

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Ф. А. МАКАРЕНКО

**О ПРОИСХОЖДЕНИИ УГЛЕКИСЛЫХ СОЛЯНО-ЩЕЛОЧНЫХ ВОД
В РАЙОНЕ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 20 III 1950)

Широко известным исключительной лечебной ценностью, углекислым соляно-щелочным водам на КМВ (район Кавказских Минеральных Вод) многие прежние и современные исследователи приписывают глубинное происхождение (¹⁻⁴). В качестве коренного представителя этой воды на КМВ принимается обычно вода ессентукского источника № 17 (называемая также «коренной струей»), причем предполагается, что эта же вода или близкая к ней (более хлоридно-натриевая) участвует в качестве «глубинной минеральной составляющей» в кисловодском нарзане, в ряде углекислых источников Приэльбрусья и в термах лакколитов Пятигорья (пятигорских, железноводских и др.). Общее разнообразие минеральных вод на КМВ сторонниками этой гипотезы объясняется не столько геохимическими процессами взаимодействия воды и породы, сколько механическим смешением вод различных горизонтов (^{2, 3}).

Развитию этого взгляда на генезис ессентукских вод на КМВ способствовал факт приуроченности выходов их к вулканическому району и глубинным его нарушениям, протягивающимся от Эльбруса через Кисловодск на Ессентуки и к лакколитам Пятигорья (^{4, 5}). Выдвигаются как доводы также высокая насыщенность вод углекислотой (до 2 г/л и выше), повышенная минерализация вод (до 9 г/л и выше), своеобразный тип воды (преобладание до 90 экв. % и выше щелочных металлов, преимущественно натрия, до 60 экв. % гидрокарбонатов и до 40 экв. % хлоридов, при сумме щелочных земель менее 9 экв. % и почти полном отсутствии сульфатов) и присутствие в ней редких примесей (медь, цинк, бор, бром и др.). Для терм в качестве такого признака ранее называлась и высокая температура воды.

Не отрицая вообще возможности формирования вод «ессентукского типа» в глубоких зонах коры и как вод вулканических, хотя такой их генезис пока нигде не доказан, автор, на основании новых исследований в данном районе в 1939 г. и позже, приходит к выводу о местном и неглубоком формировании их в воду соляно-щелочного типа на КМВ и в Ессентуках, за исключением присутствующей в водах углекислоты, несомненно глубинной, но поднимающейся снизу с небольшим количеством воды и не всюду с ней (⁶). Анализ более обширного материала показывает при этом, что они формируются в районе не локально, как считалось, а регионально и в нескольких стратиграфических горизонтах разреза КМВ, возникая из обычных атмосферных вод ближайших областей питания. Региональными минерализаторами воды являются вмещающие породы, лишь в зонах насыщения глубинной углекислотой она приобретает более повышенную щелочность (гидрокарбонатность) и вообще быстрее минерализуется. Эта схема, сложившаяся вначале в

общем виде, подтвердились и экспериментальным геохимическим изучением пород разреза КМВ, особенно исследованиями А. Л. Шинкаренко (7), показавшими, что данный тип воды, при приближении опыта к естественным условиям, способны формировать почти все водоносные породы разреза, которые выделяют в воду и все редкие примеси, установленные в водах естественных источников (8). Рассмотрим эту схему ближе.

Район КМВ представляет собой, как известно, полого погружающуюся от Кисловодска к лакколитам Пятигорья артезианскую моноклиналь, входящую в общий артезианский склон меловых и третичных отложений Северного Кавказа, но относительно начинающихся отсюда же Терской и Кубанской тектонических депрессий значительно приподнятую и нарушенную на перегибах к ним и вдоль всего свода глубокими расколами. Последние явились путями для внедрения в конце плиоцена (4, 5) магмы лакколитовых гор и проникновения в нижние и верхние горизонты моноклинали углекислоты. Водоносен весь ее разрез, но выделяются: горизонт доломитизированных известняков валанжина, лежащий непосредственно на древнем основании и местами, повидимому, на останцах континентального титона, и горизонт известняков верхнего мела (сенона), разделенные толщей менее водоносных песчано-глинистых отложений баррема-альба и перекрытые также менее водоносными мергелями палеоцена (есентукская свита), аргиллитами и песчаниками эоцена и еще менее водоносными олигоценовыми мергелями и глинами. Южнее Ессентуков разрез размыт до титона и здесь его воды получают атмосферное питание. Разгрузка их осуществляется в трещины свода моноклинали и под лакколитами, т. е. в тех же местах, где они обогащаются углекислотой. При медленном («вековом») движении к дренам, воды значительно минерализуются и прогреваются (в силу больших погружений на севере) и, насыщаясь у трещин восходящей углекислотой, вступают в новую фазу метаморфизма.

