

С. А. ДУРОВ

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СУЛЬФАТНЫМИ ВОДАМИ И ГЛУБИННЫМИ ЩЕЛОЧНЫМИ ВОДАМИ

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 27 XII 1950)

В Северном Предкавказье обращает на себя внимание резкое противоречие между сульфатным типом поверхностных и грунтовых вод и щелочным (бикарбонатно-натриевым) типом вод глубоких артезианских скважин. Расстояние между крайними пунктами, где отмечено это противоречие, превышает 700 км, около 9° по широте. Такие случаи наблюдаются и на берегах Азовского и Каспийского морей и в северных отрогах Кавказского хребта (Ессентуки) (см. рис. 1).

Многую высказана гипотеза о коллоидно-химическом механизме содообразования, причем коллоидным адсорбентом могли быть, например, окислы трехвалентного железа, образующиеся при окислении соединений двухвалентного железа (1). Реакция содообразования сводится, таким образом, к поглощению коллоидами из протекающей воды двухвалентных ионов — сульфатного, кальция и магния — по схеме:



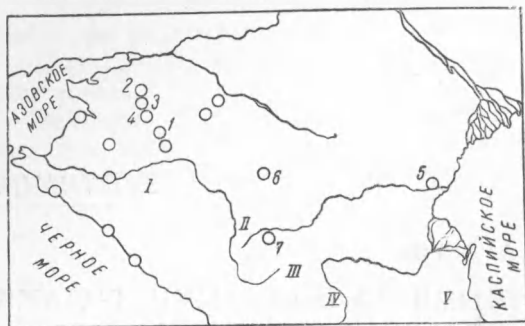
Для подтверждения выдвинутой гипотезы были собраны сведения о составе воды грунтовых колодцев и глубоких скважин со щелочной водой в семи пунктах, а именно: в Куцевке, Крыловской, Сосыке, Тихорецке, у ерика р. Кумы близ ее устья, у хутора Чухрак вблизи г. Ставрополя и на курорте Ессентуки (источники Гаазо-Пономаревский и № 17). Кроме того, для сравнения привлечены данные по самой крупной водной артерии Северного Предкавказья, р. Кубань (2), и по типичной степной р. Челбасы.

Размещение точек состава воды по эквивалент-процентам катионов и анионов и получение точек солевого состава в сдвоенной треугольной диаграмме (3) позволяет прийти к определенным гидрохимическим выводам (см. рис. 2).

Вода р. Кубани по ее течению и по сезонам года сильно меняет свой состав. По анионам происходит переход от резкого преобладания бикарбонат-иона (>90%) до начинающегося преобладания сульфат-иона (50%) при относительно малом содержании хлор-иона. Общая минерализация между этими крайними положениями меняется от 130—150 до 500 мг/л. У катионов картина более пестрая: содержание кальция меняется от 90 до 45%, содержание же натрия и магния испытывает резкие колебания: то натрий преобладает над магнием, то, наоборот, магний над натрием.

Руководствуясь величиной общей минерализации, изменения качественного состава воды р. Кубани можно представить в виде линий, свя-

зываются крайние пункты, а именно: отвечающие составу талой ледниковой воды и воды грунтового питания. Продолжение линии состава речной воды упирается в солевом квадрате в точки состава грунтовых вод указанных семи пунктов. Еще дальше, как крайнее развитие сульфатного типа, помещаются точки состава р. Челбасы. В зимнее время вода этой реки имеет резкое слабительное действие по большому содержанию сульфатов натрия и магния. Хлоридов весьма мало.



○ - скважины со щелочной водою

Рис. 1. Схематическая карта пунктов с грунтовой и артезианской водою

В тех же семи пунктах имеющиеся артезианские скважины отличаются резким преобладанием в составе воды иона натрия, резким уменьшением содержа-

ния иона сульфата, в ряде случаев до нуля или близко к нему, и во всех случаях повышением содержания иона хлора, что уже показывает большой путь воды в соприкосновении с осадочными породами.

