

И. Ш. Ибрагимова

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД АЗЕРБАЙДЖАНА

По обилию и разнообразию минеральных вод Республика Азербайджан занимает одно из первых мест в мире, что связано с разнообразными геологическими условиями и благоприятными природными условиями. На территории Азербайджана встречено большое число углекислых, сульфидных, железистых, бромных и других типов минеральных вод. Всего на территории Республики выявлено более 200 месторождений минеральных вод, среди них широко известные месторождения Сираб, Багырсах, Истису, Дарыдаг, Бадамлы и многие другие [1]. Гидроминеральные ресурсы Республики могут служить источником ряда промышленно полезных компонентов. Богаты недра Республики термальными водами. Азербайджан представляет прекрасный полигон для изучения закономерностей формирования месторождений минеральных вод [2]. Вопросы образования месторождений гидроминерального сырья рассматривались в капитальных трудах по геологии и тектонике Республики в трудах М. Алиева, А. А. Ализаде, Ак. А. Ализде, Ш. Р. Азизбекова, А. С. Аскерова, Ф. С. Ахмедбейли, Г. А. Ахмедова, Р. Г. Бабаева, Т. А. Гасанова, М. А. Гашкая, А. Д. Исмаилзаде, А. В. Мамедова, Ш. Р. Мехтиева, Ш. А. Шихалибейли, А. Ягубова и др.

В последние годы на главнейших месторождениях минеральных вод Азербайджана были выполнены комплексные геолого-гидрогеологические исследования, что позволило заново рассмотреть условия формирования месторождений подземных вод и выявить главные факторы образования минеральных вод.

В геологическом строении Азербайджана принимает участие комплекс осадочных, вулканогенных и метаморфических пород широкого стратиграфического диапазона: от нижнего девона до современных. Наиболее древние породы палеозоя и мезозоя обнажаются в горной части Республики. Палеогеновые и неогеновые отложения развиты на юго-восточном погружении и в предгорьях Большого Кавказа, в восточной части Малого Кавказа, Куринской впадине и Талыше. Равнинные районы Республики сложены мощными толщами плиоценовых и четвертичных образований. Последние отличаются большим разнообразием генезиса и литологического состава. Важное значение среди них имеют аллювиально-пролювиальные отложения, слагающие обширные предгорные и межгорные равнины, представляющие собой шлейфы слившихся между собой конусов выноса горных рек.

Основными геотектоническими структурами Азербайджана являются мегаантиклинории Большого и Малого Кавказа (восточные окончания) и разделяющий их Куринский межгорный прогиб (мегасинклиний). Эти структуры, погружаясь, уходят под новейшие отложения меридиональной депрессии Каспия.

Распределение месторождений минеральных вод по территории Республики и их физико-химические особенности тесно связаны с геоструктурными условиями местности, определяющими пространственное распределение геологических зон, для которых характерно развитие однородного гидрохимического процесса, вызывающего формирование вод, часто близких по степени минерализации и химическому составу [3]. В соответствии с этим рассмотрим месторождения минеральных вод по основным геоструктурным единицам горно-складчатых областей Азербайджана, т. е. по Большому Кавказу, Малому Кавказу и Талышу.

Азербайджанская часть Большого Кавказа богата многочисленными проявлениями минеральных вод (Елису, Хал-хал, Гамерван, Халтан и др.). По химическому составу воды в основном гидрокарбонатно-натриевые. Реже встречаются хлоридно-натриевые (Белокан, Джимджумах, Алыгач), гидрокарбонатно-кальциевые (Гайнама, Галаджиг, Акшорбулаг), сульфатно-кальциевые (Лагич, Хиналыг, Ахун), сульфатно-натриевые (Намазгях, Союб), сульфатно-магниевого (Ерфи) и гидрокарбонатно-магниевого (Ясенки) воды. Содержание гидрокарбонатного иона в минеральных водах изменяется от 8 (Гюгюм) до 95 экв. % (Огланбулаг, Гызбулаг), хлора — от 11 (Ясенки) до 90 экв. % (Джумжумах), а сульфатного иона — от (Тирджан) до 73 экв. % (Белокан). Катионный состав вод также характеризуется большим разнообразием. Например, количество натрия колеблется от 1,5 (Гафтасияб) до 98 экв. % (Огланбулаг, Аралыбулаг), кальция — от 2,0 (Гызбулаг, Гюгюм) до 58 экв. % (Лагич), магния — от 0,8 (Намазгях) до 32 экв. % (Ашар). Минерализация минеральных вод в источниках изменяется от 0,5 до 13 г/л, а в скважинах достигает 35 г/л.

