории минеральные воды используются в двух санаториях – «Ян» (Альметьевский район) и «Бакирово» (Лениногорский район). Запасы Бакировского месторождения минеральных питьевых вод категории А составляют ($\text{м}^3/\text{сут}$): 432 – лечебно-столовые воды, 216 – лечебные воды. Запасы лечебно-столовых вод санатория-профилактория «Ян» категории C_1 составляют $4 \text{ м}^3/\text{сут}$. Однако возможности практического применения минеральных вод могут быть значительно расширены за счет разработки новых типов, учитывая, что в мире достаточно интенсивно развивается индустрия розлива питьевых лечебных и лечебно-столовых вод. Поэтому ниже рассмотрены минеральные воды на территории вышеуказанных муниципальных районов, которые потенциально пригодны для использования в качестве питьевых лечебных и лечебно-столовых вод. Проведенный нами анализ пространственного распределения минеральных вод позволил дополнить выводы предшествующих исследователей ([2–8] и др.) и получить новые результаты с учетом требований нормативного документа по минеральным природным питьевым водам [1], действующего с 2012 г. на территории Российской Федерации.

Методика работ и объекты исследований

Методика выполнения работ включала следующие последовательные виды исследований: а) составление каталога минеральных вод Лениногорского и Альметьевского районов на основе данных по месторождениям подземных минеральных вод, скважинам, родникам и колодцам, обследованным при проведении геолого-съёмочных, гидрогеологических и экологических работ; б) создание компьютерных баз данных по основным компонентам минеральных ресурсов районов, которые регламентируются [1]; в) изучение условий формирования и закономерностей размещения минеральных вод.

Обработка результатов химических анализов вод осуществлялась методами математической статистики с использованием программного пакета Statistica. Для создания компьютерных баз данных использовались химические анализы вод по 121 пункту (рис. 1) из отчетов о результатах геологических и гидрогеологических исследований, проведенных за последние 20 лет на территории Лениногорского и Альметьевского районов, опубликованных работ и архивных материалов. Изученный регион расположен в пределах Южно-Татарского свода – крупной антиклинальной структуры с многочисленными зонами трещиноватости [9], что определяет характер залегания, распространения, условий питания и разгрузки водоносных комплексов и горизонтов. Ранее было установлено [7], что для территории РТ наиболее продуктивным тектоническим объектом на минеральные воды является именно Южно-Татарский свод. В пределах последнего сконцентрировано более 40% проявлений; только здесь встречаются минеральные воды типа «Нагутский-56» («Боржомский» по [10]), «Нагутский-26»

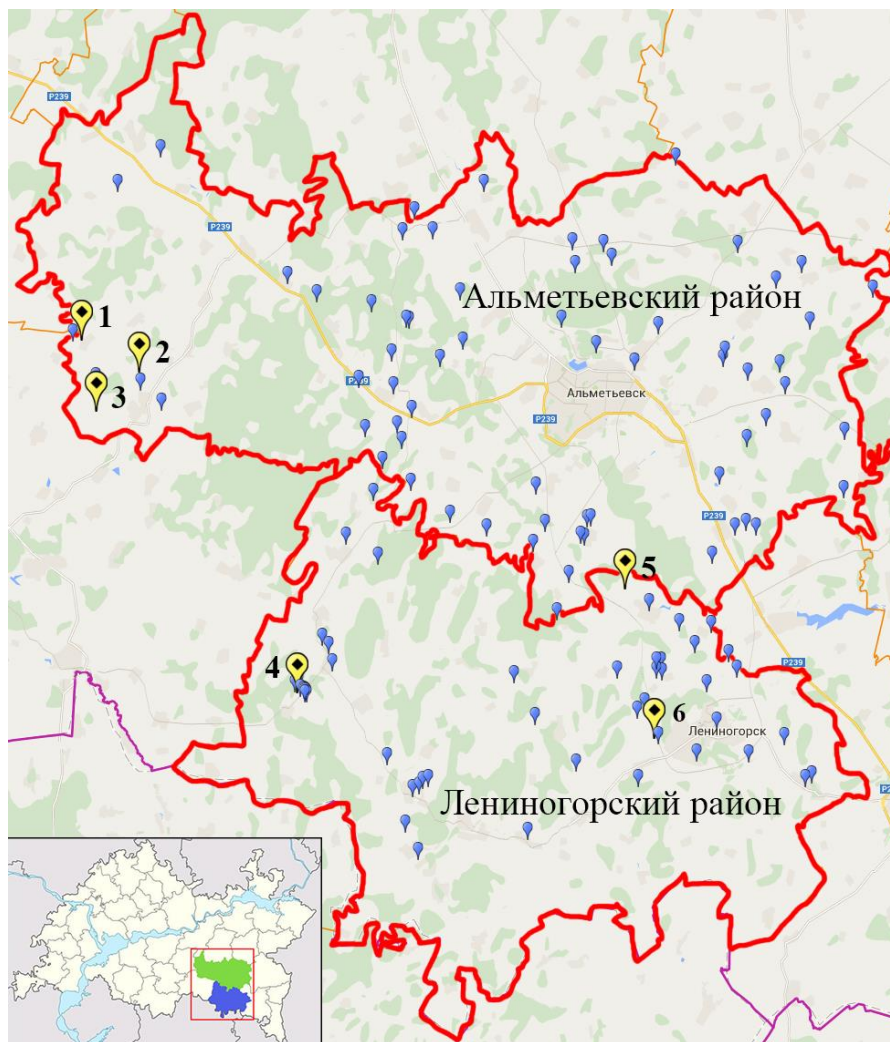


Рис. 1. Размещение исследованных водопунктов. Желтым цветом выделены новые типы минеральных питьевых вод: 1 – «Ергенинский»; 2 – «Казанский»; 3 – «Нагутский»; 4 – «Железноводский»; 5 – «Старорусский»; 6 – «Карачинский»

