

УДК 911.373

НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

© О.В. Алехина, Н.В. Вerveкина, М.С. Веселова

Ключевые слова: вода артезианских скважин; предельно допустимая концентрация; загрязнитель. Проанализирован состав воды артезианских скважин г. Моршанска по ряду показателей. Выявлено превышение норм по содержанию железа общего и общей жесткости.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема качества питьевой воды затрагивала очень многие стороны жизни человеческого общества на протяжении всей истории его существования.

В современных условиях такие факторы, как рост численности населения, увеличение промышленного производства, возникновение огромных городских конгломераций, требуют все больших объемов водопотребления и приводят к тому, что пресная вода стремительно превращается в дефицитный природный ресурс. В XXI в. запасы пресной воды в силу ее дефицита станут сильнейшим стратегическим инструментом влияния на социально-экономическую, демографическую обстановку внутри стран и геополитическую ситуацию в мире.

Проблема обеспечения населения доброкачественной водой обострилась настолько, что решением ООН 2005–2015 гг. объявлены Международным десятилетием действий «Вода для жизни». В настоящее время питьевая вода – это проблема многоаспектная: социальная, политическая, медицинская, географическая, а также инженерная, экономическая и экологическая.

Особенно актуальным, приоритетным становится не просто достаточное количество воды, но и обеспечение экологической безопасности в водохозяйственной сфере, охраны источников пресной воды, обусловленное предельным химическим и микробиологическим их загрязнением. В последние годы заметно изменился состав не только поверхностных, но и подземных вод.

В большинстве стран мира действуют соответствующие правила, регламенты и административные законы, регулирующие отношения в области питьевого водоснабжения и устанавливающие государственные гарантии по обеспечению населения питьевой водой.

Однако программы очистки воды и мониторинга могут быть эффективны только в том случае, если сопровождаются достоверным анализом качества воды, по результатам которого и выдаются рекомендации по корректировке состава воды с учетом концентрации компонентов и технологии очистки.

В основе гигиенических требований к качеству воды для питьевых и бытовых целей лежит принцип безопасности в эпидемиологическом отношении, безвредности по химическому составу и благоприятности по органолептическим свойствам.

Здоровье и продолжительность жизни во многом зависят от качества потребляемой питьевой воды, поскольку именно качество воды в значительной мере определяет характер и уровень инфекционных и неинфекционных заболеваний, генетических болезней, особенности развития организма человека. В 2000 г. ООН назвала доступность питьевой воды основным правом человека.

О серьезности и архиважности проблемы водоснабжения свидетельствует внесение ее в реестр наиболее насущных проблем человечества [1].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Целью исследования явилось изучение качества воды артезианских скважин г. Моршанска за период апреля–июня 2011 г и февраля–апреля 2012 г. Отбор проб производился в 10 точках по следующим показателям: жесткость общая, цветность, NH_4^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Cl^- , SO_4^{2-} .

Работа выполнена на базе филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Тамбовской области» в г. Моршанске.

Методы исследования: титриметрический, фотометрический [2–7].

Ионы аммония. Содержание ионов аммония в питьевой воде артезианских скважин не должно превышать 2 мг/дм³ [8].

Аммонийные соединения попадают в водопроводную воду сами собой, без непосредственного участия человека, а вернее при косвенном его участии. Растворенный аммиак (ион аммония) поступает в водные объекты с поверхностным и подземным стоком, атмосферными осадками, а также со сточными водами промышленных предприятий. В водоемах аммиак также образуется при разложении азотсодержащих органических веществ (в частности аммонийные соединения в больших количествах входят в состав удобрений) [9].

Согласно полученным экспериментальным данным (табл. 1), ни в одной из проб не зафиксировано превышение ПДК по содержанию иона аммония. Концентрация его колеблется от 0,005 до 0,043 мг/дм³ в 2011 г. и от 0,005 до 0,35 мг/дм³ в 2012 г.