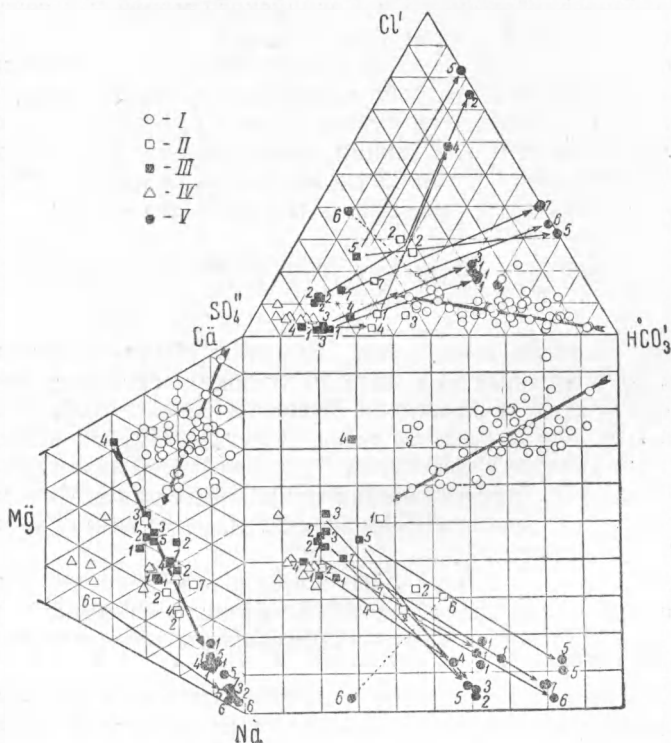


Рис. 2. Переход от грунтовых сульфатных вод к глубинным щелочным водам. I—р. Кубань; II—грунтовые воды второго класса; III—грунтовые воды третьего класса (сульфатные); IV—р. Челбасы; V—артезианские щелочные воды. Арабскими цифрами обозначены пункты нахождения вод (см. рис. 1)

Соединяя точки состава грунтовых вод с точками состава вод артезианских, мы видим для всех семи пунктов, включая и Ессентуки с их

лечебными источниками, одинаковое направление изменения солевого состава. Это направление близко к диагонали $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{NaHCO}_3$ и истолковывается как потеря водою ионов $\text{SO}_4^{''}$, $\text{Ca}^{''}$ и $\text{Mg}^{''}$ согласно предложенной мною гипотезе.

В речной воде к бикарбонату кальция прибавляется по мере течения все более сульфатов магния и натрия. При переходе от грунтовых вод к водам глубинным вода теряет ионы сульфата и кальция с магнием, а «по остаткам» (как выражался Д. И. Менделеев) образуется бикарбонат натрия.

Случаев, противоречащих этому воззрению, пока не удалось обнаружить.

Для источников курорта Эссентуки по анализам Э. Э. Карстенса можно составить баланс перехода от воды близкого к поверхности Гаазо-Пономаревского источника к воде глубокого источника № 17. Считаем, что при углублении воды она обогащается бикарбонатами кальция и магния (газы богаты CO_2), соли натрия добавляются в виде сульфатов и хлоридов, удаляются же из воды адсорбцией сульфаты кальция и магния. Результаты пересчета даны в табл. 1.

Таблица 1

Баланс солей при метаморфизации воды источников курорта Эссентуки с глубиною (в мг-экв. в 1 л)

| Источник и процесс | Mg ^{''} | Ca ^{''} | Na ['] | HCO ₃ ['] | SO ₄ ^{''} | Cl ['] | Сумма |
|------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------|
| Гаазо-Пономаревский источник . . . | 8,53 | 14,49 | 32,41 | 14,49 | 13,47 | 9,46 | 55,42 |
| добавка солей натрия | — | — | 116,94 | — | 60,20 | 56,74 | 116,94 |
| добавка бикарбонатов | 13,00 | 70,77 | — | 83,77 | — | — | 83,77 |
| Итого | 21,53 | 85,26 | 149,35 | 98,26 | 91,67 | 66,20 | 256,13 |
| Потеря сульфатов | 14,59 | 77,10 | — | — | 91,67 | — | 91,67 |
| Источник № 17, коренная струя . . | 6,94 | 8,16 | 149,35 | 98,26 | 0 | 66,20 | 164,46 |