(«Дилижанский»), «Бугунтинский» («Варницкий»), «Ергенинский» («Алма-Атинский»), «Калининградский» («Миргородский»), «Сенежский» («Нафтуся»), все разновидности вод с повышенным содержанием биологически активных микрокомпонентов. Это подтверждает огромный минерагенический потенциал данной структуры, обусловленный геологическими, тектоническими и гидрогеологическими причинами.

Обсуждение результатов

С учетом особенностей геологического строения в пределах Альметьевского и Ленингорского районов выделены следующие гидростратиграфические подразделения, в которых встречаются минеральные питьевые воды (рис. 2): 1) водоносный четвертичный аллювиальный комплекс (аQ); 2) проницаемый

локально-водоносный уржумский карбонатно-терригенный комплекс (P_{2ur}); 3) водоносная верхнеказанская карбонатно-терригенная свита (P_{2kz_2}); 4) водоносная нижнеказанская карбонатно-терригенная свита (P_{2kz_1}); 5) водоносный шешминский терригенный комплекс ($P_{1šš}$); 6) водоносный стерлитамакско-соликамский сульфатно-карбонатный комплекс (P_{1st-sk}); 7) водоупорный локально-водоносный каширско-ассельский сульфатно-карбонатный комплекс ($C_2kš-P_{1a}$).

К ведущим факторам формирования химического состава минеральных вод относится состав водовмещающих пород. В водоносных горизонтах, заключенных в осадочных толщах, обогащение вод ионами осуществляется непосредственно за счет углекислотного выщелачивания растворимых минералов, находящихся в породах. Например, основными растворимыми минералами, определяющими химический состав подземных вод юго-востока РТ, являются кальцит $CaCO_3$, доломит $CaMg(CO_3)_2$ и гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Формированию гидрокарбонатных вод в четвертичных и казанских отложениях способствуют литологические особенности и благоприятные условия для инфильтрации вод и кислорода, а к образованию сульфатных вод приводит наличие ангидритов и гипсов в разрезах приуральского отдела пермской системы. Они разделяются в пределах рассматриваемой территории водоупором «лингуловые глины» (рис. 2). Последний делит зону активного водообмена на две гидродинамические подзоны: в верхней подзоне формируются безнапорные, субнапорные воды гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава; в нижней подзоне встречаются напорные воды сульфатного и хлоридного натриево-кальциевого состава.

На территории изученных районов наиболее распространены минеральные воды в пермских (биармийских и приуральских) стратонах (рис. 2), на долю которых приходится более 80% всех проявлений; при этом более половины водопунктов встречается в отложениях казанского яруса. Минерализация вод изменяется от 0.48 до 9.84 г/дм³, что соответствует пресным, слабо-, мало- и среднеминерализованным водам [1] и увеличивается сверху вниз по разрезу. Так, средняя минерализация в биармийских отложениях составляет 1.9 г/дм³, а в приуральских она в 2 раза больше – 3.8 г/дм³.

На карте размещения водопунктов (рис. 1) показаны проявления минеральных вод, которые могут использоваться в лечебно-питьевых целях и аналогичны известным типам вод РТ, Российской Федерации и стран ближнего зарубежья. Как видно, минеральные воды достаточно равномерно распространены на территории районов. Большая часть водопунктов приходится на родники (55%), далее следуют скважины (41%) и небольшое количество (4%) колодцев. Такое соотношение водопунктов с минеральными водами отличает исследованные районы от всей территории РТ, где преобладают скважины (72%), а родники составляют 24% [7]. По нашему мнению, юго-восток имеет некоторые отличительные признаки, которые привели к преобладанию здесь родникового стока. Так, к особым природным условиям изученного региона можно отнести самые высокие отметки современного и палеорельефа, зоны проницаемости в осадочном чехле, близкое расположение наиболее древних раннепермских (приуральских) пород к современной земной поверхности и разгрузка приуроченных к ним водоносных горизонтов в виде родников в речные долины.

