ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES

УДК 543.062

ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПОСЕЛКА НОВООРСК

PHYSIC–CHEMICAL ANALYSIS OF DRINKING WATER OF THE TOWNSHIP OF NOVOORSK

©Изкеев С. С.
Челябинский государственный университет
г. Челябинск, Россия
ecol@csu.ru
©Iskeev S.
Chelyabinsk state University
Chelyabinsk, Russia
ecol@csu.ru
©Сибиркина А. Р.
канд. хим. наук,
Челябинский государственный университет
г. Челябинск, Россия
sibirkina@mail.ru
©Sibirkina A.
PhD
Chelyabinsk state University
Chelyabinsk, Russia
sibirkina@mail.ru

Аннотация. В работе представлены данные по содержанию химических элементов в питьевой воде поселка Новоорск. Все выявленные примеси оказывают влияние на изменение физических характеристик воды. Отмечается повышенное содержание минеральных солей. Приведенные данные свидетельствуют об актуальности дальнейших исследований в этом направлении.

Abstract. In work data on the content of chemical elements in drinking water of the settlement of Novoorsk are submitted. All revealed impurity exert impact on change of physical characteristics of water. The increased content of mineral salts is noted. The provided data confirm relevance of further researches in this direction.

Ключевые слова: вода, водоснабжение, примеси, минеральные соли, физические свойства воды.

Keywords: water, water supply, impurity, mineral salts, physical properties of water.

Принято считать, что воды централизованного водоснабжения являются наиболее безопасными для потребителя, однако существует ряд факторов, в зависимости от которых может проявляться риск здоровью. Кроме фактического поступления в организм достаточного количества воды для нормального функционирования организма важно ее качество. В ее состав должны входить необходимые организму вещества в определенном количестве, так как избыток или недостаток тех или иных веществ так же способен привести к нарушению в работе систем человеческого тела [1, с. 400]. Выявить наличие в воде различного рода примесей позволяет физико–химический анализ воды**.**

Оценка качества воды централизованного водоснабжения п. Новоорск, в связи с отзывами потребителей, является актуальным вопросом. Новоорск — поселок в Оренбургской области России, административный центр Новоорского района. Общая численность населения в Новоорском районе составляет 30 261 человек (в поселке Новоорск — 12 359 человек), из них централизованным питьевым водоснабжением пользуется 29 694 человек (или 98,1%) от всего населения района. На территории района функционируют 26 водопроводов, размещенные в 23 населенных пунктах. В двух населенных пунктах (с. Можаровка, с. Тасбулак) в питьевых целях используется вода из артезианских скважин и общественных колодцев. В п. Энергетик для хозяйственно–питьевого водоснабжения используется вода из открытого водоема. В других населенных пунктах, в том числе поселке Новоорск, вода используется из артезианских скважин.

Отбор проб воды проводился в период летней производственной практики (с 30 июня по 27 июля 2014 года), были обследованы пробы с 8 скважин п. Новоорск. Анализ воды проводился в санитарно–гигиенической лаборатории филиала Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области в Новоорском, Адамовском, Кваркенском районах» по стандартным методикам.

Результаты исследования

Мониторинг и постоянное исследование водных источников необходимы и более того, обязательны, так как данная мера способна предотвратить поражение здоровья населения. На многих физиологических функциях организма человека сказывается плохое качество питьевой воды по органолептическим показателям, в частности — при употреблении мутной воды с неприятным вкусом или запахом снижается секреторная деятельность желудка [2, с. 623]. Как показали результаты исследования, по средним значениям физико–органолептическим пораметрам вода соответствует нормам качества (Таблица 1).

Таблица 1.

СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ
ПО ФИЗИКО–ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Показатели	*Среднее значение*	*Норма, нормирующий документ*
Запах / вкус, баллы	1 / 1	(2), ГОСТ 3351-74 [3, с. 8]
Цветность, град.	10,59±1,56 5,0-27,0	(20), ГОСТ 3351-74, (25), ГОСТ 31868-2012 [4, с.10]
Мутность, ЕМФ	0,57±0,05 0,5-0,88	(1,5), ГОСТ 3351-74

Однако, в двух пробах из восьми (37,5%), наблюдается повышенная цветность воды. Учитывая, что вода в поселок поступает из артезианских скважин — высокий показатель цветности воды, может носить биологический характер, из-за выщелачивания гуминовых веществ.

