

УДК 556.3 (571.150)

Г.Я. Барышников<sup>1</sup>, С.С. Слажнева<sup>2</sup>, П.В. Сотников<sup>3</sup>

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БОРА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Рассмотрена проблема качества питьевых подземных вод, являющихся для большинства районов Алтайского края единственным источником водоснабжения. Основное внимание акцентировано на выявление площади распространения этих вод с содержанием бора, превышающем предельно допустимую концентрацию. Рассмотрены основные источники поступления бора в подземные воды и обозначены последствия от попадания его в организм человека.

*Ключевые слова:* бороносные породы, питьевая вода, химический анализ, сухой остаток, концентрация бора

**Введение.** В Алтайском крае подземные воды являются важным источником водоснабжения, а для большинства районов – единственным. Для населения данного региона большое значение имеет как количество, так и их качество. Питьевая вода должна отвечать требованиям качества по СанПиН 2.1.4.1074-01 [Гидрогеология, 1972]. К сожалению, среди используемых подземных вод в Алтайском крае, не все они отвечают санитарно-эпидемиологическим требованиям. В связи с отсутствием качественных источников водоснабжения часто используются сильно минерализованные воды с повышенным содержанием железа, марганца, бора и других химических элементов.

Как известно, бор является биологически активным веществом и в соответствии с принятой классификацией его относят к весьма токсичным элементам. В подземных водах он встречается в виде оксида бора и ортоборной кислоты. При употреблении воды с повышенными концентрациями бора даже в течение непродолжительного времени, у человека может возникнуть раздражение желудочно-кишечного тракта. При длительном воздействии соединений бора на организм происходит нарушение процессов пищеварения: они приобретают хронический характер, развивается так называемый «борный энтерит», возникает борная интоксикация, которая поражает печень, почки, центральную нервную систему [Закутин В.П., Вавичкина А.Ю., 2010].

Источником бора в подземных водах служат бороносные осадочные породы, например борацил, бура, калиборит, улесит, колеманит, ашарит и др. Как правило, они сложены известково-магнезиально-железистыми силикатами, алюмосиликатами и соленосными отложениями, а также глинами, содержащими бор, сорбированный из морской воды. Источниками соединений бора в природе служат также воды нефтяных месторождений, рапа соленых озер, термальные источники, особенно в районах вулканической активности [Посохов, 1969].

В природных водах бор находится в виде ионов борных кислот. В маломинерализованных подземных водах содержание бора составляет, как правило, десятые – сотые доли мг/л. Однако в минерализованных щелочных водах его концентрация может достигать единиц и даже десятков мг/л, что делает такую воду потенциально небезопасной для питьевого применения [Посохов, 1969]. Принято считать гигиеническим нормативом по бору в питьевой воде концентрацию <0,5 мг/л, по санитарно-токсикологическому признаку вредности второго класса опасности [СанПиН 2.1.4.1074-01, 2001].

В Алтайском крае по данной проблеме исследования не проводились, так как повышенную концентрацию бора в подземных водах обнаружили условно недавно.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования на территории Алтайского края являются подземные воды эксплуатируемых водоносных горизонтов. Для определения их качества, пробы воды отбирались на полный химический анализ согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Для исследуемых элементов использовались следующие химико-аналитические методы:

– флуориметрический метод (с использованием прибора Флюорат 02-3М), с помощью которого устанавливалась концентрация бора, с погрешностью в среднем 0,15 мг/л;

– гравиметрический метод определения сухого остатка в используемых подземных водах, погрешность которого в среднем составляла 0,15 г/л.

Анализ проб выполнялся в аккредитованных лабораториях Томского научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии (ТНИИКиФ) и Центра гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае (ЦГЭ).

Территории с повышенным содержанием бора в подземных водах были выявлены в результате многолетних работ за период 2001–2012 гг. ОАО «Алтайской гидрогеологической экспедицией», а также по данным службы мониторинга.

<sup>1</sup> Алтайский государственный университет, географический факультет, декан, докт. геогр. н.; e-mail: bgj@geo.asu.ru

<sup>2</sup> Алтайский государственный университет, географический факультет, доцент кафедры природопользования и геоэкологии, канд. геогр. н.; e-mail: swetik315@mail.ru

<sup>3</sup> ООО «Барнаулстройизыскания», инженер-геолог; e-mail: sotnikov.pet@yandex.ru

### Результаты исследований и их обсуждение.

Использованы результаты полного химического анализа вод из 72 скважин различных эксплуатируемых водоносных горизонтов в пределах региональных границ Алтайского края.

По водородному показателю исследуемые подземные воды относятся к щелочным (рН 7,0–8,7). В подобных водах концентрация бора может достигать единиц и даже десятков мг/л, что делает такую воду потенциально небезопасной для питьевого применения [Посохов, 1969].

Повышенное содержание бора в подземных водах охватывает 20 административных района: Пospelихинский, Новичихинский, Ребрихинский, Каменский, Панкрушихинский, Романовский, Волчихинский, Егорьевский, Ключевской, Топчихинский, Шипуновский, Кулундинский, Благовещенский, Калманский, Завьяловский, Тюменцевский, Баевский, Алейский, Родинский, Мамонтовский. Концентрация бора здесь колеблется от 0,53 до 3,05 мг/л. Содержание бора максимально в подземных водах Завьяловского и Топчихинского районов – в отдельных скважинах превышает 2 мг/л. В остальных районах Алтайского края превышение нормативных значений бора не обнаружено.