Внедрение глубинной углекислоты в артезианские воды моноклинали накладывается на уже сложившуюся динамическую, геотермическую, газовую и гидрохимическую зональность вод ее (5, 6). В данном случае подчеркнем следующие изучавшиеся нами специально региональные черты. В области питания (свободной циркуляции) воды всех горизонтов моноклинали характеризуются обычно как гидрокарбонатно-кальциевые, пресные и холодные, весьма динамичные, насыщенные воздушным кислородом и азотом. Вступая в область напора, они вскоре и по-всеместно превращаются в гидрокарбонатно-натриевые и хлоридные (щелочные и соляно-щелочные), становятся термальными и восстановленными, обладая уже меньшей динамичностью, и в газовом их составе появляются сероводород, азот (наряду с воздушным), метан и отчасти углекислота, как парагенетические в биохимическом образовании (8, 11). При этом, в более соленосных третичных мергельно-глинистых горизонтах здесь же широко фиксируются бурением и типичные соляно-щелочные или даже соленые воды повышенной минерализации, но бессульфатные и теряющие сероводород; вместо него в породах появляются многочисленные новообразования сульфидов железа. Далее, в области более устойчивого напора (артезианского режима) воды в третичных отложениях всюду фиксируются только как соленые, с прежними газами (8), а в известняках верхнего мела (нижний здесь не вскрыт) остаются щелочными и слабо соляно-щелочными с небольшой минерализацией вплоть до лакколитов, причем температуры их под лакколитами увеличиваются в верхнем мелу до 45—55° и в нижнем (по расчетам) до 70—75° (6), а сероводород обычно сохраняется, и в воде снова появляются сульфаты и щелочные земли.

Это, вообще говоря, нормальная гидрогеохимическая зональность вод артезианского склона, типичная для многих мест (9), но характер-

ная полным выпадением зоны сульфатных вод на первом этапе их минерализации. Последнее вызывается, как показали микробиологические исследования вод и пород разреза О. Ю. Волковой (10), восстановлением сульфатов десульфирующими микроорганизмами, обнаруженными, вместе с денитрифицирующими и метанообразующими видами и органическим веществом, в третичных и меловых горизонтах разреза; сульфат выпадает и с барием, найденным в повышенных количествах в третичной толще (7), и частью — с кальцием и магнием. Накопление натрия в воде происходит путем выщелачивания его из пород с хлоридами и редуцирующим сульфатом и благодаря катионному обмену кальция и магния первоначальной воды с поглощенным натрием породы. Как показали экспериментальные исследования, эти процессы протекают интенсивнее в третичных глинистых и мергельных породах, чем в известняках мела. В результате воды третичных горизонтов обычно полностью освобождаются на первых стадиях минерализации от щелочных земель, сульфатов и сероводорода, превращаясь в чистые щелочные, соляно-щелочные и соленые; в известняках мела сероводород сохраняется и в зоне слабо щелочных вод, а севернее не успевают полностью выпадать из этих вод также щелочные земли и сульфаты, благодаря чему в некоторых термах лакколитов (пятигорских и железногорских) они присутствуют уже в значительных количествах; процесс редукции сульфата здесь задерживается и высокими температурами вод.

Метаморфизующее влияние глубинной углекислоты распространяется от выводящих трещин вдоль свода моноклини и от лакколитов в напорные воды горизонтов в широких, но точно пока не установленных ареалах. Насыщая различно минерализованные воды тех и других горизонтов разреза и их гидрохимических зон, эта углекислота не только ускоряет здесь процессы минерализации и дальнейшего метаморфизма вод, превращая их в углекислые, но и местами возвращает их в типично соляно-щелочные и там, где в условиях прежнего карбонатного равновесия они успели перейти в тип соленых; здесь же, получая высокий щелочной резерв, они быстрее преобразуются в сильно щелочные из менее минерализованных вод, развитых в верхнем мелу и вблизи области питания в остальных горизонтах.