система	отдел	ярус	подъярус	ГОРИЗОНТ СВИТА	КОМПЛЕКС	индекс	распространение наименований минеральных вод													
							распределение минеральных вод, %	хлоридная магниево-кальциевая	хлоридная натриево-кальциевая	сульфатная магниево-кальциевая	гидрокарбонатно-хлоридная натриево-магниево-кальциевая	сульфатная натриево-магниево-кальциевая	хлоридная магниево-натриево-кальциевая							
							50													
ПЕРМСКАЯ	четвертичная	БИАРМИЙСКИЙ				УРЖУМСКИЙ	P_2ur													
		КАЗАНСКИЙ						верхний	P_2Kz_2											
		нижний								водоносная верхнеказанская карбонатно-терригенная	P_2Kz_1									
		ПРИУРАЛЬСКИЙ						УФИМСКИЙ	водоносный шешиминский терригенный			P_1ss								
		САКМАРСКИЙ				водоносный стерлитамакско-соликамский сульфатно-карбонатный	P_1st-sk													
		АССЕЛЬСКИЙ						водоупорный локально-водоносный пашинский сульфатно-карбонатный	C_2ks-P_1a											
		КАМЕННО-УГОЛЬНАЯ	СРЕДНИЙ	МОСКОВСКИЙ	КАМЕННЫЙ	водоносный воднокавказская карбонатно-терригенная	P_2Kz_1													
						водоносная верхнеказанская карбонатно-терригенная	P_2Kz_2													
						проницаемый локально-водоносный уркулский карбонатно-терригенный	P_2ur													
						водоносный четвертичный апллювиальный	aQ_p													

Рис. 2. Наиболее распространенные типы минеральных питьевых вод в осадочном разрезе юго-востока РТ. Красная линия – водоупор «лингуловые глины»

Распределение основных компонентов показало (рис. 3), что на территории изученных районов можно обнаружить многие группы минеральных питьевых вод по [1]. Самыми распространенными в Альметьевском районе являются следующие наименования вод: хлоридная магниево-кальциевая (14% всех минеральных вод района), хлоридная кальциево-натриевая (7%), хлоридная натриево-

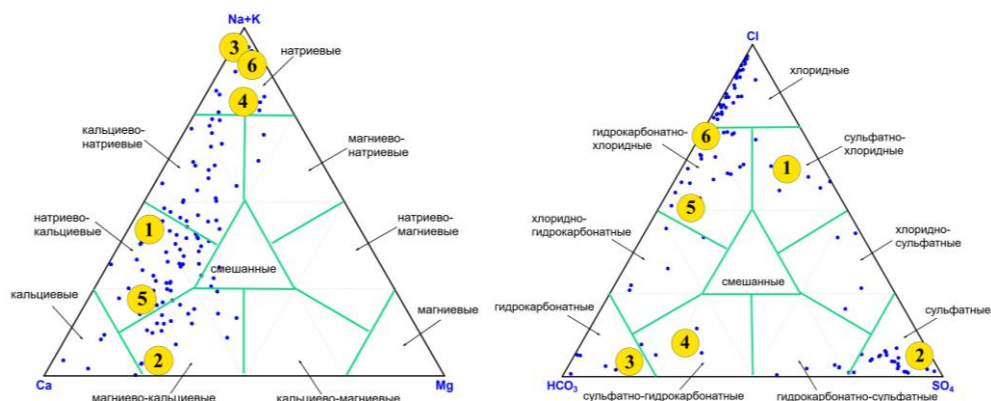


Рис. 3. Диаграмма распределения катионов (слева) и анионов (справа) в минеральных водах. Желтые кружки – новые типы минеральных питьевых вод (см. рис. 1)

кальциевая (7%), хлоридная кальциевая (5.6%), сульфатная магниевое-кальциевая (4.2%). В Лениногорском районе преобладают следующие наименования минеральных вод: хлоридная магниевое-кальциевая (12.3%), сульфатная магниевое-кальциевая (7%), гидрокарбонатно-хлоридная натриево-магниевое-кальциевая (5.3%), хлоридная магниевое-натриево-кальциевая (5.3%), сульфатная натриево-магниевое-кальциевая (5.3%). На территории районов не встречаются воды магниевое и магниевое-натриево катионного состава, а среди анионов отсутствуют смешанные воды.

Одна из главных особенностей всех подземных вод и, в частности, минеральных вод связана с их подвижностью, тесной взаимосвязью с окружающим пространством и техногенными объектами. За счет межгеосферного обмена [11] интенсивная нефтедобыча на юго-востоке РТ за последние 70 лет кардинально изменила гидрохимический облик подземных вод ([12–14] и др.) При этом в результате нефтепромыслового воздействия в природные воды могут поступать как ионы, аналогичные тем, что обычно входят в состав природных вод (хлориды, сульфаты, натрий, кальций и др.), так и компоненты, которые являются чужеродными для естественных условий. Параллельно быстро увеличивается группа вод, не пригодная для хозяйственно-питьевого водоснабжения, но которая может рассматриваться как перспективные объекты для обнаружения минеральных лечебных и лечебно-столовых вод [15].

Воздействие техногенеза на окружающую среду особенно выражено в нефтяных районах, к которым относятся Лениногорский и Альметьевский районы РТ. Именно здесь расположены уникальное Ромашкинское и крупное Ново-Елховское месторождения нефти. Основными источниками загрязнения подземных вод на территории нефтепромыслов являются эксплуатационные и нагнетательные скважины, нефтепроводы, водоводы, товарные парки, установки подготовки нефти и воды, селитерные и другие техногенные объекты. К специфическим техногенным условиям юго-востока РТ относятся: наличие большого количества глубоких нефтяных скважин, техногенно-индуцированные землетрясения, кардинальное изменение гидродинамических параметров и гидрохимической обстановки при добыче нефти [11, 16, 17].