Источники минеральных вод встречаются преимущественно в горных областях и приурочены не только к крупным разломам, но и к большим тектоническим трещинам. Разгрузка вод особенно ин-

тенсивно происходит в местах пересечения разломов. Так, например, к зоне разломов Тфанского антиклинария приурочены такие источники, как Белокан, Джумджумах, Огланбулаг, Гызбулаг и др., к Закатало-Ковдагскому синклинию — Ханхал, Ашар, Бум, Гамерван, к Вандамскому антиклинорию — Бядо, Гюгюм, Тирджан, к Алазань-Агрчайскому прогибу — Гайнама и др.

Минеральные и термальные воды этой территории по условиям залегания относятся к трещинному и трещинно-жильному типам глубокой циркуляции и проявляются на дневной поверхности в виде восходящих источников. Они имеют региональное распространение в зонах тектонических разломов, протягивающихся с северо-запада на юго-восток на расстояние около 170 км. Здесь среди источников минеральных вод выделены холодные (до 20 °С), теплые (20–35 °С), горячие (35–50 °С) азотно-сероводородные, метано-сероводородные, метано-азотно-сероводородные и азотно-метано-сероводородные воды. Азотно-сероводородные воды встречаются в основном в пределах Закатало-Ковдагского синклиория и Вандамского антиклинория. Азот в этих водах составляет 75–89% от общего объема газов.

В пределах Азербайджана Малый Кавказ заключен между реками Кура (на северо-востоке) и Араз (на юго-востоке), продолжаясь на юго-запад в пределы Армении. Общая площадь региона составляет около 20 тыс. км². На Малом Кавказе отчетливо проявляется поясовое расположение отдельных комплексов, что отражается на химическом составе минеральных источников, приуроченных в складчатых областях к микро- и макротектоническим нарушениям и контактам отдельных толщ [4]. Наиболее широкое развитие получили изверженные породы интрузивного и эффузивного магматизма, переслаивающиеся с карбонатными, песчаниковыми и глинистыми образованиями. Большинство месторождений минеральных вод приурочено к линиям тектонических разрывов, имеющих юго-восточное направление, за исключением полосы Ширлан-Туршсу, которая совпадает с надвиговой линией северо-западного простирания, где в том же направлении проходит офиолитовая формация Малого Кавказа, связанная с глубинным разломом.

Множество выходов минеральных вод сосредоточено в центральной части Малого Кавказа. В процессе формирования их химического состава главная роль принадлежит карбонатным породам. В Нахичеванской обл. мощные карбонатные толщи характерны для девона, верхней юры (оксфорд-киммеридж-титон), верхнего мела (кампан-маастрих) и палеогена (средний эоцен). В связи с этим здесь преобладают углекислые гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные натриевые или кальциевые минеральные воды.

Температура минеральных вод в районе развития четвертичных лав обычно высокая. Горячие минеральные воды, как правило, выходят непосредственно из зон тектонических разрывов, по мере удаления от которых температура вод постепенно понижается. В районах, где четвертичные лавы отсутствуют, воды холодные. В химическом составе минеральных вод наблюдаются вариации, зависящие от температуры воды и петрохимического состава вмещающих пород. В пределах Истису-Кельбаджарской, Мишкенд-Ахмедлинской и Нахичеванской складчатых зон Кавказа минеральные воды имеют региональное распространение в центральных частях структурных прогибов. К доплиоценовым породам в этих прогибах приурочены водоносные горизонты прослоя известняков и мергелей бозбуринской свиты, известняков и песчаников верхней юры, известняков, песчаников и кварцитов перми и карбона.

Талышский регион занимает самую крайнюю юго-восточную часть Азербайджана. В орографическом отношении район делится на Ленкоранскую низменность и Талышскую складчатую зону. Ленкоранская низменность представляет собой наклонную равнину, значительная часть которой имеет отрицательные гипсометрические отметки. Его ширина увеличивается с юга на север: на юге у Астары она равна 5–10 км, а на севере у Масалов — 20–25 км. На западе низменность сменяется предгорьями, которые, в свою очередь, переходят в систему Талышских гор.