Жесткость общая. Жесткость воды обуславливается содержанием в ней растворимых солей кальция и магния. Различают воду мягкую (до 2 мг-экв/л), средней жесткости (2–10 мг-экв/л) и жесткую (более

10 мг-экв/л). Жесткость воды может служить в качестве санитарного показателя: увеличение жесткости может зависеть от загрязнения воды, т. к. одной из причин повышения жесткости является распад органических веществ, в результате которого образуется углекислота, способствующая выщелачиванию из почв солей жесткости – кальция и магния. Жесткость воды может увеличиваться вследствие попадания в источник щелочных сточных вод [10].

В целом вода артезианских скважин г. Моршанска варьируется от средней жесткости до жесткой (табл. 2). Жесткость отобранных проб воды, в анализируемый период, находится в пределах от 6 до 10 мг-экв/л при ПДК = 7 мг-экв/л [8]. Несоответствие гигиеническим нормативам, видимо, определяется природным составом вод.

Цветность. Цветность природной воды зависит от присутствия окрашенных органических веществ (в основном – это гуминовые и фульвовые кислоты), соединений трехвалентного железа и некоторых других металлов (таких как естественные примеси или, например, продукты коррозии). Существует два вида цветности: «кажущийся цвет», когда в воде присутствуют коллоидные и взвешенные частицы, и «истинный цвет» – в такой воде присутствуют только растворенные вещества.

Количество веществ, влияющих на цветность, зависит от многих факторов: от водоносных горизонтов, характера почв, геологических условий и т. д.

Очень важно найти причину цветности, т. к. высокая цветность является признаком, говорящим о несоответствии и неблагополучии воды. Очень важно помнить, что методы удаления, к примеру, железа и органических соединений отличаются. Присутствие в воде органики ухудшает органолептические свойства воды, приводит к возникновению посторонних запахов, вызывает резкое падение концентрации растворенного в воде кислорода, что может неблагополучно отразиться на ряде процессов водоочистки. Несмотря на то, что некоторые органические соединения достаточно безвредны, однако встречаясь и вступая в реакцию, например, с хлором, могут превратиться в очень вредные и опасные для людей соединения и нанести непоправимый вред здоровью [10].

Из данных табл. 3 следует, что в целом значение цветности соответствует установленному нормативу. Так, лишь в одной пробе по ул. Февральской наблюдалось превышение ПДК – 26 градусов цветности в 2011 г. и 26,7 градусов в 2012 г. В общем, значения колебались от 0 до 20 градусов цветности.

Хлориды. Из всех анионов хлориды обладают наибольшей миграционной способностью, что объясняется их хорошей растворимостью, слабо выраженной, способностью к сорбции взвешенными веществами и потреблением водными организмами. Повышенные содержания хлоридов ухудшают вкусовые качества воды делают ее малопривлекательной для питьевого водоснабжения и ограничивают применение для многих техниче-

Таблица 1

Содержание NH_4^+ (мг/дм³). ПДК = 2 мг/дм³

Точки отбора проб, ул.	2011 г.			2012 г.		
	апрель	май	июнь	февраль	март	апрель
С.-Ванцетти	0,05	0,05	–	0,05	0,05	–
40 лет Октября	0,05	–	0,05	0,05	–	–
Курская	0,13	–	–	0,16	0,13	0,05
Пролетарская	0,43	0,05	0,43	0,35	0,26	0,13
Интернациональная	0,35	0,13	0,13	0,16	0,05	0,05
Февральская	0,19	0,13	0,05	0,26	0,13	0,16
Красноармейская	0,096	0,05	–	0,1	0,05	0,05
Речная	0,005	–	–	0,005	–	–
Дачная	0,16	0,13	0,13	0,2	0,16	0,16
Котовского	0,1	0,05	–	0,19	0,1	0,13

Таблица 2

Общая жесткость (мг-экв/дм³). ПДК = 7 мг-экв/дм³

Точки отбора проб, ул.	2011 г.			2012 г.		
	апрель	май	июнь	февраль	март	апрель
С.-Ванцетти	10	9,9	9,8	10	9,9	10
40 лет Октября	9,8	9,4	9,4	8,8	8,5	8,8
Курская	9,2	9	9,1	9	8,8	9
Пролетарская	8,5	8,5	8,5	8,8	8,5	8,5
Интернациональная	10	9,9	10	9,8	9,4	9,8
Февральская	9,9	9,8	9,9	10,1	10	9,9
Красноармейская	10	10	10	8,2	8	7,9
Речная	8	8	7,9	8	8	8
Дачная	6	6	6	6	6	6
Котовского	9	8,8	8,5	9	8,8	9