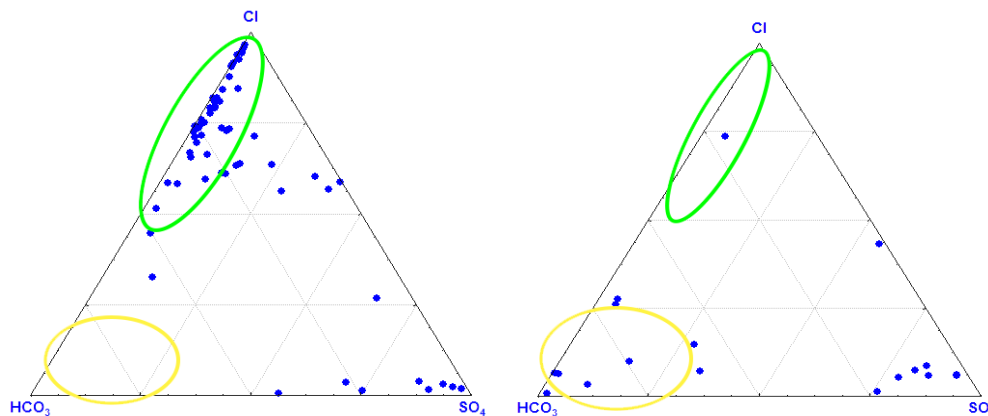


Рис. 4. Распределение анионов в минеральных водах Ромашкинского месторождения нефти (слева) и битумных залежей (справа)

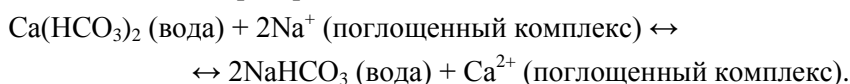
В районах нефтедобычи могут формироваться специфические вертикальные цилиндрические гидрогеологические аномалии за счет восходящего и нисходящего водообменов, которые к тому же расширяют свои границы в пространстве по мере разработки нефтяных залежей [17]. В пределах столбообразных структур можно обнаружить проявления минеральных вод, возникающие при взаимодействии подземных вод с породами в процессе заводнения нефтяных месторождений [18]. Так, например, проявления минеральных вод сульфатно-хлоридного состава приурочены к Ромашкинскому (рис. 4) и Ново-Елховскому месторождениям нефти и практически не встречаются в пределах Алтунино-Шунакского разлома, который разделяет месторождения. Это может свидетельствовать о техногенной трансформации подземной гидросферы в местах нефтедобычи.

В рассматриваемых районах за счет нефтедобычи создаются условия для поступления из зоны затрудненного водообмена минерализованных вод, являющихся по анионному составу хлоридными, сульфатно-хлоридными и реже сульфатными. Разработка Ромашкинского и других месторождений осуществляется с применением заводнения продуктивных пластов для поддержания пластового давления. При этом для закачки используют попутные нефтяные воды, представляющие собой высокоминерализованные хлоридные рассолы. Это привело к возникновению смесей различных гидрохимических фаций, непрерывно изменяющихся в пространстве и во времени в зависимости от объемов пластовых и закачиваемых вод. При смешении пресных закачиваемых вод с минерализованными пластовыми водами прежде всего происходит физическое разбавление последних. В результате в пластовых водах уменьшается содержание ионов хлора, кальция, магния, натрия, йода, брома и увеличивается содержание сульфатов, гидрокарбонатов [14,16].

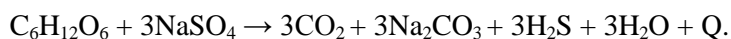
После извлечения углеводородов нефтепромысел может быть переориентирован на добычу минеральных и промышленных подземных вод [19]. Здесь необходимо учитывать, что хлориды и сульфаты относятся к очень стойким и медленно распадающимся соединениям: время их распада в воде составляет десятки и сотни лет [20]. Это определяет возможность длительного использования

минеральных ресурсов подземной гидросферы в регионах традиционной добычи углеводородов.

Кроме того, некоторые водопроявления на территории районов обладают гидрокарбонатным натриевым составом (так называемые содовые воды) и расположены они на площади распространения залежей битумов (рис. 5). В этих водах содержание HCO_3^- выражается граммами и более на 1 л; в них гидрокарбонат-ионы связаны с ионами натрия, причем кальция и магния в подобных водах мало. Содовые воды чаще всего формируются при выветривании осадочных пород, содержащих натрий. Кроме того, содовые воды могут возникать в результате катионного обмена с гидрокарбонатными кальциевыми водами по схеме [21]:



Другим способом образования содовых вод является влияние органического вещества. По мнению авторов работы [4], формирование вод гидрокарбонатного класса (типа «Нафтуса», российским аналогом которой является вода «Волжанка» Ундоровского типа XXXIII группы [1]) в районах битумных залежей определяется течением процессов сульфатредукции и выщелачиванием гипсоносных пород с последующим замещением кальция на натрий. При этом активно протекающий процесс бактериальной десульфатизации вод приводит к накоплению в растворе гидрокарбонат-иона и сульфидов. Скорость десульфатизации может значительно опережать скорость накопления сульфатов за счет выщелачивания, а это, в свою очередь, приводит к образованию сначала гидрокарбонатно-сульфатных, а затем и гидрокарбонатных вод. В результате из воды исчезают сульфатные ионы, появляются H_2S и CO_2 , а химический тип воды меняется следующим образом:



По-видимому, все отмеченные выше процессы могли участвовать и при формировании содовых вод в западной части Альметьевского и Лениногорского районов, где они приурочены к битумным залежам в песчаниках уфимского яруса. Известно, что битумонефтегазоносные бассейны генетически связаны с артезианскими, поэтому изучение гидрохимических особенностей подземных вод (и, в частности, содовых вод) может иметь важное экологическое значение для территории разработок битумных залежей.