Талышская складчатая зона отделена от структур Малого Кавказа поперечным Нижне-Аразским прогибом и приурочена к северо-восточному борту Кавказско-Эльбрусской складчатой системы. В гидрогеологическом строении выделяются водоносные комплексы четвертичных отложений (хвалынский и хазарский ярусы) среднего миоцена (тортонский ярус), майкопской и аркеванской свит, в тектоническом строении — Астаринской и Буроварской антиклинории, сложенные преимущественно эоценовыми комплексами, Лерикский, Ярдымлинский и Джалилабадский синклиории (олигоцен-миоценовый комплекс), а также погребенное Южно-Муганское поднятие.

Наиболее сложной проблемой, связанной с гидрогеологией месторождений минеральных вод, являются вопросы формирования их состава и накопления бальнеологически ценных компонентов. Согласно существующей классификации минеральных вод по химическому составу, содержанию бальнеологических компонентов и лечебному применению [5,6], месторождения разделяются на 9 основных бальнеологических групп. Четыре группы (IV, V, VI и VII) нами впервые подразделены на несколько подгрупп, имеющих различное использование. Все они достаточно широко представлены на территории Азербайджана:

1) воды без специфических компонентов и свойств, лечебное значение которых определяется ионным составом и величиной минерализации, превышающей 1 г/л;

2) воды углекислые, содержащие растворенный диоксид углерода (CO_2) в количествах не менее 0,5 г/л, для питьевых вод и не менее 1,4 г/л для наружного применения. В высокотермальных водах с температурой более 40–50 °С должен учитываться также и свободно выделяющийся CO_2 , который при охлаждении вод может быть переведен в растворенное состояние;

3) воды сульфидные, содержащие сероводород в количествах не менее 10 мг/л. В зависимости от величины рН воды сульфиды могут находиться в водах только в виде H_2S (воды сероводородные, при $\text{pH} > 6,5$ сероводород составляет более 70% всех сульфидов) или HS (воды гидросульфидные, при $\text{pH} > 7,5$ HS составляет более 60% всех сульфидов) или одновременно, что бывает наиболее часто, в форме H_2S и HS (воды гидросульфидно-сероводородные, при $\text{pH} 6,5\text{--}7,0$ $\text{H}_2\text{S} > \text{HS}$, или сероводородно-гидросульфидные, при $\text{pH} 7,0\text{--}7,5$ $\text{HS} > \text{H}_2\text{S}$);

4) воды железистые, мышьяковистые, полиметаллические: а) железистые, содержащие не менее 10 мг/л железа, б) мышьяковистые, в которых более 0,7 мг/л мышьяка, в) полиметаллические, содержащие в повышенных количествах одновременно несколько металлов (железо, алюминий, мышьяк, марганец, медь и др.);

5) воды бромные, йодобромные, йодные: а) бромные — не менее 25 мг/л брома, б) йодо-бромные — содержащие не менее 25 мг/л брома и не менее 5 мг/л йода, в) йодные — йода в количествах не менее 5 мг/л (указанное содержание брома и йода считается кондиционным при минерализации воды не более 10 мг/л, а при большей минерализации оно должно пересчитываться на воды с минерализацией 10 г/л);

6) воды радоновые (количество радона превышает 185 Бк/л: а) азотные, б) углекислые;

7) воды кремнистые термальные (кремнистые термы), содержащие $\text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{HSiO}_3$ не менее 35 мг/л: а) азотные, б) углекислые;

8) воды с высоким содержанием органических веществ: $\text{C}_{\text{орг}}$ не менее 5 мг/л (при минерализации воды не более 2 г/л);

9) воды термальные, со слабой минерализацией (менее 2 мг/л), не содержащие повышенных количеств биологически активных компонентов.

Анализ распределения месторождений минеральных вод по территории Азербайджана показывает, что их физико-химические особенности связаны прежде всего с геоструктурными особенностями, определяющими пространственное распределение гидрогеохимических зон. По условиям залегания минеральные воды в Азербайджане относятся к трещинному типу глубокой циркуляции и проявляются на дневной поверхности в виде восходящих источников. В формировании минеральных вод большую роль играет интенсивность водообмена, обуславливающая степень минерализации и химический состав воды. Анализ гидродинамических и гидрохимических особенностей месторождений минеральных вод показывает, что в основном это атмосферные воды, которые могут проникать до глубин более 2000 м. Свойства минеральных вод зависят от литологического состава, фациальных особенностей и коллекторских свойств вмещающих пород, степени гидрогеологической раскрытости и неотектонической активности участков земной коры. Значительное влияние на состав воды оказывает возраст тектонических нарушений. Трещины, образованные в палеоген-неогеновый период, как правило, заполнены отложившимися в них минеральными веществами или рыхлыми, более молодыми осадками.

