

7. *Серебряков А. О.* Технология инженерно-геологических изысканий при морских геологоразведочных работах / А. О. Серебряков. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – 250 с.

8. *Серебрякова О. А.* Геологическое строение, инженерно-геологические свойства и нефтегазоносность донных пород-грунтов Каспийского моря / О. А. Серебряков, А. О. Серебряков. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2010. – 320 с.

**ГЕНЕЗИС УГЛЕКИСЛЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ И ЖЕЛЕЗИСТЫХ
БОРНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ
(В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ
КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

У.И. Абайханов, заместитель начальника

*Управление по недропользованию
по Карачаево-Черкесской Республике, г. Черкесск,
тел.: 8(8782)25-58-96; e-mail: geolotdel@yandex.ru*

В.Г. Попов, профессор

*Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),
г. Новочеркасск,
тел.: 8(8635)25-35-33; e-mail: popovvg@novoch.ru*

Рецензент: Серебряков О.И.

Приводятся результаты полевых работ авторов, в ходе которых выполнено исследование содержания углекислоты, железа в водах Центрального Кавказа и Предкавказья, их ионно-солевого и газового составов. Привлечены литературные данные, касающиеся содержания бора.

Results of field works of the authors during which there was a research of the carbonic acid and iron content in waters of the Central Caucasus and Ciscaucasia, their ionic-salt and gas structures have been given in the article. The literary data on the boron content has also been involved.

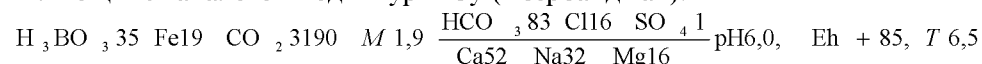
Ключевые слова: Главный хребет, железистые воды, генезис.

Key words: The Main Ridge, ferriferous waters, genesis.

Железистые и железистые борные углекислые воды приурочены к гранитам, гранитоидам и кристаллическим сланцам протерозоя и палеозоя Главного хребта Центрального Кавказа и терригенно-карбонатной толще верхней юры и сланцам палеозоя в Северо-Кавказской моноклинали Предкавказского артезианского бассейна. Концентрация в них $\text{CO}_2 > 0,5$ г/л, что позволяет отнести их к биполикомпонентным. На Тебердинском месторождении и в долине р. Адзапш в этих железистых углекислых водах ($\text{Fe} - 12-52$ мг/л) в кондиционных концентрациях присутствует бор ($\text{H}_3\text{BO}_3 - 33-243$ мг/л). Следовательно, такая минеральная поликомпонентная вода должна называться железистой борной углекислой.

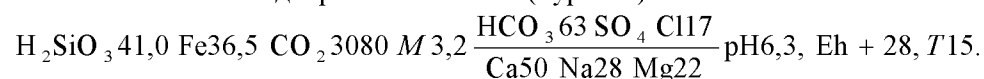
В гидрогеологических массивах Главного хребта воды по составу хлоридно-гидрокарбонатные (гидрокарбонатно-хлоридные), редко – гидрокарбонатные кальциево-натриевые, магниево-кальциевые с минерализацией 1,3–5,9 г/л, содержанием CO_2 0,8–3,6 г/л, $\text{H}_3\text{BO}_3 - 33-243$, $\text{Fe} - 12-52$, $\text{H}_2\text{SiO}_3 - 10-92$ мг/л, величиной pH 5,7–6,8, $T - 4-15$ °C, $Eh - +29...+205$ мВ. Солевой состав вод представлен (%): $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - 18-69$, $\text{NaHCO}_3 - 1-41$, $\text{NaCl} - 8-37$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 - 2-25$ и $\text{Na}_2\text{SO}_4 < 3$.

Наиболее известными представителями вод этого типа являются источник в долине р. Махар-Су, выходящий из гранито-гнейсов позднего палеозоя, являющийся аналогом воды Турш-Су (Азербайджан):



В зоне Северо-Кавказской моноклинали воды железистые углекислые сульфатно-гидрокарбонатного магниево-кальциевого и трехкомпонентного составов. Минерализация их – 1,7–3,2 г/л, содержание Fe – 25–37 мг/л, CO₂ – 1,6–3,1 г/л, H₂SiO₃ – 41–73 мг/л, H₃BO₃ – 13–15 мг/л, величина pH – 6,3–6,5, Eh – +20...+28 мВ, температура – 12–15 °С. Солевой состав вод представлен (%): Ca(HCO₃)₂ – 50–57, MgSO₄ – 11–24, NaCl – 8–17, Mg(HCO₃)₂ – 3–13, Na₂SO₄ <9 и CaSO₄ < 5.