Таблица 3

Значение цветности воды (в градусах). ПДК = 20 градусов [8]

Точки отбора проб, ул.	2011 г.			2012 г.		
	апрель	май	июнь	февраль	март	апрель
С.-Ванцетти	0	0	–	0	–	–
40 лет Октября	0	–	–	0	0	–
Курская	10	10	0	0	–	0
Пролетарская	0	0	–	10	10	–
Интернациональная	0	–	–	0	–	0
Февральская	26	20	20	26,7	16,7	10
Красноармейская	0	–	0	0	0	–
Речная	13	10	0	0	–	–
Дачная	0	0	–	10	10	0
Котовского	10	0	0	10	0	10

Таблица 4

Содержание хлорид-ионов (мг/дм³). ПДК = 350 мг/дм³ [8]

Точки отбора проб, ул.	2011 г.			2012 г.		
	апрель	май	июнь	февраль	март	апрель
С.-Ванцетти	164,2	127,4	–	188,16	–	148,3
40 лет Октября	148,3	117,9	117,9	131,32	117,9	–
Курская	114,5	85	–	79,38	68,6	–
Пролетарская	127,4	–	117,9	79,38	68,6	–
Интернациональная	118,7	–	58,2	78,4	–	68,6
Февральская	117,9	85	–	127,4	85	–
Красноармейская	48,6	–	–	39,6	–	–
Речная	39,6	–	39,6	78,4	68,6	–
Дачная	169,5	133,28	131,32	160,72	148,3	127,4
Котовского	67,62	–	58,2	55,8	–	55,8

ских и хозяйственных целей, а также для орошения сельскохозяйственных угодий. Если в питьевой воде есть ионы натрия, то концентрация хлорида выше 250 мг/дм³ придает воде соленый вкус [11].

Содержание хлоридов в воде г. Моршанска существенно ниже нормы (табл. 4). В 2011 г. содержание хлоридов колебалось от 39,6 до 169,5 мг/дм³. В 2012 г. наблюдалась подобная картина. Максимальная концентрация составила 188,16 мг/дм³, что значительно ниже ПДК.

Аналогичная картина зафиксирована при анализе *сульфат-ионов*. Содержание сульфат-ионов в воде артезианских скважин не должно быть более 500 мг/дм³ [8]. В 2011 г. концентрация колеблется в пределах от 80 до 192,9 мг/дм³, в 2012 г. – от 80 до 195,7 мг/дм³ (табл. 5).

Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одними из важнейших анионов. Повышенные содержания сульфатов ухудшают органолептические свойства воды и оказывают физиологическое воздействие на организм человека. Поскольку сульфат обладает слабительными свойствами, его предельно допустимая концентрация строго регламентируется нормативными актами. Весьма жесткие требования по содержанию сульфатов предъявляются к водам, питающим паросиловые установки, поскольку сульфаты в присутствии кальция образуют прочную накипь [10].

Железо общее. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы вывет-

ривания, эрозии почв и растворения горных пород. В питьевой воде железо может присутствовать также вследствие использования на муниципальных станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, которые применяют для осветления поступающей воды, либо из-за коррозии водопроводных труб.

Соединения железа могут находиться в природной воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии в зависимости от валентности: Fe⁺², Fe⁺³, а также в виде различных химических соединений. Уже при концентрациях железа выше 0,3 мг/дм³ такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически непригодной как для хозяйственно-бытового, так и для питьевого применения [12]. Согласно проведенным исследованиям (табл. 6), питьевая вода г. Моршанска является железистой, поскольку выявлено превышение ПДК (Fe_{общ}) практически во всех отобранных пробах воды (ПДК = 0,3 мг/дм³). C(Fe_{общ}) колеблется от 0,1 до 2,04 мг/дм³, т. е. 6,8 ПДК в апреле – июне 2011 г. В феврале – марте 2012 г. содержание исследуемого показателя лежит в пределах от 0,11 до 1,27 мг/дм³. В пяти точках отбора проб фиксируется тотальное превышение установленного норматива за весь период исследования.

