

УДК 556.3

Ш.Г.САМЕДОВ, старший научный сотрудник, *dangeo@mail.ru*
Институт геологии ДНЦ РАН, Махачкала

Sh.G.SAMEDOV, senior research assistant, *dangeo@mail.ru*
Institute of geology DSC RAS, Mahachkala

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЗОНАЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ДАГЕСТАНА)

Рассмотрены закономерности зонального формирования и размещения подземных вод Восточного Предкавказья, охарактеризованы гидрогеологические и гидродинамические зоны. В зоне активного водообмена преимущественное развитие имеют пресные подземные воды, связанные с аллювиальными отложениями. Наличие глубинных разломов кавказского и антикавказского направления, многочисленных интрузий и рудопроявлений различного состава обусловили разнообразие минеральных источников и закономерности в их распределении.

Ключевые слова: Восточное Предкавказье, Дагестан, зональное формирование подземных вод, гидрогеологические и гидродинамические интрузии, минеральные источники.

REGULARITIES OF FORMATION AND DISTRIBUTION OF THE ZONAL GROUNDWATER OF THE EASTERN CAUCASUS (ON THE EXAMPLE OF DAGESTAN)

Regularities of formation and distribution of the zonal groundwater of the Eastern Caucasus have been considered. On the territory described the hydrogeological and hydrodynamic zones have been characterized. In the zone of active water-exchange preferential development belongs to fresh underground waters associated with alluvial deposits. The presence of deep faults in the Caucasian and anti-Caucasian areas, numerous intrusions of various ore-compositions led to the variety of mineral springs and regularities in their distribution.

Key words: Eastern Caucasus, Dagestan, zonal formation of groundwater, hydrogeological and hydrodynamic intrusions, mineral springs.

Наряду с физико-географическими условиями важная роль в формировании гидрогеологической и газогеохимической зональности принадлежит геолого-тектоническим и обусловленными ими гидродинамическим, геотермическим и газогеохимическим условиям. Причем роль последних растет с увеличением глубины залегания водоносных горизонтов.

Влияние физико-географических факторов велико в формировании подземных вод верхней гидродинамической зоны, уменьша-

ется с глубиной и практически не сказывается на водоносных горизонтах термоминеральных вод и рассолов на глубине 1,5-2,0 тыс.м и более. Более того, на формирование подземных вод глубоких и сверхглубоких горизонтов, находящихся в зоне весьма замедленного водообмена, влияние чисто геологических факторов (литологический состав, геолого-структурное строение, возраст и т.д.) менее значительно по сравнению с влиянием термодинамических, геохимических и геодинамических параметров.

Основные черты строения Дагестана, обуславливающие гидрогеологическую зональность, следующие.

Дагестан находится на стыке двух крупнейших геолого-тектонических систем: Кавказской геосинклинали и Русской платформы, которые совершенно различны по геолого-тектоническому строению, литофациальному составу, истории геологического развития и геотермическим, гидродинамическим, геохимическим и сейсмологическим параметрам. Геосинклинальная часть включает альпийскую, внутригорную и предгорные зоны, а платформенная – равнинную зону Дагестана и смежные с ней области Восточного Предкавказья. Геосинклинальная часть подразделяется на три зоны: Сланцевый, Известняковый и Предгорный Дагестан, первые две из которых получили свои названия по названию резко преобладающих пород.

Нижнеюрские и среднеюрские отложения средней мощностью 6500-7000 м распространены в самой высокогорной части Дагестана с Главным и Боковым хребтами – Сланцевом Дагестане.

Помимо сланцев, в геологическом разрезе Сланцевого Дагестана представлены песчаники, алевролиты и аргиллиты. Породы сильно дислоцированы, метаморфизованы, пронизаны дайками, многочисленными кварцевыми жилами, которые зачастую являются гидротермальными жилами оруденения (Домер, Тоар). Северный склон Главного Кавказского хребта в Дагестане представляет собой так называемый рудный пояс, к которому приурочены ряд месторождений и рудопроявлений меди, свинца, цинка, ртути и других полиметаллов. Эти рудопроявления связываются с глубинными разломами общеакваказского и поперечного простирания, к которым относятся Главный Кавказский, Тляратинский, Кичитлинский и ряд других разломов, которые сопровождаются зонами дробления мощностью до нескольких сотен метров.

