

УДК 614.777

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА САМАРЫ

© 2014 О.Н. Исакова¹, О.В. Сазонова¹, Ю.А. Егорова², Л.И. Бедарева¹,
И.И. Березин¹, И.Ф. Сухачева¹, Л.Н. Вистяк¹

¹ Самарский государственный медицинский университет
² ООО «Самарские коммунальные системы»

Поступила в редакцию 30.09.2014

Представлены результаты многолетних исследований питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в административных районах г. Самары по санитарно-химическим и санитарно-микробиологическим показателям. Выявлены приоритетные загрязнители питьевой воды из кранов потребителей.

Ключевые слова: *город Самара, централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение, качество, питьевая вода, загрязнитель*

В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу, должна иметь благоприятные органолептические свойства. По обобщенным данным ряда авторов качество воды из источников водоснабжения и в водопроводных сетях по санитарно-химическим и санитарно-микробиологическим показателям в большинстве регионов России и странах СНГ продолжает оставаться неудовлетворительным [1]. Продолжается законодательно запрещенный сброс загрязненных сточных вод в водные объекты, в том числе в источники хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. При этом наибольшие объемы приходятся на территории с высокой плотностью проживания населения, а именно эти территории испытывают высокие потребности в качественных источниках питьевого водоснабжения. Неудовлетворительное состояние водисточников является одной из причин ухудшения качества питьевых вод по химическим показателям. В г. Самаре имеются многолетние предпосылки к

к напряженной эколого-гигиенической ситуации среды обитания, что диктует необходимость постоянного наблюдения за санитарно-гигиеническим состоянием объектов окружающей среды, в том числе, хозяйственно-питьевого водоснабжения, выявления приоритетных загрязнителей, как возможных факторов риска состоянию здоровья населения города [2].

Анализ санитарно-гигиенической ситуации в Самарской области свидетельствует о диффузном загрязнении воды поверхностных водисточников и подземных вод, используемых в питьевом водоснабжении населения [3, 4]. Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Самары смешанное, осуществляется водозаборными сооружениями НФС-1 (насосно-фильтровальной станции № 1), НФС-2 из Саратовского водохранилища и НФС-3 из подземного водозабора (Засамарское месторождение подземных вод). Подземный горизонт имеет гидравлическую связь с рекой Самарой. НФС-1 подает питьевую воду в Октябрьский, Железнодорожный, Самарский, Ленинский и Советский районы. С НФС-2 питьевая вода подается в Промышленный, Кировский и частично в Красноглинский районы. В Красноглинском районе на подземном водоснабжении находятся поселки Управленческий и Красная Глинка. НФС-3 обеспечивает хозяйственно-питьевое водоснабжение Куйбышевского района. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляет 12%.

В последние годы в воде Саратовского водохранилища – основного источника питьевого водоснабжения г. Самары, наблюдается снижение концентрации взвешенных веществ и увеличение содержания органических загрязнений (в основном природного происхождения). В период паводка присутствуют техногенные загрязнения (поверхностно-активные вещества), увеличивается концентрация марганца, обнаруживается фенол

Сазонова Ольга Викторовна, доктор медицинских наук, директор. E-mail: ov_2004@mail.ru

Исакова Ольга Николаевна, заведующая лабораторией санитарной микробиологии. E-mail: ois.samara@yandex.ru

Егорова Юлия Анатольевна, главный технолог. E-mail: yegorova@samcomsys.ru

Бедарева Людмила Ивановна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник

Березин Игорь Иванович, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой общей гигиены. E-mail: mail@berезin.info

Сухачева Инна Федоровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией гигиены окружающей среды. E-mail: niigigen@yandex.ru

Вистяк Людмила Николаевна, заведующая лабораторией санитарно-химических методов исследования. E-mail: lvist31@mail.ru

[5]. По данным ряда авторов в воде Саратовского водохранилища, в том числе в местах водозаборов, постоянно присутствуют трудно окисляемые органические вещества (по химическому потреблению кислорода - ХПК) [2, 6, 7]. Показатель ХПК характеризует и состояние водоема, и поступление в него промышленных и неучтенных сточных вод ЛПУ, химических лабораторий различных производств, а также поверхностного стока.

В воде подземного источника водоснабжения, обеспечивающего питьевой водой Куйбышевский район, обнаружены превышения показателей по марганцу, общему железу и жесткости, что может свидетельствовать о природном «геохимическом» влиянии водоносного горизонта на состав воды [6]. На тех же водоочистных сооружениях в резервуарах чистой воды перед поступлением в распределительную сеть водопроводов показатель жесткости воды превышал норматив.