Таблица 5

Содержание сульфат-ионов (мг/дм³). ПДК = 500 мг/дм³ [8]

Точки отбора проб, ул.	2011 г.			2012 г.		
	апрель	май	июнь	февраль	март	апрель
С.-Ванцетти	171,3	167,1	–	80	–	80
40 лет Октября	98,4	95,7	92,8	90	80	–
Курская	80	–	–	102,9	99,7	95,7
Пролетарская	181,43	152,86	–	127,2	102,9	–
Интернациональная	210	195,71	192,9	98,6	95,7	92,8
Февральская	110	–	99,7	104,3	–	99,7
Красноармейская	181,3	167,1	152,86	195,71	181,43	192,9
Речная	110	95,7	–	117,1	–	99,7
Дачная	107,1	–	99,7	99,7	81,43	–
Котовского	192,9	181,42	164,3	195,7	167,1	164,3

Таблица 6

Содержание железа общего (мг/дм³). ПДК = 0,3 мг/дм³ [8]

Точки отбора проб, ул.	2011 г.			2012 г.		
	апрель	май	июнь	февраль	март	апрель
С.-Ванцетти	0,39	0,28	0,28	0,23	0,21	–
40 лет Октября	0,1	–	0,1	0,11	–	0,11
Курская	0,21	0,19	–	0,26	0,1	0,26
Пролетарская	2,04	1,68	1,73	1,27	0,73	0,73
Интернациональная	0,43	0,41	0,4	0,42	0,41	0,43
Февральская	0,67	0,55	0,55	0,26	0,1	0,21
Красноармейская	0,41	0,4	0,4	0,43	0,4	0,32
Речная	0,91	0,73	0,67	0,42	0,41	0,41
Дачная	0,29	0,28	0,21	0,26	0,1	0,21
Котовского	0,43	0,4	0,32	0,41	0,32	0,41

По всем адресам, где зафиксировано превышение ПДК, ведется жесткий мониторинг.

ВЫВОДЫ

В период апреля–июня 2011 г., февраля и апреля 2012 г. химический анализ питьевой воды артезианских скважин г. Моршанска показал следующее.

1. Вода артезианских скважин г. Моршанска варьируется от средней жесткости до жесткой. Выявлено превышение норматива практически во всех отобранных пробах.

2. Питьевая вода г. Моршанска является железистой. Зафиксировано превышение ПДК (Fe_{общ}) практически во всех отобранных пробах воды.

3. Цветность колеблется в широких пределах и в целом удовлетворяет установленным нормам.

4. Концентрации ионов аммония, сульфат- и хлорид-ионов находятся в пределах существенно ниже их ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качество питьевой воды: нормативно-правовой, социально-экономический, экологический и технологический аспекты: библиогр. список лит. / сост. Л.В. Чекунова. Волгоград, 2009. 38 с.

2. ГОСТ № 4192-82. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ.
3. ГОСТ Р № 52407-2005. Методы определения жесткости.
4. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.
5. ГОСТ № 4245-72. Методы определения содержания хлоридов.
6. ГОСТ 4389-72. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов.
7. ГОСТ № 4011-72. Методы определения общего железа.
8. СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
9. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. М.: Мир, 1967. 454 с.
10. Торощечников М.С., Радионов А.И., Кельцев Н.В. [и др.] Техника защиты окружающей среды: учеб. пособие для вузов. М.: Химия, 1981. 368 с.
11. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2003. 320 с.
12. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. М.: Высш. шк., 1991. 320 с.

Поступила в редакцию 25 сентября 2012 г.

Alekhina O.V., Vervekina N.V., Veselova M.S. SOME CHEMICAL ASPECTS OF ASSESSING OF DRINKING WATER QUALITY

The composition of water artesian chinks Morshansk is analyzed. The norm excess for iron and hardness content is revealed.

Key words: water of artesian chinks; maximum permissible concentration; polluter.