Наличие густой речной сети с глубокими (до 1,0-1,5 км) местными базисами эрозии и мощных зон тектонической трещиноватости привело к интенсивному водообмену, гидрогеологической промытости зон

выше базиса эрозии, интенсивной вертикальной проницаемости пород, а также глубокому геотермическому охлаждению недр.

Тектонические разломы, разрывы и трещиноватые зоны Сланцевого Дагестана, особенно ее центральной части, контролируют выходы углекислых, содовых, а также соляно-щелочных минеральных и термальных вод глубокой циркуляции, также выходов метана и других углеводородов.

Северо-восточнее приморской линии Агвали – Гуниб – Маджалис Сланцевый Дагестан сменяется Известняковым, который охватывает центральную часть Горного Дагестана до стратиграфического контакта палеоген-верхнемеловых пород в предгорной полосе. Известняковый Дагестан сложен преимущественно карбонатными породами: известняками, мергелями, доломитами мелового периода (хребты Андийский, Гимринский, Салатау, Лес, Аракмез и др.).

Геолого-тектонические условия Известнякового Дагестана в противоположность Сланцевому Дагестану характеризуются наличием крупных, коробчатой формы сложных антиклинальных и синклинальных структур Кавказского и субширотного простирания, относительно пологим и спокойным залеганием горных пород, малочисленностью или отсутствием дизъюнктивных нарушений, относительно слабым развитием эрозионной сети. Геолого-тектонические и орографические параметры обусловили, в конечном счете, относительную закрытость недр, слабую промытость структур, геотермическую активность, ограниченность восходящих притоков подземных вод, гидрохимические, газогеохимические и гидрогеологические особенности Известнякового Дагестана.

Геолого-тектонические, орографические и другие природные факторы позволяют выделить в Дагестане еще две крупные гидрогеологические зоны: Предгорного и Равнинного Дагестана.

Отличительными чертами Предгорного Дагестана являются спокойный относительно слабо расчлененный рельеф, преимущественно песчано-глинистый состав палеоген-неогеновых отложений, которыми сложены

основные структурные элементы, представленные Сулакским выступом, Нараттюбинской моноклиналью, Буйнакской синклиналью, третичными предгорьями, западной и восточной антиклинальными зонами и разделяющим их рядом мелких артезианских бассейнов. Несмотря на относительно невысокие отметки рельефа (200-600 м) и молодость структур, в пределах Предгорного Дагестана более развиты дислоктивные нарушения, нежели чем в Известняковом Дагестане. Соответственно более раскрыты вертикальные гидрогеологические коммуникации, по которым циркулируют множество термальных источников.

Наконец, весьма четко выделяется гидрогеологическая зона Равнинного Дагестана, для которой характерно спокойное, почти горизонтальное залегание мощной песчано-глинистой и терригенно-карбонатной толщи кайнозойских и мезозойских пород, четко выраженная вертикальная гидрохимическая зональность вод, отсутствие дислоктивных нарушений в подавляющей верхней части осадочной толщи. Равнинный низменный характер рельефа, аридность климата, высокая засоленность почв и грунтов зоны аэрации, отсутствие гидросети на десятки и сотни километров, наличие обширных морских террас, гидродинамическое влияние вод акватории Каспия отличают гидрогеологическую зону Равнинного Дагестана и делают ее весьма контрастной по отношению ко всем трем описанным зонам.

Хорошая изученность мезо-кайнозойского разреза Дагестана и своеобразные геологические условия района при внимательном подходе позволяют выявить историю формирования гидрогеологической зональности и использовать последний как поисковый критерий на различные виды полезных ископаемых, редкие металлы, нефть, газ и др. [2].

На описываемой территории выделяются три гидродинамические зоны: активного, замедленного и весьма замедленного водообмена, которые являются следствием развития доинверсионного, инверсионного и постинверсионного геотектонических этапов.