Исследование качества воды хозяйственно-питьевого водоснабжения в лечебно-профилактических учреждениях 7 административных районов г. Самары [8] показало несоответствие воды гигиеническим нормативам по жесткости в Красноглинском (10 мг-экв/л) и Куйбышевском (11 мг-экв/л) районах с водоснабжением из подземных водоисточников.

Цель работы: санитарно-гигиеническая оценка качества водопроводной питьевой воды хозяйственно-питьевого водоснабжения в административных районах г. Самары.

Материалы и методы. Аккредитованными лабораториями НИИ гигиены и экологии человека проведен мониторинг качества питьевой воды из разводящей сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Самары по 9 административным районам – Самарскому,

Ленинскому, Железнодорожному, Октябрьскому, Советскому, Промышленному, Кировскому, Красноглинскому и Куйбышевскому. Пробы воды отбирались из кранов потребителей весной, летом и осенью в течение 2010-2013 гг. Исследования проведены по санитарно-химическим и санитарно-микробиологическим показателям в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами [9]; методическими указаниями [10]. Исследования по качеству питьевой воды были дополнены определением ХПК, поскольку в воде Саратовского водохранилища присутствует значительное количество и легко и, особенно, трудно окисляемого органического вещества. Всего отобрано и исследовано 72 пробы водопроводной воды.

Результаты и обсуждения. Материалы проведенных исследований обобщены в табл. 1 и 2. По таким органолептическим показателям, как запах, водородный показатель (рН), мутность качество питьевой воды у потребителей всех административных районов соответствует нормативным требованиям. По средним значениям цветность практически равна нормативу. Интересно отметить, что несоответствие требованиям гигиенического стандарта наблюдалось в районах, где питьевое водоснабжение связано с Саратовским водохранилищем: Ленинском, Железнодорожном, Октябрьском, Кировском и Красноглинском. В Куйбышевском же районе во все периоды исследований величина цветности не превышала норматива и составляла 17-8,3 град. Наблюдалась тенденция увеличения числа нестандартных по цветности проб к 2013 г. (2010 г. – 58%; 2013 г. – 75%), что связано с гидрогеологическими процессами

Таблица 1. Качество питьевой водопроводной воды, поступающей к потребителям г. Самары (средне-многолетние данные)

№ п/п	Показатели	Питьевая вода в квартирах потребителей в г. Самаре	
		норматив	факт
1	водородный показатель, ед. рН	6,0-9,0	7,42
2	запах, бал.	2	1
3	мутность, мг/л	1,5	0,68
4	цветность, град.	20	20,67
5	жесткость, мг-экв/л	7,0	5,4
6	ПО, мгO₂/л	5,0	5,22
7	ХПК, мгO₂/л	15,0	21,47
8	ионы аммония, мг/л	2,0	0,31
9	нитриты, мг/л	3,0	0,006
10	нитраты, мг/л	45	3,31
11	хлориды, мг/л	350	35,87
12	сульфаты, мг/л	500	110,83
13	сухой остаток, мг/л	1000	396,13
14	аСПАВ, мг/л	0,5	0,007
15	фенолы, мг/л	0,001	0,002
16	НПР (ИК), мг/л*	0,1	0,16
17	НПР (УФ), мг/л**	0,1	0,09
18	железо общее, мг/л	0,3	0,25

Примечание: *- детектирование в инфракрасной области спектра; ** - детектирование в ультрафиолетовой области спектра

Таблица 2. Качество питьевой водопроводной воды у потребителей по административным районам г. Самары (средне-многолетние данные)

