

## О ГЕОХИМИИ ФТОРА В АРТЕЗИАНСКИХ ВОДАХ СЕВЕРНОГО ДАГЕСТАНА

Кудрявцева К. А.

Махачкала, Институт проблем геотермии ДНЦ РАН

Фтор относится к группе биофильных нормируемых элементов, определяющих качество питьевых вод. Оптимальная биохимическая его концентрация в маломинерализованных (до 2-3г/л) подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения, находится в интервале 0,7-1,5 мг/л. Последнее является также и предельно допустимой концентрацией.

Источником фтора в подземных водах являются вмещающие породы, причем среди осадочных пород максимальное содержание фтора характерно для глинистых разностей ( $7,4 \cdot 10^{-2} \%$ ). В артезианских бассейнах накопление фтора происходит преимущественно в щелочных и околонейтральных  $\text{HCO}_3 \text{ClNa}$  и  $\text{HCO}_3\text{Na}$  водах и в значительной степени зависит от  $\text{Na/Ca}$  и  $\text{Mg/Ca}$  соотношений [1].

Артезианские воды на значительной части территории Северного Дагестана представлены  $\text{HCO}_3\text{Na}$  типом, на ограниченных участках распространены  $\text{HCO}_3\text{SO}_4 \text{NaCa}$  воды, а вдоль побережья Каспийского моря  $\text{HCO}_3\text{ClNa}$ . Минерализация вод изменяется от 0,4 до 2,8 г/л, рН 7,2 - 8,8 .

Обработка большого фактического материала по гидрохимии артезианских вод позволила выявить основные закономерности в распространении и формировании фтора в водах плиоцен-четвертичных отложений. Концентрация фтора изменяется в довольно широких пределах: от 0,2 мг/л до 1,6 мг/л, в единичных случаях выше. Максимальные концентрации обнаруживаются в  $\text{HCO}_3\text{ClNa}$  и  $\text{HCO}_3\text{Na}$  водах, минимальные - в  $\text{SO}_4\text{HCO}_3\text{NaCa}$ .

Таблица 1. Концентрация фтора в различных гидрохимических типах вод

Тип воды	Минерализация, г/л	Концентрация фтора, мг/л
$\text{HCO}_3\text{Na}$	0,76 - 1,71	0,3 - 2,0
$\text{HCO}_3\text{ClNa}$	1,44 - 2,80	0,4 - 1,4
$\text{HCO}_3\text{SO}_4\text{Na}$	0,80 - 2,00	0,2 - 0,68
$\text{HCO}_3\text{NaCa}$	0,56 - 0,72	0,2 - 0,4
$\text{SO}_4\text{HCO}_3\text{CaNa}$	0,42 - 1,56	0,2 - 0,6
$\text{SO}_4\text{CaNa}$	1,73 - 2,72	0,36 - 0,4

Как видно из таблицы, минерализация всех типов вод практически одинакова и изменяется в широких пределах: от 0,42 до 2,8 г/л. Однако по концентрации фтора наблюдаются резкие различия. В кальциево-натриевых водах концентрация фтора низкая и изменяется от 0,2 до 0,6 мг/л, в то время как в бескальциевых водах концентрация фтора колеблется в широких пределах, достигая 1,4 - 2,0 мг/л. Это положение связано с малой растворимостью кальциевых солей фтора и высокой – натриевых, поэтому малокальциевые воды более благоприятны для извлечения фтора из пород даже с кларковыми его содержаниями. В то же время не обнаруживается прямой зависимости между концентрацией фтора и  $\text{Na/Ca}$  соотношением. При низких значениях этого соотношения (до 10) концентрация фтора в водах не превышает 0,4 мг/л. В основном, на всей территории  $\text{Na/Ca}$  соотношение изменяется от 15 до 58, в единичных случаях выше. Рассчитана активность фтора в различных типах вод. При расчетах коэффициенты активности фтора взяты из справочника [2]. Установлено, что минимальные значения активности фтора характерны для сульфатных вод, а также вод, содержащих в больших количествах кальций. В этих водах активность иона фтора изменяется от  $0,089 \cdot 10^{-4}$  до  $0,19 \cdot 10^{-4}$  моль/кг. В то же время в  $\text{HCO}_3\text{SO}_4\text{Na}$  водах она достигает  $0,38 \cdot 10^{-4}$  моль/кг

Наиболее высокая активность иона фтора характерна для  $\text{HCO}_3\text{Na}$  вод и изменяется от  $0,283 \cdot 10^{-4}$  до  $0,926 \cdot 10^{-4}$  моль/кг.