Распределение катионов в минеральных водах в пределах нефтяных и битумных залежей не выявило каких-либо существенных различий, тогда как на диаграммах распределения анионов четко выделяется хлор-ион в пределах Ромашкинского (рис. 4) и Ново-Елховского месторождений нефти. В подземных водах, приуроченных к залежам битумов, наблюдается наличие гидрокарбонатов (рис. 4), которые практически не встречаются на территории нефтяных месторождений.

Таким образом, химическая трансформация подземных вод изученных районов связана в основном с деятельностью нефтепромыслов. При этом влияние техногенных объектов сказывается, преимущественно, на анионном составе подземных вод. Водопроявления, приуроченные к разрабатываемым залежам углеводородов, можно отнести к «техногенному» типу минеральных питьевых вод, которые требуют дополнительных исследований.

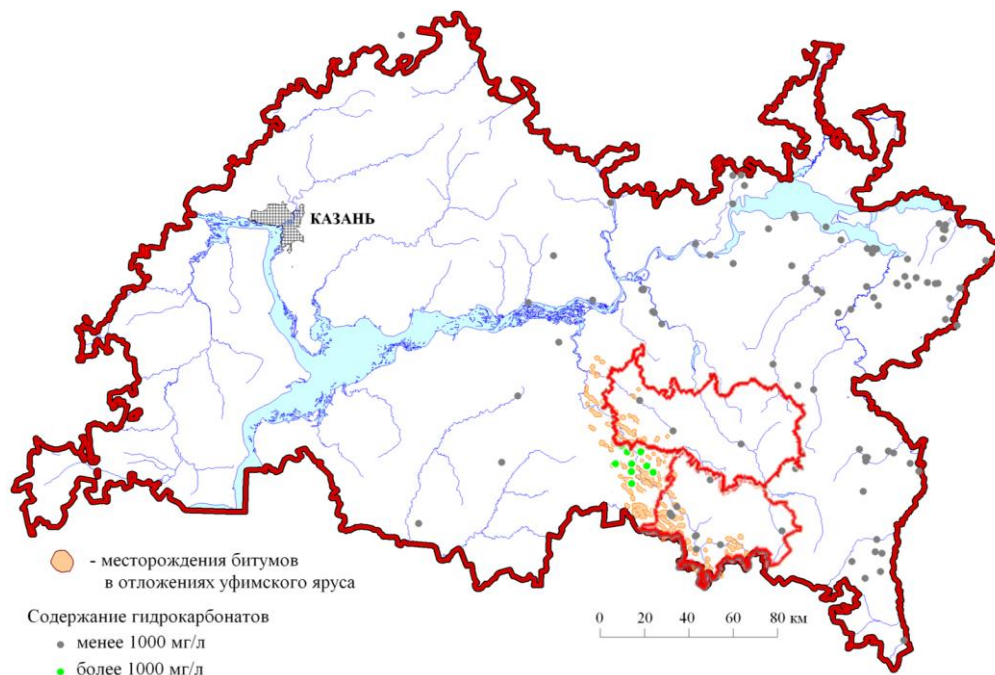


Рис. 5. Битумные месторождения РТ и гидрокарбонатные натриевые воды, по [22]

Заключение

На территории изученных нами районов в настоящее время используются подземные минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые воды XIII группы в санатории-профилактории «Бакирово» и лечебно-столовые воды XI группы в санатории-профилактории «Ян». Данные группы вод можно отнести к эталонным для юго-востока РТ. Кроме этих типов здесь встречаются новые группы и типы вод (рис. 1). Для Альметьевского района это типы:

- «Железноводский», VIII группа (сульфатно-гидрокарбонатная натриевая);
- «Нагутский», I группа (гидрокарбонатно-натриевая, содержащая органические вещества);
- «Казанский», XII группа (сульфатная магниевое-кальциевая).

Водопроявления новых типов находятся в западной части Альметьевского района на границе с Черемшанским районом, в бассейне р. Шешма возле сел Нижнее Абдулово, Елхово и Дальняя Ивановка (рис. 1). Особый интерес представляет минеральная вода водопункта № 3 в связи с повышенным содержанием в ней органических веществ, которые связаны с залежами битумов (рис. 5). Таким образом, выделенное водопроявление может быть местным аналогом марок «Нафтуся» («Волжанка»). Благодаря близкому расположению водопунктов новых типов и развитой транспортной инфраструктуре, данная территория перспективна для создания завода розлива минеральных вод типов «Железноводский» и «Казанский», а также курортно-санаторного учреждения, базирующегося на использовании вод типа «Нагутский» с высоким содержанием органических веществ.