Мощный поток инфильтрационных вод на протяжении всей истории диагенеза, эпи-

генеза и гипергенеза, поступающий в подземный поток от Большого Кавказа и его предгорьев в водоносные комплексы, вытесняли погребенные соленые морские воды. С.А.Шагоянц ограничивает это вытеснение погребенных вод фактически береговой линией акватории Каспийского моря. Он утверждает, что инфильтрационные воды, двигаясь от областей питания, могут проникнуть только до места пересечения пьезометрического уровня с уровнем моря, вытеснив на своем пути из водоносного горизонта первоначально находившиеся в нем погребенные морские воды. Далее инфильтрационные воды уже не проникают и там залегают первичные погребенные морские воды [5].

Однако фактические материалы бурения и опробования водоносных горизонтов последних лет показывают, что инфильтрационные воды проникают далеко за пределы береговой линии акватории, а расчеты, основанные на экспериментальных полевых материалах, дают количественную характеристику подземного стока в пределах акватории Каспия для плиоценовых (N_2) горизонтов. Ф.А.Макаренко, Б.И.Куделин еще раньше [1] указывали на наличие разгрузки подземных вод в Каспийское море и дали общую характеристику этого стока.

Установлено, что в период осадконакопления пористость илов колеблется от 40 до 90 %. Поры эти полностью заполнены погребенными морскими водами, которые в процессе уплотнения отжимаются под воздействием процессов эпигенеза и диагенеза. Интенсивные орогенические и эпейрогенические движения, которые имели место на протяжении всей истории формирования артезианского бассейна, способствовали поднятию Кавказского горного сооружения и погружению Северо-Каспийской впадины. Последнее привело к формированию подземного стока погребенных морских вод. В дальнейшем часть потока инфильтрационных пресных вод с северных склонов Кавказа и его предгорьев поступала в рыхлые отложения плиоценово-четвертичных пород и двигалась по наклону водоносных комплексов от областей питания к областям разгрузки.

В четвертичный период чередование похолоданий и оттепелей, сопровождающиеся периодами оледенения и таяния ледников, оказывало прямое воздействие на водный баланс подземных вод [4].

Формирование зональности подземных вод представляет собой часть проблемы формирования подземных вод в целом. Подземные воды, приуроченные к четвертичным отложениям, относятся к верхней гидродинамической зоне или зоне активного водообмена. Высокое гипсометрическое положение, наличие довольно густой речной сети, пересеченность рельефа и обилие атмосферных осадков в сочетании с благоприятными литолого-фациальными и геоморфолого-тектоническими условиями способствует интенсивной циркуляции и активному водообмену подземных вод.

Верхняя гидродинамическая зона представлена грунтовыми, слабонапорными и напорными пресными и слабоминерализованными водами смешанного состава с преобладанием сульфатных и гидрокарбонатных солей. В долинах рек и естественных понижениях рельефа к этим отложениям приурочены многочисленные родники пресных вод. Дебиты родников в среднем не превышают нескольких литров в секунду и редко достигают 2-5 л/с. Высокая густота расположения родников по долинам рек обуславливает относительно невысокий дебит родников.

В зоне активного водообмена преимущественное развитие имеют пресные подземные воды, связанные с аллювиальными отложениями. Речные террасы здесь образуют классические ножницы, характерные для долин горных рек. В силу этого надпойменные аллювиальные накопления во внутритигорной и высокогорной зонах практически безводны. Основные же ресурсы подземных вод сосредоточены в подрусловом стоке рек, в грубообломочных валунно-галечных отложениях, составляющих современную пойму, участки долин и погребенных русел. Подрусловый сток развит повсеместно от верховьев реки до устья. Величина его резко переменная в зависимости от множества факторов, среди которых доми-

нирующую роль играет состав и мощность аллювия. Нередко направление подземного потока не совпадает с современным руслом реки, как правило, оттесненным к коренному борту долины конусами выноса притоков. В этих случаях подземный поток продолжает движение в погребенной долине под пролювиальными наносами притоков.

Наиболее значительные ресурсы пресных подземных вод связаны с аллювиально-пролювиальным конусом выноса р. Самур, образовавшимся на выходе ее из предгорий на равнину. Он формировался одновременно и во взаимосвязи с аллювиально-пролювиальными комплексами азербайджанских рек Кусарчай, Кудиалчай, Карабчай, Вельвельчай и др. и образует с ними единую гидрогеологическую структуру – Самур-Кусарскую аллювиально-пролювиальную равнину. Доминирующая роль р. Самур в формировании этой структуры и современных гидрогеологических процессах, происходящих в ней, несомненна. К Дагестану относится периферийная северо-западная часть Самур-Кусарской равнины, заключенная между р. Гюльгерчай и государственной границей с Республикой Азербайджан [3].