Равновесные концентрации фтора, полученные в результате моделирования в системе  $\text{CaF}_2 - \text{NaHCO}_3$  в слабощелочной среде при температуре  $25^\circ\text{C}$  и моляльности раствора 0,01 - 0,07, изменяются от  $3,586 \cdot 10^{-4}$  до  $8,83 \cdot 10^{-4}$  моль/кг [3].

Таким образом, рассчитанные значения активности фтора в артезианских водах  $\text{HCO}_3\text{Na}$  типа при тех же условиях (рН 7,6 - 8,7 и моляльности 0,015 - 0,058) на порядок ниже равновесных концентраций в системе вода–порода.

Артезианские воды Северного Дагестана являются практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, поэтому изучение фтора в водах, как одного из нормируемых элементов, необходимо. Установлено, что из проанализированных 150 проб воды лишь в 36% питьевые воды по концентрации фтора отвечают оптимальной, или близкой к ней (0,6 - 1,4 мг/л), биохимической концентрации. В 22% проб концентрация фтора низкая и составляет всего лишь 0,2 - 0,3 мг/л. Это наблюдается в районе распространения  $\text{SO}_4\text{HCO}_3\text{NaCa}$  вод в центральной части Терско-Сулакской низменности. Наиболее неблагоприятная ситуация с водой в этом плане в селениях Хамамат-юрт, Янги-юрт, Туршунай, Люксембург, Пятилетка и расположенных в этом районе кутанах.

Таким образом, на значительной части территории Северного Дагестана артезианские воды по концентрации фтора отвечают кондициям для питьевых вод. Превышение предельно допустимой концентрации фтора (1,5 мг/л) отмечено всего лишь в трех скважинах : с. Тушмановка (3 мг/л), в районе селения Сухокумск (2 мг/л) и в 15 км южнее Южносухокумска (1,6 мг/л).

Учитывая общие закономерности в распространении гидрохимических типов вод на территории Северного Дагестана, можно с уверенностью прогнозировать оптимальные концентрации фтора в питьевых водах, поскольку накопление его является вторичным процессом и связано с определенными гидрохимическими типами подземных вод.

### Литература

1. Крайнов С.Р. , Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. – М.: Наука, 1980. 285с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.:Химия, 1971. 453с.
3. Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии. М.: Недра, 1988. 254с.

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ НА ИОННЫЙ ОБМЕН

*Свешникова Д.А., Рамазанова А.А, Шабанова З.Э., Рамазанов А.Ш*

*Махачкала. Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, Дагестанский государственный университет*

Устойчивый рост потребности в борных соединениях приводит к вовлечению в переработку все новых видов сырья, разработке новых технологий, совершенствованию существующих методов извлечения бора. Перспективными источниками бора являются боросодержащие подземные воды. Термальные воды Дагестана, имеющие довольно низкое содержание бора (от  $85 \text{ г/м}^3$  в рассоле Тарумовского месторождения до  $214 \text{ г/м}^3$  в воде Южно-Сухокумского месторождения), мало пригодны для непосредственного извлечения бора из исходной воды. Однако узел извлечения бора может быть размещён после одной из таких стадий комплексной переработки гидротермального сырья, как упаривание, извлечение магния, кальция, стронция, йода, брома и т.п. Из водных растворов бор может быть извлечен различными методами. Ранее уже сообщалось о сорбционном извлечении бора из природных вод Дагестана различными ионообменниками [1]. Там же найдены оптимальные условия этого процесса. Работы по совершенствованию сорбционных методов извлечения бора из водных растворов могут преследовать две цели: повышение сорбционной емкости и селективного сорбента. Осуществление