В Лениногорском районе к новым типам вод относятся (рис. 1):

- «Старорусский», XXVII группа (гидрокарбонатно-хлоридная магниевонатриево-кальциевая);
- «Ергенинский», XXI группа (сульфатно-хлоридная натриево-кальциевая, содержащая органические вещества);
- «Карачинский», XXV группа (гидрокарбонатно-хлоридная натриевая).

Водопроявления новых типов минеральных вод района расположены на западе – водопункт № 4 около с. Сарабикулово, на севере – водопункт № 5 около с. Зай-Каратай и в центральной части – водопункт № 6 на севере г. Лениногорск (рис. 1). Как и в Альметьевском районе, здесь расположено водопроявление № 4 с повышенным содержанием органических веществ. Рядом расположены проявления с сульфатно-натриевой водой типа «Ивановский» и с повышенным содержанием кремниевой кислоты. Благодаря разнообразию минеральных вод, развитой инфраструктуре и отдаленности от крупных населенных пунктов, на данной площади возможно прогнозировать создание нового санатория. На базе водопунктов № 5 и 6 можно построить заводы розлива минеральных столовых вод.

Воды новых типов назначаются как лечебно-столовые и показаны к применению при заболеваниях пищевода, хроническом гастрите, язвенной болезни желудка, болезнях печени, поджелудочной железы, обмена веществ и мочевыводящих путей [1].

Основными выводами проведенного исследования являются следующие.

1. Минеральные питьевые лечебно-столовые воды на юго-востоке Татарстана, пригодные для промышленного розлива, преимущественно встречаются в пермских стратонах. Преобладающая часть минеральных вод по анионному составу относится к хлоридным и сульфатным, а по катионному составу – к натриевым и кальциевым.

2. Лениногорский и Альметьевский районы – наиболее перспективные на территории РТ для разработки минеральных питьевых вод. Ведущими факторами, влияющими на формирование химического состава и минерализации подземных вод изученных районов, являются состав водовмещающих пород и высокая техногенная нагрузка.

3. Самыми распространенными типами лечебно-столовых вод являются «Иркутский», «Калининградский», «Краинский», «Кашинский» и «Московский».

4. Выделены новые типы минеральных вод («Железноводский», «Нагутский», «Казанский», «Старорусский», «Ергенинский», «Карачинский»), которые требуют дальнейшего специального изучения.

5. Минеральные воды нефтяных и битумных залежей имеют четкие гидрохимические различия. Для первых характерно преобладание хлора среди анионов, а для вторых – гидрокарбонат-иона.

6. На основе полученных данных можно прогнозировать развитие санаторно-курортных учреждений и создание заводов розлива минеральных вод на юго-востоке РТ.

Литература

1. ГОСТ Р 54316–2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2011. – 41 с.
2. *Афанасьев Т.П.* Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 262 с.
3. *Блюмштейн З.Н.* Курорты Татарии. – Казань: Казан. гос. ун-т, 1970. – 96 с.
4. *Доронкин К.Н., Анисимов Б.В., Каримов М.Ж., Ибрагимов Р.Л., Покровский В.А., Файзуллин В.А.* Перспективы поиска и разведки лечебных минеральных вод // Пермские отложения Республики Татарстан. – Казань: Экоцентр, 1996. – С. 231–236.
5. Подземные воды Татарии / Под ред. М.Е. Королева. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1987. – 189 с.
6. *Станкевич Е.Ф., Кашистанов С.Г.* Гидрохимическая характеристика пресных и слабосоленоватых подземных вод Татарской АССР // Гидрогеология и геотектоника Среднего Поволжья и Енисейского края. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1972. – С. 3–24.
7. *Сунгатуллин Р.Х.* Минеральные питьевые воды Республики Татарстан // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2010. – Т. 152, кн. 3. – С. 223–237.
8. *Хисамов Р.С., Гатиятуллин Н.С., Либерман В.Б., Шаргородский И.Е., Хадиуллина Р.Н., Войтович С.Е.* Минерально-сырьевая база Республики Татарстан. – Казань: Фэн, 2006. – 320 с.
9. *Войтович Е.Д., Гатиятуллин Н.С.* Тектоника Татарстана. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1998. – 139 с.
10. ГОСТ 13273–88. Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 29 с.
11. *Лузгин Б.Н.* Межгеосферный обмен веществ // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2007. – № 1. – С. 10–17.
12. *Ибрагимов Р.Л.* Прогнозирование гидрогеоэкологических условий нефтедобывающих районов Татарстана: Дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Пермь, 2007. – 314 с.
13. *Ибрагимов Р., Федотов В., Ханнанов Р.* Особенности изменения гидрогеохимической зональности подземных вод в процессе разведки и эксплуатации нефтяных залежей на юго-востоке Татарстана // Бурение & нефть. – 2006. – № 9. – С. 16–17.
14. *Хисамов Р.С., Гатиятуллин Н.С., Ибрагимов Р.Л., Покровский В.А.* Гидрогеологические условия нефтяных месторождений Татарстана. – Казань: Фэн, 2009. – 254 с.
15. *Сунгатуллин Р.Х.* Техногенез и минеральные воды // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 2. – С. 53–58.
16. *Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г.* Эколого-геохимическая трансформация зоны гипергенеза под влиянием нефтедобывающего комплекса // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2014. – № 3. – С. 195–206.
17. *Сунгатуллин Р.Х.* Влияние техногенеза на формирование современных кор выветривания и водоносных ареалов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2010. – № 6. – С. 494–502.
18. *Qiyan F., Vaoping H.* Hydrogeochemical simulation of water-rock interaction under water flood recovery in Renqiu Oilfield, Hebei Province, China // Chin. J. Geochem. – 2002. – V. 21, No 2. – P. 156–162. – doi: 10.1007/BF02873773.
19. *Медведев С.А., Медведев Ст.А.* Возможности комплексного использования гидроминеральных ресурсов нефтяных месторождений // Разведка и охрана недр. – 2007. – № 5. – С. 54–56.

