

АНОМАЛИИ БОРА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ В РАЙОНЕ Г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

М. С. Зарипов

Научный руководитель профессор Р. Х. Сунгатуллин;

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Город Набережные Челны — второй по численности в Республике Татарстан (более 500 тыс. жителей), расположен на левом берегу Нижнекамского водохранилища. В настоящее время водоснабжение Набережных Челнов практически полностью (более 99%) осуществляется за счет поверхностных источников из водохранилища. Подземные воды отбираются только ведомственными водозаборами. В условиях интенсивного антропогенного воздействия, оказываемого на бассейн р. Кама и Нижнекамское водохранилище со стороны промышленно-урбанизированной инфраструктуры города (КАМАЗ, сброс промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, транспортные перевозки, плоскостной смыв и др.), экологическое состояние поверхностных вод ухудшается. Поэтому обеспечение города Набережные Челны качественной питьевой водой из подземных источников — одна из наиболее актуальных геологических и социальных задач. По результатам гидрогеологических работ (Поляков и др., 2004, Марущин и др. 2009) определена перспективность выявления питьевых подземных вод на участке Прибрежный, который расположен к востоку от г. Набережные Челны (рис. 1). Качество воды в скважинах здесь соответствует питьевым стандартам [3], за исключением высоких содержаний бора, предельно допустимая концентрация (ПДК) которого в питьевых водах не должна превышать 0,5 мг/л.

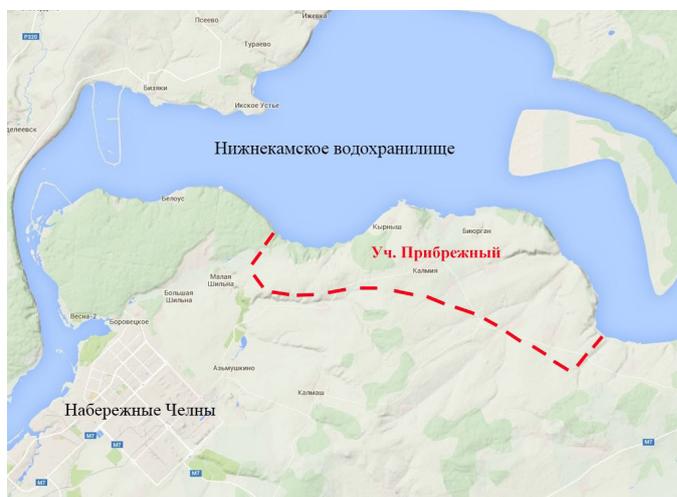


Рис. 1. Границы участка Прибрежный

Бор является показателем качества питьевых вод по санитарно-токсикологическому признаку вредности. Отрицательное санитарно-токсикологическое воздействие повышенных концентраций бора при поступлении в организм человека с питьевой водой вызвано его раздражающим влиянием на желудочно-кишечный тракт, расстройствами репродуктивной функции, нарушениями углеводного обмена [2].

Ранее [5] на левобережье Нижнекамского водохранилища выделена зона распространения борных вод, приуроченная к нижнеказанскому и шешминскому

водоносным комплексам (табл.). Пермский разрез анализируемой территории представлен переслаиванием глин, проницаемых песчаников и известняков, которые не выдержаны по простиранию. Средние содержания бора в осадочных породах пермской формации на прилегающей Нижнекамской площади составляют (г/т): песчаники – 41, карбонаты – 15, глины – 83 [4]. Глины, алевролиты и мергели составляют более 60 % мощности разреза наиболее водообильного нижнеказанского комплекса. С учетом высоких содержаний бора в глинистых породах, можно предположить, что стратиграфический и литологический факторы отвечают за повышенные концентрации бора в подземных водах.

Статистическая обработка результатов гидрохимических анализов выявила, что увеличение содержаний бора зависит от степени минерализации вод, концентраций сульфатов, натрия, калия и кальция. Довольно устойчивые корреляционные связи также прослеживаются между бором и общей жесткостью, Mg, Li, H₂S и F. Отсутствует связь бора с Cl. Из этого следует, что бор не имеет глубинного происхождения, т. к. не связан с хлоридными водами глубокозалегающих горизонтов. Поэтому повышенные концентрации бора отвечают, по-видимому, условиям формирования водовмещающих пород.

Таблица

Содержания основных химических компонентов в подземных водах участка Прибрежный, мг/л

Индекс возраста	Минерализация	Ca	Mg	Na+K	Fe	Cl	SO ₄	HCO ₃	B
Q	578,23	96,19	26,75	96,37	0,52	7,18	35,88	622,2	0,09
P ₁ kz ₁	712,63	72,14	38,91	125,12	0,19	43,06	254,31	341,6	1,52
P ₂ kz ₁	762,31	84,17	41,34	127,19	0,10	39,15	275,71	275,7	1,79
P ₃ šš	2019,01	220,59	68,61	289,11	1,01	63,29	1190,1	170,8	3,73
P ₄ šš	1095,29	132,26	48,64	165,83	0,15	37,19	541,53	329,4	2,75

Примечание: жирным шрифтом выделены превышения бора относительно ПДК [3].