№ п/п	Показатели	ПДК	Административные районы г. о. Самара								
			Самарский	Ленинский	Железнодорожный	Октябрьский	Советский	Промышленный	Кировский	Красноглинский	Куйбышевский
1	водородный показатель, ед. рН	6,0-9,0	7,44	7,36	7,10	7,52	7,49	7,40	7,48	7,42	7,53
2	запах, бал.	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	мутность, мг/л	1,5	0,54	0,82	0,75	0,64	0,83	0,59	0,84	0,54	0,57
4	цветность, град.	20	20	23	23	24	20	20	21	22	13
5	жесткость, мг-экв/л	7,0	3,9	4,4	4,7	4,6	4,7	3,7	4,6	3,7	14,3
6	ПО, мг02/л	5,0	5,2	5,8	5,7	5,2	5,5	6,0	5,1	6,25	2,21
7	ХПК, мг02/л	15,0	23,4	20,8	21,7	19,0	21,4	18,2	21,6	18,2	28,9
8	ионы аммония, мг/л	2,0	0,41	0,35	0,27	0,28	0,27	0,36	0,28	0,38	0,18
9	нитриты, мг/л	3,0	<0,003	0,004	0,005	<0,003	0,004	<0,003	0,005	<0,003	0,028
10	нитраты, мг/л	45	1,90	2,49	3,75	3,67	3,85	2,40	3,88	2,43	5,42
11	хлориды, мг/л	350	25,5	28,0	24,7	25,4	25,79	27,3	23,7	31,2	111,2
12	сульфаты, мг/л	500	90,8	84,0	101,6	94,9	102,4	43,0	96,8	75,0	309,0
13	сухой остаток, мг/л	1000	29,0	310,3	345,4	331,6	346,0	258,7	332,0	261,2	1090
14	аСПАВ, мг/л	0,5	0,001	0,006	0,008	0,013	0,008	0,005	0,006	0,1	0,006
15	фенолы, мг/л	0,001	0,001	<0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	<0,001	<0,001
16	НПР (ИК), мг/л	0,1	0,08	0,12	0,22	0,32	0,24	0,18	0,14	0,05	0,11
17	НПР (УФ), мг/л	0,1	0,06	0,16	0,05	0,06	0,07	0,16	0,08	0,07	0,11
18	железо общее, мг/л	0,3	0,23	0,36	0,25	0,20	0,23	0,26	0,26	0,25	0,17

Жесткость воды является важным химическим свойством воды, определяющим область ее использования и обусловленным содержанием в воде растворенных солей кальция и магния. Повышенная жесткость питьевой воды является одной из причин, создающей риск здоровью населения (почечно-каменная болезнь). Показатели жесткости воды не превышали нормативных значений во всех районах, кроме Куйбышевского. Жесткость питьевой воды у потребителя составила в среднем 14,3 мг-экв/л, в два раза выше норматива. В целом нестандартными были все пробы питьевой воды. Превышение жесткости питьевой воды обусловлено высокой жесткостью подземного источника питьевого водоснабжения.

Динамика сухого остатка в питьевой воде была аналогична жесткости. Содержание сухого остатка в воде во всех пробах питьевой воды в районах, связанных питьевым водоснабжением с Саратовским водохранилищем, не превышало норматива и средне-многолетних значений. Однако в питьевой воде Куйбышевского района сухой остаток превышал норматив. Азотистые соединения служат обычно индикатором загрязнения вод источника бытовыми сточными водами. Значения показателей триады азота (ионы аммония, нитриты, нитраты) во всех исследованных пробах воды по всем административным районам не превышали ПДК. Хлориды в воде рассматриваются, как косвенные индикаторы бытового загрязнения. В питьевой воде роль хлоридов определяется

концентрацией, от которой зависит большая или меньшая степень их влияния на вкус воды и физиологические функции организма. Содержание хлоридов в питьевой воде по всем административным районам не выходило за пределы норматива. Одновременно с хлоридами в воде содержатся сульфаты в разных количественных отношениях. Содержание сульфатов в исследованных пробах воды не превышало ПДК и находилось в пределах 43,0-309,0 мг/л. Интересная деталь: в питьевой воде Куйбышевского района присутствуют самые большие количества хлоридов и сульфатов по сравнению с водой в остальных районах.

Перманганатная окисляемость (ПО) воды указывает на содержание в ней легко окисляющихся органических соединений, многие из которых отрицательно влияют на печень, почки, репродуктивную функцию организма. Этот показатель может служить индикатором загрязненности воды вод источника сточными водами. Средне-многолетние (так же как и средне-годовые) показатели ПО за указанный период превышали норматив. В 64% определена нестандартность питьевой воды в районах, где источником водоснабжения служит Саратовское водохранилище. Самое высокое значение показателя ПО отмечено в Красноглинском районе – 1,25 норматива. В Куйбышевском районе регистрируется самая низкая величина перманганатной окисляемости (2,2 мг/л).

В питьевой воде всех административных районов присутствует трудно окисляемое

органическое вещество (по ХПК). В 100% исследованных проб величина ХПК выше норматива. В питьевой воде Октябрьского, Железнодорожного, Промышленного и Красноглинского районов значения ХПК составили 1,2 норматива, Кировского – 1,4; Самарского – 1,5 нормативной величины. В питьевой воде Куйбышевского района определены самые высокие значения ХПК, в среднем 28,9 мг/л, практически в 2 раза выше норматива. Данное положение обусловлено влиянием загрязненных вод р. Самары, с которой подземный водоносный горизонт гидравлически связан. Значения ХПК в воде р. Самары и её притоков постоянно превышали норматив в 2-3 раза [11].