20. *Гольдберг В.М.* Природные и техногенные факторы защищенности грунтовых вод и ее оценка // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 1983. – Т. 58, Вып. 2. – С. 103–110.
21. *Никаноров А.М.* Гидрохимия. – СПб: Гидрометеоздат, 2001. – 444 с.
22. *Хасанов Р.Р. Сунгатуллин Р.Х.* Эколого-гидрогеологические факторы освоения месторождений высоковязких нефтей и битумов Республики Татарстан // Материалы Межрегион. науч.-техн. конф. «Проблемы разработки и эксплуатации месторождений высоковязких нефтей и битумов». – Ухта: УГТУ, 2013. – С. 110–114.

Поступила в редакцию
23.03.16

Зарипов Марат Сагитович, магистрант Института геологии и нефтегазовых технологий

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: *moarmar@ya.ru*

Сунгатуллин Рафаэль Харисович, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры региональной геологии и полезных ископаемых

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: *Rafael.Sungatullin@kpfu.ru*

ISSN 1815-6169 (Print)
ISSN 2500-218X (Online)

UCHENYE ZAPISKI KAZANSKOGO UNIVERSITETA. SERIYA ESTESTVENNYE NAUKI

(Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series)

2016, vol. 158, no. 4, pp. 517–530

Mineral Drinking Waters in the Southeast of the Republic of Tatarstan, Russia

M.S. Zaripov^{}, R.Kh. Sungatullin^{**}*

Kazan Federal University, Kazan, 420008 Russia
E-mail: **moarmar@ya.ru, **Rafael.Sungatullin@kpfu.ru*

Received March 23, 2016

Abstract

Natural mineral drinking waters in the territories of Leninogorsk and Almetyevsk regions of the Republic of Tatarstan (Russia) have been studied. Statistical processing of the results of hydrochemical analyses has been performed. Zoning by the degree of explorability of mineral drinking waters with subsequent forecast of finding new types of deposits in accordance with the State Standard 54316–2011 have been carried out. Mineral waters from the Permian deposits within the studied territory have been of primary practical interest. The most common mineral drinking waters are chloride-magnesium-calcium, sulfate magnesium-calcium, chloride sodium-calcium, carbonate hydro-chloride sodium-magnesium-calcium, calcium chloride, carbonate hydro-chloride sodium-magnesium-calcium. The behavior of chlorine and bicarbonate ions in mineral waters from the Romashkinskoe and Novo-Elkhovskoe oil deposits and from the bitumen deposits has been considered. The correlation and interdependence of the underground hydrosphere with other geological environments and technosphere have been demonstrated. Advice has been given on using mineral drinking waters, development of a hydromineral basis of bottling factories, and creation of health resort institutions with special analyses carried out in certified laboratories.

Keywords: mineral waters, Permian rocks, hydrochemistry, technogenesis, Republic of Tatarstan, Leninogorsk region, Almetyevsk region

Figure Captions

- Fig. 1. The location of the studied deposits of mineral drinking waters. New types of mineral drinking waters are shown with yellow: 1 – Ergeninskii; 2 – Kazanskii; 3 – Nagutskii; 4 – Zheleznovodskii; 5 – Starorusskii; 6 – Karachinskii.
- Fig. 2. The most widespread types of mineral drinking waters from the sedimentary section in the south-east of the Republic of Tatarstan. Red-colored line – “lingual clays” aquiclude.
- Fig. 3. The diagram of distribution of cations (on the left) and anions (on the right) in mineral waters. Yellow-colored circles – new types of mineral drinking waters (see Fig. 1).
- Fig. 4. The distribution of anions in mineral waters of the Romashkinskoe oil deposit (on the left) and bitumen deposits (on the right).
- Fig. 5. Bitumen deposits of the Republic of Tatarstan and hydrocarbonate sodium waters, according to [22].