Кроме органолептических показателей основной группы (физико–органолептических), следует обратить внимание на группу химико–органолептических показателей. К показателям, характеризующим природный химический состав воды, относятся: сухой остаток (минерализация общая), водородный показатель (pH), жесткость общая, содержание сульфатов, хлоридов [5]. Для человеческого организма питьевая вода является незаменимым источником макроэлементов, присутствующих в ней в виде двухвалентных ионов, биологически доступных и легко всасываемых [1]. Это справедливо, прежде всего, в отношении кальция и магния, определяющих общую жесткость воды (Таблица 2).

Ионам кальция и магния принадлежит важная роль в регуляции артериального давления. Дефицит и дисбаланс этих элементов способствуют формированию заболеваний сердечно–сосудистой системы, в том числе и гипертонической болезни [12, с. 463]. Особое значение в ее патогенезе придается магнию: именно его дефицит рассматривается в качестве первичного звена [13, с. 3–8; 14, с. 239].

Согласно материалам ВОЗ [15, с. 107], существует обратная связь между содержанием в питьевой воде кальция, магния и распространенностью артериальной гипертензии, острых нарушений мозгового кровообращения. В регионах с мягкой водой уровень заболеваемости гипертонической болезнью на 25–30% выше по сравнению с другими регионами.

Таблица 2

СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ
ПО ХИМИКО–ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Показатели	*Среднее значение*	*Норма, нормирующий документ*
Общая жесткость, моль/дм^3	9,4± 0,5 7,3-10,8	(7,0), ГОСТ 31954-2012 [6, с. 11]
Сульфаты, мг/дм^3	53,0±2,5 48,1-58,1	(<200), ГОСТ 31940-2012 [7, с. 16]
Хлориды, мг/дм^3	5,1±1,1 4,7-6,4	(10), ГОСТ 4245-72 [8, с. 12]
Нитраты, мг/дм^3	48,1±2,7 10,8-108,4	(45), ГОСТ 33045-2014 [9, с. 21]
Сухой остаток, мг/дм^3	685,6±56,8 670,4-696,4	(1000), ГОСТ 18164-72 [10, с. 10]
pH	7,5 7,4-7,6	(6-8), ИСО 10523 [11, с. 10]

Однако в последнее время в научной литературе появляются данные, которые не согласуются с приведенными сведениями. Так, японскими учеными не обнаружено корреляции между жесткостью питьевой воды и смертностью от ишемической болезни сердца [16, с. 25–28].

С уверенностью можно сказать одно, что постоянное употребление как мягкой, так и жесткой воды может приводить к элементному дисбалансу и быть патогенетической основой заболеваний сердечно–сосудистой системы. По закону Либиха, любой фактор, воздействующий на организм, оказывает благоприятное воздействие только в определенном интервале

концентраций и интенсивности. Таким образом, как дефицит, так и избыток ионов кальция и магния в употребляемой воде, нарушая некоторые функции в организме, становится лимитирующим фактором.

Как показали исследования, вода характеризуется повышенной жесткостью, отмечается превышение нормы от 1,0 до 1,5 раз (в среднем в 1,3 раза). Повышенная жесткость воды имеет естественные причины возникновения — п. Новоорск находится в водоносном горизонте галечников и песков в пойме Урала. Вдоль восточной границы района проходит Акжарско–Джусинский гребень, заполненный отложениями известняков и мраморов карбона.

В районах с развитым сельским хозяйством очень важно проверять водопроводную воду на содержание нитратов. Талые и дождевые воды с сельскохозяйственных полей могут выступать в качестве источников нитратов в питьевой воде в колодцах или неглубоких скважинах. Питьевая вода, содержащая нитраты, несет опасность для здоровья населения. поступая в организм человека нитраты легко всасываются, попадают в кровь, где вступают в реакцию с молекулой железа. В результате образуется метгемоглобин, и транспортная функция эритроцита нарушается. Поэтому, несмотря на достаточное содержание кислорода в крови, наблюдается тканевая гипоксия — нарушение дыхания клеток [17]. Помимо метгемоглобинемии, поступление нитратов в организм приводит к увеличению заболеваемости ОРЗ, пневмонией, гриппом, инфекциям кожи. Токсичность нитратов связана с их переходом в нитриты в результате деятельности кишечных бактерий [18, с. 576].

В ходе исследования было выявлено, что вода по содержанию нитратов представляет особую опасность для жителей поселка Новоорск. Превышение содержания нитратов зафиксировано в 37,5% исследованных скважин и составило 1,1 раза от среднего значения и до 2,4 раза по максимальным показателям. При эксплуатации вышеуказанных источников воды, периодически необходимо производить ее анализ на наличие подобных загрязнений, а также предупреждать их попадание в организм человека посредством установки фильтрующих средств.