Питьевая вода в административных районах г. Самары загрязнена легко- и трудно окисляемыми органическими веществами, что логично связано с высокой степенью органического загрязнения источников водоснабжения, и, скорее всего, прохождением органическими веществами барьера водочистных сооружений. Из специфических загрязнителей в питьевой воде определялись анионоактивные синтетические поверхностно-активные вещества (аСПАВ), нефтепродукты, фенолы и металлы: медь, цинк, алюминий, кадмий, свинец, ртуть, железо. Содержание железа в исследуемой воде не превышало ПДК во всех районах, за исключением Ленинского, где средне-многолетняя величина составила 1,2 ПДК. При этом в воде Ленинского района концентрация металла постоянно превышала ПДК, что может быть обусловлено состоянием труб разводящей сети. Содержание остальных металлов не выходило за пределы предельно-допустимых концентраций.

Содержание анионоактивных СПАВ в питьевой воде не превышало ПДК за весь период исследований. 48% исследованных проб питьевой воды были нестандартны по фенолам. Фенолы обнаруживались в питьевой воде с превышением ПДК в 3 раза в Железнодорожном, Октябрьском, Советском, Кировском районах; с превышением ПДК в 2 раза – в Промышленном районе. Не обнаруживались фенолы в Куйбышевском, Красноглинском и Ленинском районах. В Самарском районе содержание фенолов было на уровне ПДК. Такой разброс значений показателя позволяет предполагать его зависимость от состояния труб распределительной системы.

Нефтепродукты постоянно присутствовали в питьевой воде всех административных районов по годам наблюдений. Были определены легкие фракции углеводородов (детектирование в инфракрасной области спектра) и ароматические углеводороды (детектирование в ультрафиолетовой области спектра). По обеим группам нефтепродуктов число нестандартных проб питьевой воды составляет 51%, по легким фракциям – 59,5%, по ароматическим – 32%. В Самарском, Красноглинском и Куйбышевском районах их количество не превышало ПДК. В воде Ленинского и Промышленного районов отмечалось превышение ПДК по обеим группам нефтепродуктов. В питьевой воде Железнодорожного, Октябрьского, Советского и Кировского

районов в концентрациях выше ПДК присутствовали легкие фракции углеводородов. Колебания содержания обеих групп нефтепродуктов в питьевой воде по ряду районов, с отсутствием их в питьевой воде других, уменьшение в воде Саратовского водохранилища [2], делают правомерным заключение об их появлении в питьевой воде в связи с неблагоприятным состоянием разводящей сети.

Результаты санитарно-микробиологических исследований питьевой водопроводной воды по административным районам г. Самары в период 2010-2013 гг. свидетельствуют о соответствии качества воды требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по всем показателям – общее микробное число (ОМЧ 37⁰), общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), споры сульфитредуцирующих клостридий, колифаги. Можно полагать, что это истинная санитарно-микробиологическая ситуация питьевой воды. Однако нельзя исключать и ингибирующего влияния высоких концентраций трудно окисляемого органического вещества на санитарно-показательную микрофлору. Нормативное содержание последней, следовательно, не исключает этапа обеззараживания при водоподготовке.

Таким образом, качество питьевой воды по административным районам г. Самары не соответствует гигиеническим требованиям по цветности, перманганатной окисляемости, фенолам, нефтепродуктам; в Ленинском районе – по железу; в Куйбышевском – по жесткости и сухому остатку. Кроме того, в питьевой воде всех административных районов присутствует трудно окисляемое органическое вещество. В определенной степени качество питьевой воды по административным районам определяется источником питьевого водоснабжения (поверхностным и подземным). Для нормализации качества питьевой воды по цветности и перманганатной окисляемости в ООО «Самарские коммунальные системы» ведутся поисковые работы по подбору реагентов для обеспечения требуемого качества очищенной воды.

Выводы:

1. Качество питьевой воды (источник питьевого водоснабжения Саратовское водохранилище) в кранах потребителя расходится с требованиями санитарных правил [9] по цветности (процент нестандартности 52), перманганатной окисляемости (процент нестандартности 43), фенолу (процент нестандартности 48) и нефтепродуктам (процент нестандартности 51).

2. Качество питьевой воды (источник питьевого водоснабжения – подземные воды) в кранах потребителя не соответствует требованиям гигиенического стандарта по жесткости и сухому остатку.

3. В питьевой воде в кранах потребителя всех административных районов г. Самаре обнаружено трудно окисляемое органическое вещество (по ХПК) в количествах, превышающих нормативный уровень – 15 мг/л.