Важное значение в формировании состава минеральных вод играют также растворенные газы. Преобладание углекислоты связано с тепловым воздействием на глубоководные породы недавно протекавших процессов молодого вулканизма. Приуроченность выходов углекислых вод к районам интенсивного проявления молодого вулканизма позволяет судить о глубинном происхождении углекислоты.

Используются минеральные воды Республики недостаточно, хотя потенциальные возможности применения для бальнеологических целей разнообразны по составу минеральных вод Азербайджана поистине безграничны. Этому способствуют климатические условия Республики, разнообразие ландшафтов, географическое положение. В целях рационального использования минеральных ресурсов Республики была разработана единая скоординированная программа комплексного изучения и освоения минеральных вод, для чего систематизированы данные о месторождениях минеральных вод, разработан кадастр минеральных и термальных вод Азербайджана [7]. В кадастр включены основные сведения о месторождениях минеральных вод, особенно тех, которые используются курортами, санаториями, профилакториями, местными бальнеолечебницами и заводами промышленного розлива. Помимо гидрохимических особенностей месторождений минеральных вод указаны утвержденные эксплуатационные запасы воды, рекомендации по бальнеологическому применению, аналоги известных типов вод.

Следует также отметить, что минеральные воды с суточным дебитом более 100 млн л выносятся на поверхность ежегодно около 300 т различных солей, которые могут быть широко использованы

в химической промышленности, фармакологии и различных отраслях народного хозяйства. В водах содержатся промышленные концентрации йода, брома, мышьяка, метана, углекислого газа и других ценных элементов. В связи с этим на базе гидроминеральных ресурсов Республики целесообразно построить заводы по производству йода, брома, бора, мышьяка, жидкой углекислоты, соды, метана и других компонентов. На территории Республики на поверхность земли ежегодно изливается около 50 млн л термальной воды (Истису, Алаша, Газанбулаг и др.) с максимальной температурой до 90 °С. Это эквивалентно теплу, которое может быть получено при сжигании 20 тыс. т каменного угля.

Таким образом, Азербайджан по богатству и разнообразию гидроминеральных ресурсов занимает одно из первых мест в мире и является прекрасным полигоном для изучения условий образования различных типов минеральных вод. Обобщение материалов по месторождениям гидроминерального сырья Республики способствовало решению многих вопросов формирования месторождений определенного состава. В то же время на повестку дня выходят вопросы экологического состояния водных ресурсов, сохранения качества и бальнеологических свойств минеральных вод в условиях увеличивающейся антропогенной нагрузки. Важнейшей задачей является разработка генетической классификации минеральных вод.

Summary

Ibragimova I. Sh. Hydrogeological conditions for forming mineral water deposits of Azerbaijan.

The recent hydrogeological data on Azerbaijan mineral water deposits are generalised. The diversity of the regional geological conditions for forming mineral water deposits are responsible for the variety of their chemical and gas composition as well as their balneological properties. Main factors for the deposit origin are analyzed in view of the prospect for building resorts and mineral water baffling plants. An up-to-date classification of Azerbaijan mineral waters is given.

Литература

1. Аскеров А. Г. Минеральные источники Азербайджанской ССР. Баку, 1954. 2. Тагиев И. И., Ибрагимова И. Ш., Бабаев А. М. Ресурсы минеральных и термальных вод Азербайджана. Баку 2001. 3. Бабаев А. М. Минеральные воды горно-складчатых областей. Баку, 2000. 4. Бабаев А. М., Ибрагимова И. Ш. Минеральные воды Кельбаджарской наложенной мульды (Малый Кавказ). Баку, 1999. 5. Иванов В. В., Неераев Г. А. Классификация подземных минеральных вод. М., 1982. 6. Адилов В. Б., Плотникова Г. Н., Петрова Н. Г. Основные бальнеологические группы минеральных вод. Курортология и физиотерапия. М., 1985. 7. Ибрагимова И. Ш., Бабаев А. М. Научная основа разработки кадастра минеральных вод Азербайджана // Материалы III республиканск. науч.-техн. конференции «Полезные ископаемые Азербайджана, прогнозирование перспективных участков и новые методы исследования». Баку, 2000.

Статья поступила в редакцию 6 июня 2003 г.