Важной характеристикой воды является уровень ее pH. Оптимальные его значения позволяют организму человека нормально функционировать, обеспечивают его стойкость к заболеваниям. Следовательно, уровень pH — это своего рода индикатор, указывающий на качество питьевой воды [19]. Отклонения от этого уровня создают определенную среду и меняют условия протекания химических реакций в воде. При потреблении такой воды желудочно–кишечный тракт становится уязвимым для паразитирующих организмов. Вода может спровоцировать многие заболевания.

Проведенный анализ питьевой воды ни в одной из исследованных скважин не выявил отклонений от нормы по pH (0,94 % от нормы). Можно предположить, что артезианская питьевая вода, имеет оптимальный уровень pH и оптимально подходит для человека.

С химическим или минеральным составом воды связывают ее вкусовые качества и возможность развития у населения массовых заболеваний. Оптимальной считают минерализацию воды на уровне 300–500 мг/л, вода с сухим остатком 100–300 мг/л считается удовлетворительной минерализации, 500–1000 мг/л — повышенной, но допустимой минерализации [5].

Проведенные исследования питьевой воды поселка Новоорск, исходя из выше изложенной классификации, позволяют охарактеризовать ее как воду повышенной, но допустимой минерализации. Среднее значение минерализации воды колеблется в пределах 685,6 мг/дм^3, составляя 68,6% от нормы. Несмотря на то, что минерализация воды не превышает допустимых норм, следует отметить, что вода с повышенной минерализацией хуже утоляет жажду. Ощущение жажды возникает рефлекторно вследствие уменьшения количества воды

в организме, но даже незначительное обезвоживание приводит к повышению осмотического давления плазмы крови. Кроме того, употребление воды с повышенной минерализацией может вызвать диспепсические расстройства у лиц, которые изменили место проживания [5].

Выводы

1. Источники водоснабжения п. Новоорск по физико–органолептическим показателям воды (запах, вкус, мутность) и химико–органолептическим (pH и сухой остаток) являются полностью безопасными, но имеющийся ряд отклонений по показателю цветность, указывает на необходимость дополнительного обесцвечивания воды, например, методами ионообменной фильтрации.

2. Исследуемая питьевая вода, характеризуется повышенной жесткостью и высоким содержанием нитратов и, следовательно, существует определенный риск здоровью населения.

Список литературы:

1. Сотникова Е. В., Дмитренко В. П., Техносферная токсикология: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2013. 400 с.
2. Химическая энциклопедия: в 5 т. Т. 1. М.: Сов. энцикл., 1988. 623 с.
3. ГОСТ 31868-2012. Вода питьевая. Методы определения цветности. М.: Стандартформ, 2014. 8 с.
4. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 10 с.
5. Химические вещества, определяющие органолептические свойства воды. Сухой остаток // Eurolab. Медицинский портал. Режим доступа: http://www.eurolab.ua/encyclopedia/3863/35004/ (дата обращения 03.03.2016).
6. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости. М.: Стандартформ, 2013. 11 с.
7. ГОСТ 31940-2012. Вода питьевая. Методы определения сульфатов. М.: Стандартформ, 2013. 16 с.
8. ГОСТ 4245-72. Вода питьевая. Методы определения хлоридов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 12 с.
9. ГОСТ 33045-2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. М.: Стандартформ, 2015. 21 с.
10. ГОСТ 18164-72. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка. М.: ИПК Издательство стандартов, 1972. 10 с.
11. ISO 10523:1994 Качество воды. Определение pH. М., 2003. 10 с.
12. Михайлов В. Н., Добровольский А. Д., Добролюбов С. А. Гидрология: учебник для вузов / 3-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2008. 463 с.
13. Кириллова А. В., Доршакова Н. В., Дуданов И. П. К вопросу о патогенезе гипертонической болезни и ишемической болезни сердца при дефиците потребления кальция и магния в условиях Севера // Экология человека. 2006. №1. С. 3–8.
14. Скальная М. Г., Дубовой Р. М., Скальный А. В. Химические элементы–микронутриенты как резерв восстановления здоровья жителей России. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2004. 239 с.
15. WHO, UNICEF and ICCIDD. Assessment of the Iodine Deficiency Disorders and monitoring their elimination. Geneva, WHO / Euro / NUT, 2001, p. 1.
16. Miyake Y., Iki M. Lack of association between water hardness and coronary heart disease mortality in Japan // Int. J. Cardiol, 2004, v. 96, no. 1, pp. 25–28.

17. Нитраты в воде // ВОЛНА Центр. Режим доступа: http://www.bpp2000.ru/publ/opisanie_vody_i_ejo_chistota/voda_kotoruju_my_pem/nitraty_v_vode/4-1-0-5 (дата обращения 03.03.2016).