Как уже указывалось, в целом для Сланцевого Дагестана отмечается высокая степень трещиноватости горных пород, сильная расчлененность рельефа с глубиной эрозионного вреза в тысячи метров. Благодаря этому мощность зоны свободного водообмена, расположенная выше местного базиса эрозии, достигает значительных размеров, что подтверждают данные опробования в штольных и разведочных скважинах. В качестве примера можно привести результаты опробования подземных вод по скважине 177 месторождения Кизил-Дере, где на глубине около 600 м встречены воды, характерные для зоны свободного водообмена (содержащие HCO_3 , SO_4 , Na , Ca , Mg) с минерализацией до 1 г/л. В этой зоне распространены пресные грунтовые воды, преимущественно трещинного, порово-трещинного типа и слабонапорные подземные воды, дренируемые местными базисами эрозии в виде интенсивно развитой глубо-

кой гидрографической сети. Модуль подземного стока изменяется от 1,3 до 6 л/с с 1 км², а в самой высокогорной части достигает 8-9 л/с с 1 км².

Водообильность пород зависит от интенсивности родникового стока и определяется коллекторскими свойствами пород, в данном случае трещиноватостью. Здесь обнаружено большое количество родников, главным образом нисходящего типа. По характеру циркуляции воды пластово-трещинные, связанные с трещиноватостью коренных пород, и воды аллювиально-делювиальных отложений, имеющие локальное распространение. Дебиты родников колеблются в очень широких пределах, однако в большинстве своем они ниже 1,5 л/с. Минимальный дебит составляет 0,01 л/с. В редких случаях в зонах наиболее значительной трещиноватости дебиты родников достигают 15-20 л/с. Это воды трещинно-пластового и грунтового типов, инфильтрационного происхождения, температура вод, как правило, не превышает 10-15 °С.

Химический состав подземных вод верхней гидродинамической зоны формируется, как правило, за счет процессов выщелачивания вмещающих пород и зависит от их литолого-петрографического состава.

Большое разнообразие горных пород осадочного и магматического происхождения, наличие полиметаллического и колчеданного оруденения определяют весьма пестрый химический облик подземных вод в гипергенной зоне. Здесь можно встретить любые гидрохимические типы подземных вод, однако преобладают гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые воды с минерализацией 0,3-1 г/л. Минерализация этих вод редко более 1 г/л и не превышает 2 г/л.

В пределах ядра мегантиклиниория Большого Кавказа, где широко распространены изверженные породы магматического происхождения, пресные воды зоны свободного водообмена обогащаются натрием и магнием. Здесь сравнительно часто встречаются воды гидрокарбонатно-сульфатно-магниевого и магниево-натриевого типов, хотя минерализация этих вод и не превышает 1-1,5 г/л.

В формировании химического облика подземных вод этой зоны большая роль принадлежит процессам выщелачивания в условиях окислительной геохимической обстановки.

В северной части района преимущественное распространение получили воды гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевого и гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа. Среди этих вод уже значительно меньше сульфатных. Минерализация вод от 0,2 до 1,0-1,5 г/л.

В Предгорном Дагестане наибольшее распространение имеют мало- и среднеминерализованные воды сложного состава (гидрокарбонатно-хлоридные натриевые). В них содержание микроэлементов (йода, брома и бора) понижено по сравнению с источниками Приморской низменности. Это объясняется тем, что состав вод формируется в зоне более подвижного водообмена за счет выщелачивания, катионного обмена и восстановления сульфатов.

Породы Предгорного Дагестана более промыты, что объясняется более подвижным водным режимом. В Предгорном Дагестане весьма распространены сероводородные или сульфидные источники. В Приморском Дагестане сульфидных источников 32 %. Источников, газирующих углекислотой (CO₂), в Предгорном Дагестане нет. Имеются источники со смешанным составом спонтанного газа, в котором значительно место занимает углекислота (Рычал-Су).