По этой схеме получает принципиально новое освещение в сущности весь вопрос о происхождении углекислых соляно-щелочных вод на КМВ. В Ессентуках источники этого типа (№ 17 и № 4) связаны в питании глубинной углекислотой с трещинами растяжения свода моноклини, проходящей через лечебный парк, а в части самой воды — с местными водами ессентукских мергелей, песчаников маастрихта и известняков верхнего мела. За ареалом развития углекислых вод, различающихся лишь по минерализации (в № 4 сухой остаток 6—7 г/л), в третичных отложениях под Ессентуками циркулируют напорные безуглекислые воды; соляно-щелочные и соленые — к северу и западу от этого ареала, и щелочные с небольшой минерализацией — к востоку и югу от него, а в верхнем мелу — слабо щелочные с сероводородом и с «языками» пресных вод, проникающих сюда по отдельным крупным трещинам из области питания. В ареале инъекций углекислоты они в мелу превращаются в близкие к типу № 4, но остаются сероводородными (буровые 1 и 2), а в третичных горизонтах, насыщаясь углекислотой, «дозревают» до высоко щелочных типа № 17 и № 4; последний тип, вероятно, больше связан с юго-восточным участком развития менее минерализованных вод в третичных отложениях, где они лучше промыты, затем с подпитыванием их за счет более напорных до верхнего мела, теряющих вверху сероводород и охлаждающихся. Исходя из вышеизложенного, следует ожидать в верхнем мелу, но севернее Ессентуков, также воды типа № 17, однако сероводородные и более прогретые. В песчано-глинистых толщах баррема-апта под Ессентуками должны

быть наиболее минерализованные соляно-щелочные и соленые воды, а в известняках валанжина — близкие по составу к термам Пятигорья. Эти сравнения показывают, что в верхнем мелу и выше воды Ессентуков не могут быть глубинными.

Подобный процесс формирования этих вод отчетливо устанавливается и у лакколитов Пятигорья. Но здесь они возникают уже из терм лакколитов, при растеке в третичные окаймления гор. В Пятигорске прослежен непрерывный переход восходящих углекислых и сероводородных терм, при растеке в третичные породы, сначала в бессероводородные воды (нарзаны), затем в щелочные и соляно-щелочные, углекислые, типа ессентукских № 17 и с той же минерализацией и, наконец, в щелочно-соленые и соленые, почти безуглекислые, тогда как термы минерализованы до 4,5 г/л и являются сульфатными гидрокарбонатно-хлоридными и кальциево-натриевыми с небольшим содержанием магния. Эти «дериваты» терм образуют местные концентрические зоны вокруг Машука (5). Выпадение сероводорода, в виде свежей пиритизации пород, щелочных земель и сульфатов, образующих в трещинах сульфатные и карбонатные выполнения, здесь прослеживается наглядно по буровым кернам и в обнажениях; сульфат в значительной мере выпадает через промежуточную стадию биохимической редукции сульфата (10).

Сторонниками глубинного происхождения соляно-щелочных вод на КМВ эти и другие перечисленные факты действительного их генезиса до сих пор не учитываются (3), хотя в Пятигорске эти воды, наличие и генезис которых был обоснован автором, недавно выведены и уже широко используются для лечения. Присутствие их намечается в Железноводске и на других лакколитах Пятигорья. На горе Бык они известны давно. Дальнейшей задачей является выявление ареалов их развития в пределах всего курортного района, что позволит значительно расширить лечение ими на месте и существенно увеличить их розлив.

Лаборатория гидрографических проблем
им. Ф. П. Саваренского
Академии наук СССР

Поступило
3 III 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ф. Баталин, Пятигорский край и Кавк. мин. воды, СПб., 1861. ² Тр. Геол. комитета, 98 (1914). ³ С. А. Шагоянц, ДАН, 58, № 5 (1947). ⁴ А. П. Герасимов, Тр. ЦНИГРИ, 30 (1935). ⁵ Ф. А. Макаренко, Вестн. АН СССР, № 7 (1948). ⁶ Ф. А. Макаренко, Тр. Лаборатории гидрограф. проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 1, 51, 67 (1948). ⁷ А. Л. Шинкаренко, Тр. Гос. Бальн. ин-та на Кавк. Мин. водах, 23—25 (1946). ⁸ А. Л. Шинкаренко, Тр. Лаборатории гидрограф. проблем им. Ф. П. Саваренского АН СССР, 3, 253 (1948). ⁹ Ф. А. Макаренко, там же, 1, 171 (1948). ¹⁰ О. Ю. Волкова, Тр. Гос. Бальн. ин-та на Кавк. Мин. водах, 23—25 (1946). ¹¹ Т. Л. Гинзбург-Карагичева, Микробиологические очерки, 1932.