References

1. State Standard 54316–2011. Drinking natural mineral waters. General specifications. Moscow, Standartinform, 2011. 41 p. (In Russian)
2. Afanas'ev T.P. Underground Waters of the Middle Volga and Kama Regions and Their Hydrochemical Zonality. Moscow, Izd. Akad. Nauk SSSR, 1956. 262 p. (In Russian)
3. Blumstein Z.N. Resorts of Tataria. Kazan, Kazan. Gos. Univ., 1970. 96 p. (In Russian)
4. Doronkin K.N., Anisimov B.V., Karimov M.Zh., Ibragimov R.L., Pokrovskii V.A., Faizullin V.A. Permian Deposits of the Republic of Tatarstan. *Perspektivy poiska i razvedki lechebnykh mineral'nykh vod* [Prospects for Searching and Exploration of Therapeutic Mineral Waters]. Kazan, Ekotsentr, 1996, pp. 231–236. (In Russian)
5. Underground Waters of Tataria. Koroleva M.E. (Ed.). Kazan, Izd. Kazan. Univ., 1987. 189 p. (In Russian)
6. Stankevich E.F., Kashtanov S.G. Hydrogeology and Geotectonics of the Middle Volga Region and Yenisei Ridge. *Gidrokhimicheskaya kharakteristika presnykh i slabosolonovatykh podzemnykh vod Tatarskoi ASSR* [Hydrochemical Description of Fresh and Weakly Brackish Underground Waters of the Tatar ASSR]. Kazan, Izd. Kazan. Univ., 1972, pp. 3–24. (In Russian)
7. Sungatullin R.Kh. Mineral waters in the Republic of Tatarstan. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2010, vol. 152, no. 3, pp. 223–237. (In Russian)
8. Khisamov R.S., Gatiyatullin N.S., Liberman V.B., Shargorodskii I.E., Khadiullina R.N., Voitovich S.E. Mineral Reserve Base of the Republic of Tatarstan. Kazan, Fen, 2006. 320 p. (In Russian)
9. Voitovich E.D., Gatiyatullin N.S. Tectonics of Tatarstan. Kazan, Izd. Kazan. Univ., 1998. 139 p. (In Russian)
10. State Standard 13273–88. Drinking medicinal and medicinal-table mineral waters. Specifications. Moscow, Izd. Standartov, 1988. 29 p. (In Russian)
11. Luzgin B.N. Intergeosphere substance exchange. *Geokol. Inzh. Geol. Gidrogeol. Geokriol.*, 2007, no. 1, pp. 10–17. (In Russian)
12. Ibragimov R.L. Forecasting hydrogeoecological conditions of oil-producing regions in Tatarstan. *Doct. Geol.-Mineral. Sci. Diss.* Perm, 2007. 314 p. (In Russian)
13. Ibragimov R., Fedotov V., Khannanov R. Some peculiarities of changes in hydrogeochemical zonality of underground waters during exploration and exploitation of oil pools in the south-east of Tatarstan. *Buren. Neft*, 2006, no. 9, pp. 16–17. (In Russian)
14. Khisamov R.S., Gatiyatullin N.S., Ibragimov R.L., Pokrovskii V.A. Hydrogeological Conditions of Oil Fields in Tatarstan. Kazan, Fen, 2009. 254 p. (In Russian)
15. Sungatullin R.Kh. Technogenesis and mineral waters. *Razved. Okhr. Nedr*, 2009, no. 2, pp. 53–58. (In Russian)
16. Abdrakhmanov R.F., Popov V.G. Ecological and geochemical transformation of the supergene zone under the influence of oil technogenesis. *Geokol. Inzh. Geol. Gidrogeol. Geokriol.*, 2014, no. 3, pp. 195–206. (In Russian)

17. Sungatullin R.Kh. Influence of technogenesis on the formation of weathering crusts and aquifer areas. *Geoekol. Inzh. Geol. Gidrogeol. Geokriol.*, 2010, no. 6, pp. 494–502.
18. Qiyan F., Baoping H. Hydrogeochemical simulation of water-rock interaction under water flood recovery in Renqiu Oilfield, Hebei Province, China. *Chin. J. Geochem.*, 2002, vol. 21, no. 2, pp. 156–162. doi: 10.1007/BF02873773.
19. Medvedev S.A., Medvedev St.A. Possibilities of complex use of hydromineral resources of oil fields. *Razved. Okhr. Nedr.*, 2007, no. 5, pp. 54–56. (In Russian)
20. Goldberg V.M. Natural and technogenic factors of groundwater protection and its evaluation. *Byull. Mosk. O-va. Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 1983, vol. 58, no. 2, pp. 103–110. (In Russian)
21. Nikanorov A.M. Hydrochemistry. St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 2001. 444 p. (In Russian)
22. Khasanov R.R., Sungatullin R.Kh. Ecological and hydrogeological factors of development of deposits of high-viscosity oils and bitumens in the Republic of Tatarstan. *Materialy Mezhhregion. nauch.-tekhn. konf. "Problemy razrabotki i ekspluatatsii mestorozhdenii vysokovязkikh neftei i bitumov"* [Proc. Interreg. Sci.-Tech. Conf.: Problems of Exploitation of Deposits of High-Viscosity Oils and Bitumens]. Ukhta, Ukhhtinskii Gos. Tekh. Univ., 2013, pp. 110–114. (In Russian)

⟨ **Для цитирования:** Зарипов М.С., Сунгатуллин Р.Х. Минеральные питьевые воды юго-востока Республики Татарстан // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2016. – Т. 158, кн. 4. – С. 517–530. ⟩

⟨ **For citation:** Zaripov M.S., Sungatullin R.Kh. Mineral drinking waters in the southeast of the Republic of Tatarstan, Russia. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2016, vol. 158, no. 4, pp. 517–530. (In Russian) ⟩