Солоноватые подземные воды территориально совпадают с распространением бора. Здесь можно выделить районы со слабосоленатыми подземными водами, известные по местоположению в выше перечисленных административных районах; умеренно солоноватые воды, приуроченные к Завьяловскому, Новичихинскому и Пospelихинскому районам.

Превышение ПДК бора (более 0,5 мг/л) в подземных водах Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна объясняется затрудненными условиями питания подземных вод, наличием в кровле

водоносных горизонтов глин значительной мощности и горизонтов загипсованных глин, а в некоторых районах отмечена связь подземных вод с водами соленых озер.

Все перечисленные выше условия свидетельствуют о замедленном водообмене подземных вод и о связи с рапой соленых озер, вследствие чего произошло увеличение концентрации бора в подземных водах.

### Выводы:

– площадь распространения подземных вод с повышенным содержанием бора (более 0,5 мг/л) на территории Алтайского края занимает практически весь степной Алтай (Кулундинско-Барнаульский артезианский бассейн), что совпадает с площадью распространения солоноватых вод. Вследствие чего была определена взаимосвязь между ними;

– основными факторами накопления бора в подземных водах являются: наличие в кровле водоносных горизонтов глин значительной мощности и горизонтов загипсованных глин, что свидетельствует о замедленном водообмене, а в некоторых районах отмечена связь подземных вод с водами соленых озер;

– исследуемые воды по значениям рН относятся к щелочным, что способствует увеличению концентрации бора;

– на территории с высоким содержанием бора в подземных водах необходимо вести мониторинговые наблюдения за его концентрацией, а также проводить обследование населения по выявлению патологий, производить очистку вод для уменьшения концентрации бора как минимум до предельно допустимых норм.

Особое внимание нужно уделять районам с аномально высокими концентрациями исследуемых элементов, к ним относятся Топчихинский, Завьяловский административные районы Алтайского края.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гидрогеология СССР. Кемеровская область и Алтайский край / Под ред. М.А. Кузнецова, О.В. Постникова. Западно-Сибирское геологическое управление. М.: Недра, 1972. Т. XVII. 399 с.

Закутин В.П., Вавичкин А.Ю. Основные особенности геохимии бора в пресных подземных водах // Геоэкология. М.: Наука. 2010. № 1. С. 30–39.

Посохов Е.В. Формирование химического состава подземных вод. Л., 1969. 334 с.

СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Качество воды. М., 2001. 62 с.

Поступила в редакцию 27.08.2018

После доработки 01.10.2018

Принята к публикации 08.10.2018

G.Y. Baryshnikov<sup>1</sup>, S.S. Slazhneva<sup>2</sup>, P.V. Sotnikov<sup>3</sup>

**DISTRIBUTION OF UNDERGROUND WATER  
WITH HIGH BORON CONCENTRATIONS  
IN THE ALTAI TERRITORY**

The article considers a problem of the quality of underground drinking water, which is the only source of water supply for most areas of the Altai Territory. The main attention is focused on the detection of area of the distribution of water with high boron content. The main sources of the element in groundwater are identified and the consequences of its intake into human body are discussed.

*Key words:* boron-bearing rocks, drinking water, chemical analysis, dry residue, boron concentration

REFERENCES

Gidrogeologija SSSR [Hydrogeology of the USSR]. Kemerovskaja oblast' i Altajskij kraj / Eds.: M.A. Kuznecov, O.V. Postnikov. Zapadno-Sibirskoe geologicheskoe upravlenie. M.: Nedra, 1972. T. XVII. 399 p. (in Russian).

*Posohov E.V.* Formirovanie himicheskogo sostava podzemnyh vod [Formation of the chemical composition of groundwater]. Leningrad, 1969. 334 p. (in Russian).

SanPiN 2.1.4.1074-01 Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo

vodosnabzhenija. Kachestvo vody [SanPiN 2.1.4.1074-01 Drinking water. Hygienic requirements for water quality for the centralized drinking water supply systems. Water quality]. M., 2001. 62 p. (in Russian).

*Zakutin V.P., Vavichkin A.Yu.* Osnovny'e osobennosti geohimii bora v presnyh podzemnyh vodah [Principal features of boron geochemistry in fresh underground water] // Geokologiya. M.: Nauka., 2010. № 1. S. 30–39 (in Russian).

Received 27.08.2018

Revised 01.10.2018

Accepted 08.10.2018

<sup>1</sup> Altai State University, Faculty of Geography, Dean, D.Sc. in Geography; *e-mail:* bgj@geo.asu.ru

<sup>2</sup> Altai State University, Faculty of Geography, Department of natural resources and geocology, Associate Professor, PhD. in Geography; *e-mail:* swetik315@mail.ru

<sup>3</sup> ООО «Barnaulstroyizyskaniya», geological engineer; *e-mail:* sotnikov.pet@yandex.ru