Авторами проведены химический и изотопный анализы проб воды, отобранных на участке Прибрежный в 2016 г. Подземные воды данной территории относятся к гидрокарбонатным и сульфатно-гидрокарбонатным, кальциево-натриевым и кальциево-магниевым с минерализацией 232-537 мг/л. Значения изотопов $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ в подземных водах расположены рядом с глобальной линией метеорных вод (ГЛМВ), что свидетельствует об их метеорном генезисе (рис. 2).

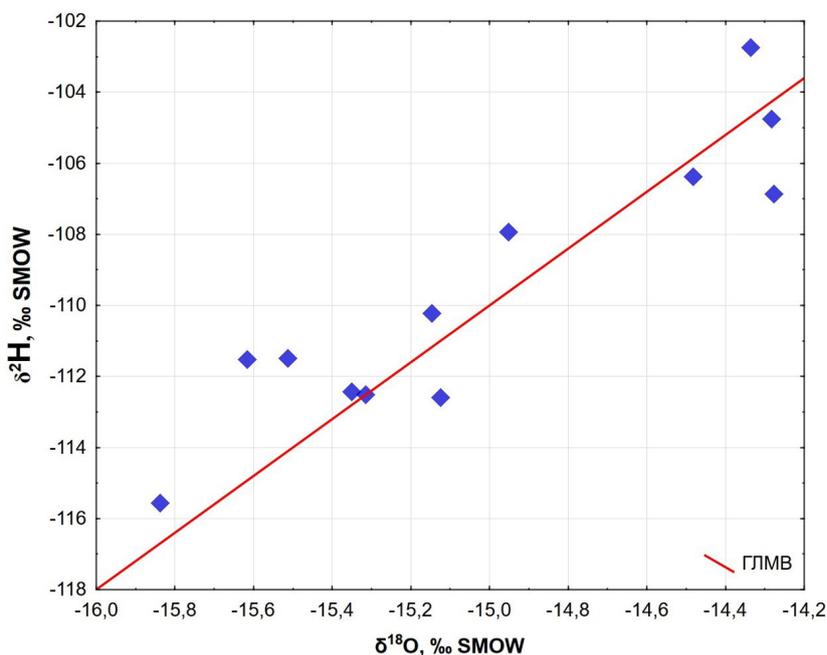


Рис. 2. Соотношение стабильных изотопов в изучаемых подземных водах

В настоящее время отдельные недропользователи проводят специальную водоподготовку. Например, ПАО «КАМАЗ» использует баромембранную технологию очистки подземных вод от бора при розливе бутилированной воды «Совушка». Мембранными методами, одновременно с ионами солей, задерживается до 40% бора. Учитывая ПДК бора в питьевой воде, содержание данного элемента в исходной воде не должно превышать 0,7 мг/л, что в 4,7 раза ниже среднего содержания бора в подземных водах анализируемой площади.

Применение для очистки подземных вод комплексобразующих ионитов с высокой избирательной способностью к боркислородным соединениям в настоящее время является наиболее приемлемым. Данный способ очистки воды от анионов солей бора основан на ионном обмене с применением высокоселективных смол. Ряд активности борселективной смолы следующий: $\text{Cl} < \text{SO}_4 < \text{HCO}_3 < \text{B}(\text{OH})_4$ [1]. Отсюда следует, что в первую очередь на смолу будут осажаться анионы солей бора. При этом химический состав воды по главным компонентам практически не изменяется, что позволит использовать всю подаваемую воду в питьевых целях.

Концентрация бора в подземных водах зависит от многих факторов, учет которых в настоящее время представляется сложной проблемой. На текущем этапе работы авторы склоняются к литолого-фациальной причине возникновения аномалий бора на левобережье Нижнекамского водохранилища.

Литература

1. Алексеев Л. С. Ивлева Г. А., Аль-Амри З. Очистка подземных вод питьевого назначения от бора // Вестник МГСУ. – М., 2011. - №8. – С. 312-315.
2. Закутин В. П., Вавичкин А. Ю., Основные особенности геохимии бора в пресных подземных водах // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2010. - № 1. – С. 30-39.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001. - 62 с.
4. Сунгатуллин Р. Х. Комплексный анализ геологической среды (на примере Нижнекамской площади). - Казань: Мастер-Лайн, 2001. – 140 с.
5. Сунгатуллин Р. Х. Минеральные питьевые воды Республики Татарстан // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. - 2010. - Т. 152, кн. 3. - С. 223-237.