Наличие глубинных разломов Кавказского и антикавказского направления, многочисленных интрузий и рудопроявлений различного состава, глубокая эродированность рельефа обусловили разнообразие минеральных источников и закономерности в их распределении. К осевой части Главного Кавказского хребта и его северным склонам приурочены пресные и слабоминерализованные гидрокарбонатно-натриевые воды, которые в северо-восточном направлении полностью замещаются гидрокарбонатно-хлоридными и хлоридно-гидрокарбонатными натриевыми водами, занимающими всю северо-восточную часть Сланцевого Дагестана. Зона хлоридно-гидрокарбонатных

вод на восточной окраине (Хучни-Касумкент) переходит в смешанные типы вод по анионному и катионному составу. Хлорнатриевые типы минеральных вод представлены лишь отдельными участками в районе Рутул-Ахты, что свидетельствует об ихazonальности.

Отмеченная зональность минеральных вод хорошо согласуется с геологическими условиями, так как к наиболее промытой осевой части Главного Кавказского хребта приурочены пресные гидрокарбонатные воды, которые в северо-восточном направлении замещаются гидрокарбонатно-хлоридными, хлоридно-гидрокарбонатными и смешанными типами вод. Чисто хлорнатриевые и щелочно-земельные минеральные воды средней минерализации приурочены к синклиниорию между Курахом и Рутулом в верховьях р. Самур, что свидетельствует о меньшей промытости синклинальных депрессий, несмотря на большую пересеченность рельефа.

В пределах бассейна р. Самур расположены Хнов-Борчинский и Самурский рудные районы, в которых по особенностям минерального состава, морфологии рудных тел и условиям образования выделяются кварц-халькопиритовая, медно-пирротиновая, колчедано-полиметаллическая и полиметаллическая рудные формации. Выделенные рудные формации обычно не имеют четких границ и связаны между собой постепенными переходами, но для каждой из них соответственно количественное преобладание того или иного из основных рудных минералов (пирит, пирротин, сфалерит, халькопирит, галенит, магнетит и др.).

Водные ореолы рассеивания рудных месторождений наиболее широко распространены в Ахтынском, Рутульском районах и представлены большим количеством родников пресных и слабоминерализованных вод, содержащих в растворенном состоянии Zn, Pb, Cu, Fe, Ag. В химическом составе этих вод значительное место занимают

сульфаты, образующиеся в результате окисления сульфидных руд. Зачастую встречаются чисто сульфатные воды. Как правило, минерализация этих вод повышена (1-4 г/л). Гидрохимические типы подземных вод в этих районах весьма разнообразны. Здесь можно встретить любые сочетания: от чистых сульфатно-магниевых до многокомпонентных как по катионам, так и анионам.

Для медно-колчеданных рудопроявлений водные ореолы содержат высокие концентрации сульфат-иона, железа, меди, цинка; для полиметаллических рудопроявлений – высокие концентрации свинца, серебра и в меньшей степени сульфатного иона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куделин Б.И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов. М., 1960.
2. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М., 2001.
3. Макаренко Ф.А. Современное состояние и основные проблемы советской гидрогеологии // Изд. АН СССР. Сер. геол. М., 1957. № 2.
4. Шагоянц С.А. Палеогидрогеологическая схема формирования подземных вод Центральной и Восточной части Северного Кавказа // Тр. лаборатории гидрогеологических проблем. АН СССР. 1949. Т.6.
5. Шагоянц С.А. Подземные воды центральной и восточной части Северного Кавказа и условия их формирования. М., 1959.

REFERENCES

1. Kudelin B.I. Principles of the regional estimation of natural resources. Moscow, 1960.
2. Kurbanov M.K. Geothermal and hydromineral resources of the Eastern Caucasus and Ciscaucasia. Moscow, 2001.
3. Makarenko F.A. Current state and basic problems of Soviet hydrogeology // Rep. of the Academy of Sciences of the USSR. Series geology. Moscow, 1957. N 2.
4. Shagoyants S.A. The Paleogidrogeological scheme of underground waters formation of the Central and Eastern parts of the Northern Caucasus // Works of the laboratory of hydro-geological problems. Academy of Sciences of the USSR. 1949. Vol.6.
5. Shagoyants S.A. Underground waters of the Central and Eastern parts of the Northern Caucasus and conditions of their formation. Moscow, 1959.