Связь между водою источника верхнего горизонта и водою источника № 17 количественно следует гипотезе содообразования, высказанной мною (3). Преимущество этой гипотезы по сравнению с общепринятой в настоящее время гипотезой биохимической сульфатредукции с одновременным катионным обменом заключается в том, что устраняются затруднения с вопросом о ресурсах питания бактерий, так же как и с вопросом о том, куда девается огромное количество сероводорода, которое для источников Эссентуков должно было бы составить 31,47 мг-экв., или 535 мг на 1 л, что втрое больше содержания H_2S в водах сероводородных источников Мацесты! Все затруднения устраняются, если принять, что проходимые водою слои земной коры содержат коллоиды, способные поглощать двухвалентные ионы.

Ранее в работе В. И. Николаева и др. (4) было указано, что вблизи дельты Волги состав воды грунтовых колодцев (худуков) резко отличается от состава воды глубоких артезианских скважин. Перечислив данные авторов на миллиграмм-эквиваленты, отбросив ион железа и отвечающее ему содержание иона бикарбоната и отбросив NaCl свыше 15 мг-экв. ввиду местного засоления поверхностных слоев, мы смогли

выразить данные указанной работы в эквивалент-процентах и нанести их на двоянную трехугольную диаграмму (см. рис. 3).

Как видно по проведенным стрелкам, и здесь переход от поверхностных вод к водам глубинным связан с переходом от кальция с магнием

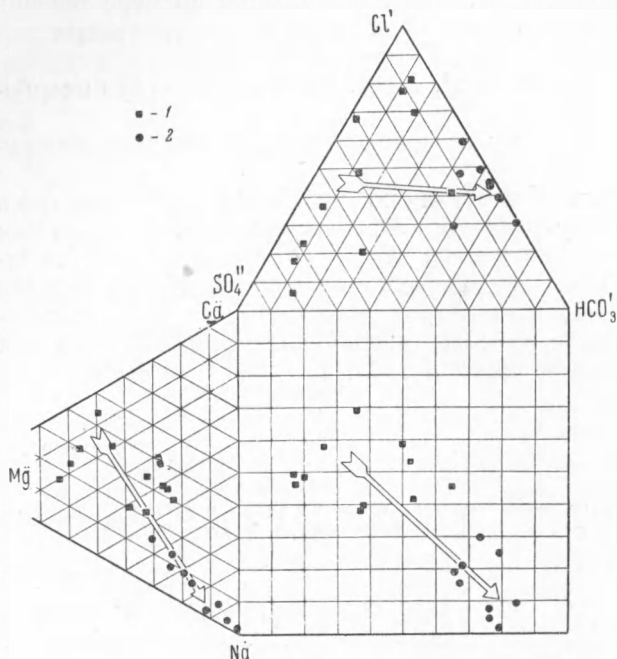


Рис. 3. Переход от грунтовых вод к артезианским близ дельты Волги. 1 — грунтовые колодцы; 2 — артезианские скважины

к коллоидно-химическому поглощению. Сходные условия мы, очевидно, имеем в Кулундинской степи Западной Сибири, где имеются не только содовые озера, но и артскважины со щелочной водой на еще большей глубине, чем на Северном Кавказе.

Гидрохимический институт
Академии наук СССР

Поступило
23 XII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. А. Дуров, Тр. Лабор. гидрогеол. проблем им. Саваренского, 3, 104 (1948).
² Ф. Ф. Селиванов, ЖПХ, 11, 1197 (1938). ³ С. А. Дуров, ДАН, 59, № 1 (1948). ⁴ В. И. Николаев, О. К. Янатъева и М. А. Фришмут, ДАН, 18, 345 (1938).