На западной окраине а. Эльтаркач скважиной 1-Э-бис из верхнеюрских отложений с глубины 45–224 м выведена минеральная вода, которая является близким аналогом вод Аршанского типа (Бурятия):



Следует остановиться на генезисе железистых вод. Среди магматических пород наиболее высоким содержанием железа отличаются их кислые разновидности (2,7 %). При углекислотном разрушении железистых минералов (Fe₃O₄, Fe₂O₃, FeS₂ и др.) двухвалентное железо переходит в подземные воды в виде хорошо растворимого бикарбоната железа [Fe(HCO₃)₂], устойчивого в широком диапазоне pH (3–8). Большое значение в формировании общего ионно-солевого состава вод и мобилизации железа из пород имеет степень их раздробленности, от которой зависит интенсивность процессов химического выветривания. Наибольшему разрушению породы подвержены в зонах тектонических нарушений, к которым часто и приурочены выходы железистых минеральных вод.

В присутствии кислорода Fe²⁺ легко переходит в Fe³⁺. Однако в углекислых железистых водах Центрального Кавказа в связи с низкой концентрацией O₂ (<1 мг/л) этот процесс не получил значительного развития, в результате чего на долю Fe³⁺ приходится всего 10–30 % Fe_{общ.}

Статистические геохимические параметры железистых вод и корреляционные взаимоотношения между ними имеют большое сходство с монокомпонентными углекислыми водами [1]. Средняя минерализация их (3,3 г/л) в соответствии с составом обеспечивается за счет ионов HCO₃⁻ (1,8 г/л), Cl⁻ (0,47 г/л), Na⁺ (0,59 г/л) и Ca²⁺ (0,27 г/л). Эти гидрогеохимические параметры и отличаются наибольшей изменчивостью. Распределение в водах их, а также pH, Eh, T и CO₂ отвечает нормальной модели. Но распределение железа отличается от нее и более близко к логнормальному закону (Z_A и Z_E>3).

Установлены линейные стохастические средние и сильные связи (r 0,41–0,89) между M–HCO₃⁻, M–Cl⁻, M–Na⁺, M–Ca²⁺, HCO₃⁻–Ca²⁺, HCO₃⁻–Na⁺, HCO₃⁻–pH, Na⁺–pH, что хорошо понятно с позиции гидролитической концепции формирования ионно-солевого и газового состава углекислых вод. Вместе с тем обращает на себя внимание почти полное отсутствие значимых связей железа с другими гидрогеохимическими показателями. И только с Ca²⁺ обнаружена средняя по силе связь (r 0,51) Fe_{общ.} (табл.).

Таблица

**Корреляционная матрица основных геохимических параметров
углекислых железистых вод (№ 72)**

Параметры	T	pH	Eh	M	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na	Fe _{общ}	CO ₂
T	1	0,19	-0,11	0,10	0,10	0,34	0,00	0,07	0,15	0,07	0,05	-0,08
pH		1	-0,21	0,56	0,28	-0,01	0,57	0,31	0,00	0,49	0,16	-0,45
Eh			1	-0,03	0,05	0,25	-0,10	0,11	0,46	-0,14	-0,14	0,18
M				1	0,72	0,09	0,87	0,47	0,28	0,89	0,13	-0,16
Cl					1	0,12	0,31	0,08	0,28	0,82	-0,17	-0,17
SO ₄						1	-0,13	0,41	0,51	-0,11	0,05	0,12
HCO ₃							1	0,52	0,14	0,69	0,28	-0,12
Ca								1	0,36	0,05	0,51	-0,01
Mg									1	0,02	-0,04	0,30
Na										1	-0,08	-0,24
Fe _{общ}											1	-0,03
CO ₂												1

Обратимся к борным водам. Известно, что основными носителями бора в магматических породах являются боро- и бороалюмосиликаты – минералы датолит ($\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$) и турмалин (сложное соединение, в состав которого, кроме BO_3 , входят Na, Ca, Li, Mg, Al, Si, Mn и Fe) и др.) [2]. Углекислые содовые гидрокарбонатно-хлоридные холодные слабокислые воды зоны Главного хребта представляют благоприятную среду для миграции бора, извлекаемого из пород эндогенного происхождения. Скопления углекислых борных вод Центрального Кавказа относятся к Южному борному поясу, которому также принадлежат области молодого магматизма и тектонической деятельности – Карпаты, Горный Крым, Копетдаг и Памир. Однако содержание H_3BO_3 и минерализация их в подземных водах Центрального Кавказа (соответственно < 0,3 и 6 г/л) существенно ниже, чем в однотипных углекислых водах известных месторождений Уцера (1,45 и 5–10 г/л), Дарыдаг и Орбатех (0,55–1,2 и 14–22 г/л).

Библиографический список

1. *Абайханов У. И.* Особенности формирования углекислых минеральных вод Центрального Кавказа и Предкавказья / У. И. Абайханов // Вестник ЮНЦ РАН. – 2010. – Т. 6, № 1. – С. 41–51.
2. *Куликов В. Г.* Минеральные лечебные воды СССР / В. Г. Куликов, А. В. Желваков, С. С. Бондаренко. – М. : Недра, 1991. – 399 с.