4. Учитывая уменьшение содержания нефтепродуктов в воде поверхностного источника питьевого водоснабжения и обнаружение их в питьевой

воде, можно полагать, что это обусловлено состоянием распределительной сети.

5. Полученные данные обосновывают необходимость использования ХПК в качестве дополнительного показателя при контроле качества воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Зайцева, Н.В.* Актуальные проблемы состояния среды обитания и здоровья населения стран дружества независимых государств / *Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур* // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14, № 5(2). С. 527-533.
2. Оценка современной эколого-гигиенической ситуации Саратовского водохранилища и её многолетняя динамика: отчёт о НИР / НИИ гигиены и экологии человека; дир. *Л.Н. Самыкина*; отв. исполн. *Сухачева И.Ф., Орлова Л.Е., Дроздова Н.И.* – Самара, 2006. 17 с. № ГР 01200710275. Инв. № 02200705028.
3. Эколого-гигиеническая ситуация Куйбышевского водохранилища на территории Самарской области. Выявление риска для здоровья населения / *Г.П. Котельников, Л.Н. Самыкина, Т.А. Федорина* и др. // Известия Самарского научного центра РАН. Спец. вып. «XII конгр. «Экология и здоровье человека». Самара, 2007. Т.1. С. 146-150.
4. *Самыкина, Л.Н.* Научная деятельность НИИ гигиены и экологии человека в решении вопросов эколого-гигиенического направления / *Л.Н. Самыкина, И.Ф. Сухачева, Е.В. Самыкина* // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12, № 1(6). С. 1480-1483.
5. *Стрелков, А.К.* Выбор наиболее эффективных реагентов при очистке воды / *А.К. Стрелков, Ю.А. Егорова, П.Г. Быков* // Питьевое водоснабжение. 2014. № 8. С. 305-315.
6. *Березин, И.И.* Региональные особенности химического состава питьевой воды хозяйственно-питьевого водоснабжения города Самары / *И.И. Березин, Г.И. Мустафина* // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, № 1(8). С. 1837-1840.
7. *Орлова Л.В.* К вопросу о загрязнении питьевой воды органическим веществом (по ХПК) / *Л.Е. Орлова, И.Ф. Сухачева, Н.М. Торопова* // Вестник РВМА. 2008. Приложение 2 (часть II). № 3 (23). 458 с.
8. *Китлина, М.В.* Качество питьевой воды в ЛПУ города Самары / *М.В. Китлина, Д.С. Тушикова* // Студенческая наука и медицина XXI века: традиции, инновации, приоритеты: матер. Пятой Всерос. студ. конф. – Самара: ООО «Офорт», 2011. С. 106.
9. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. – Минздрав России
10. Оценка современной эколого-гигиенической ситуации притоков реки Волги 1-го, 2-го, 3-го порядков: отчет о НИР / НИИ гигиены и экологии человека; дир. *Самыкина Л.Н.*; отв. исполн.: *Сухачева И.Ф., Дроздова Н.И.* – Самара, 2007. 157 с. Библиогр.: С. 107-110. № ГР 01200903949. Инв. № 02200902648.

SANITARY AND HYGIENIC ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY OF THE CENTRALIZED WATER SUPPLY IN SAMARA CITY

© 2014 O.N. Isakova¹, O.V. Sazonova¹, Yu.A. Egorova², L.I. Bedareva¹, I.I. Berezin¹, I.F. Sukhacheva¹, L.N. Vistyak¹

¹ Samara State Medical University
² JSC “Samara Utility Systems”

Results of long-term researches of drinking water of centralized drinking water supply in administrative districts of Samara city on sanitary, chemical and microbiological indicators are presented. Priority pollutants of drinking water from cranes of consumers are revealed.

Key words: *Samara city, centralized drinking water supply, quality, drinking water, pollutant*

Olga Sazonova, Doctor of Medicine, Director. E-mail: ov_2004@mail.ru

Olga Isakova, Chief of the Sanitary Microbiology. E-mail: ois.samara@yandex.ru

Yuliya Egorova, Main Technologist. E-mail: yegorova@samcomsys.ru

Lyudmila Bedareva, Candidate of Medicine, Senior Research Fellow

Igor Berezin, Doctor of Medicine, Head of the Common Hygiene Department.

E-mail: mail@berezin.info

Inna Sukhacheva, Candidate of Medicine, Senior Research Fellow, Chief

of the Environmental Hygiene Laboratory. E-mail: niigigen@yandex.ru

Lyudmila Vistyak, Chief of the Sanitary Chemistry Methods of Researches.

E-mail: lvist31@mail.ru