18. Большая медицинская энциклопедия / гл. ред. Б. В. Петровский. Изд. 3. В 30-ти т. М.: Советская энциклопедия, 1976. 576 с.

19. pH воды // Вода питьевая. Режим доступа: http://vodapitevaya.ru/ph-vody (дата обращения 03.03.2016).

References:

1. Sotnikova E. V., Dmitrenko V. P. Tekhnosfernaya toksikologiya [Technosphere toxicology]: training manual. St. Petersburg.: Lan', 2013. 400 p.

2. Khimicheskaya entsiklopediya [Chemical encyclopedia]: in 5 v. V. 1. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya, 1988, 623 p.

3. GOST 31868-2012. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya tsvetnosti [Drinking water. Methods for determination of chromaticity]. Moscow, Standartform, 2014, 8 p.

4. GOST 3351-74. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya vkusa, zapakha, tsvetnosti i mutnosti [Methods for determining the taste, odor, chromaticity and turbidity]. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 2003, 10 p.

5. Khimicheskie veshchestva, opredelyayushchie organolepticheskie svoistva vody. Sukhoi ostatok [Chemical substances defining organoleptic properties of water. Dry residue] // Eurolab. Meditsinskii portal [Medical portal]. Available at: http://www.eurolab.ua/encyclopedia/3863/35004/, accessed 03.03.2016.

6. GOST 31954-2012. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya zhestkosti [Drinking water. Methods for determination of hardness]. Moscow, Standartform, 2013, 11 p.

7. GOST 31940-2012. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya sul'fatov [Drinking water. Methods for determination of sulphates]. Moscow, Standartform, 2013, 16 p.

8. GOST 4245-72. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya khloridov [Drinking water. Methods for determination of chlorides]. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 2000, 12 p.

9. GOST 33045-2014. Voda. Metody opredeleniya azotsoderzhashchikh veshchestv [Water. Methods for determination of nitrogen–containing substances]. Moscow, Standartform, 2015, 21 p.

10. GOST 18164-72. Voda pit'evaya. Metod opredeleniya soderzhaniya sukhogo ostatka [Drinking water. Method for determination of dry residue]. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 1972, 10 p.

11. ISO 10523:1994 Kachestvo vody. Opredelenie pH [Water quality. pH Determination]. Moscow, 2003, 10 p.

12. Mikhailov V. N., Dobrovolskii A. D., Dobrolyubov S. A. Gidrologiya [Hydrology]: textbook for high schools, 3rd ed, stereotyped, Moscow, Vysshaya shkola, 2008, 463 p.

13. Kirillova A. V., Dorshakova N. V., Dudanov I. P. K voprosu o patogeneze gipertonicheskoi bolezni i ishemicheskoi bolezni serdtsa pri defitsite potrebleniya kal'tsiya i magniya v usloviyakh Severa [On the issue of pathogenesis of hypertension and coronary heart disease with deficiency of calcium and magnesium intake in the North]. Ekologiya cheloveka, 2006, no. 1. pp. 3–8.

14. Skalnaya M. G., Dubovoi R. M., Skalnyi A. V. Khimicheskie elementy–mikronutrienty kak rezerv vosstanovleniya zdorov'ya zhitelei Rossii [Chemical elements, micronutrients as the reserve of health recovery Russian citizens]. Orenburg, RIK GOU OGU, 2004, 239 p.

15. WHO, UNICEF and ICCIDD. Assessment of the Iodine Deficiency Disorders and monitoring their elimination. Geneva, WHO / Euro / NUT, 2001, p. 1.

16. Miyake Y., Iki M. Lack of association between water hardness and coronary heart disease mortality in Japan // Int. J. Cardiol, 2004, v. 96, no. 1, pp. 25–28.

17. Nitraty v vode [Nitrates in water]. VOLNA Tsentr [WAVE Center]. Available at: http://www.bpp2000.ru/publ/opisanie_vody_i_ejo_chistota/voda_kotoruju_my_pem/nitraty_v_vode/4-1-0-5, accessed 03.03.2016.

18. Bol'shaya meditsinskaya entsiklopediya [The Great Medical Encyclopaedia], ed. B. V. Petrovskii, publ. 3. in 30th vv. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya, 1976, 576 p.

19. pH vody [pH of water]. Voda pit'evaya [Drinking water]. Available at: http://vodapitevaya.ru/ph-vody, accessed 03.03.2016.

Работа поступила в редакцию
13.02.2016 г.

Принята к публикации
17.02.2016 г.