УДК: 613.31:628.16-027.541:613.34-021.4(045)

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ПОЛУЧЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ

[2]Лаврентьев М.В., [1]Орлов А.А., [2]Елисеев Ю.Ю.

[1]Саратовский НИИ сельской гигиены Роспотребнадзора, Саратов;

[2] ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России», Саратов, e-mail: lavmax730@yandex.ru

Проведена оценка эффективности работы локальных систем очистки питьевой воды, в отношении микробиологических, органолептических и санитарно-химических показателей. Пробы воды отбирались в учреждениях повышенной социальной значимости в малых населенных пунктах Саратовской области в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Установлена высокая эффективность работы локальных установок очистки воды по снижению запаха, привкуса, цветности, мутности, уменьшению содержания железа и органических веществ при использовании воды, как из поверхностных, так и из подземных водоисточников.

Ключевые слова: питьевая вода, очистка

HYGIENIC EVALUATION OF THE QUALITY OF DRINKING WATER OBTAINED WITH THE USE OF LOCAL SYSTEMS CLEANERS

[2]Lavrentiev M.V., [1]Orlov A.A., [2]Eliseev Y.Y.

[1]Institute of Rural Health 1Saratovsky Rospotrebnadzor, Saratov;

[2]Saratov State Medical University them. V.I. Razumovsky Health Ministry of Russia, Saratov, e-mail: lavmax730@yandex.ru

The evaluation of the effectiveness of local systems of water purification, for microbiological, organoleptic and chemical indicators. Water samples were collected in the institutions of high social importance in the small towns of Saratov region in accordance with applicable regulatory and procedural documents. The high efficiency of the local water treatment plants to reduce the smell, taste, color, turbidity, a decrease of iron content and organic matter in water use, both from surface and from underground water sources.

Keywords: drinking water purification

Проблема обеспечения населения Нижнего Поволжья высококачественной питьевой водой занимает одно из ведущих мест среди социально значимых вопросов в регионе. Наиболее актуальной она является для малых населенных пунктов, где только треть жителей имеет доступ к безопасным системам водоснабжения и обеспечена канализацией [1].

В неблагоприятном положении оказались малые населенные пункты, использующие поверхностные водоемы. Именно они в первую очередь подвергаются интенсивному антропогенному воздействию со стороны промышленных агломераций и объектов сельского хозяйства [3].

Известно, что подземные воды по сравнению с открытыми водоемами наиболее надежны с санитарной точки зрения [2]. В то же время в случае нарушения гигиенических требований при организации водоснабжения и они могут стать источником эпидемиологической опасности. При этом природная защищенность подземных источников не всегда гарантирует сохранение необходимого качества воды [4].

Кроме санитарного состояния водоисточников важным фактором, влияющим на условия водопользования населения, являются условия транспортировки воды. Высокая степень изношенности магистральных водоводов и разводящей сети, достигающая 80–100 %, в последние годы приобретает особую роль в ухудшении потребительских качеств водопроводной воды [5].

Одним из перспективных направлений обеспечения сел доброкачественной водой населения является максимальное приближение систем очистки и обеззараживания воды к потребителям. С 2008 года в Саратовской области осуществляется внедрение в социально-значимые учреждения локальных установок для очистки питьевой воды. В настоящее время в детских дошкольных и школьных учреждениях области эксплуатируется более 450 компактных водоочистных установок.

Материал и методы исследования

В исследовании было отобрано 200 проб воды из различных поверхностных, подземных водоемов и разводящей системы водоснабжения Саратовской области и проведено 3000 определений содержания химических веществ. Сухой остаток в воде определяли по ГОСТ 18164–72. Водородный показатель определяли электрометрическим методом. Щелочность определяли титрованием воды раствором сильной кислоты электрометрическим методом. Определение общей жесткости воды проводили по ГОСТ 4151–72

титрованием пробы трилоном Б при pH 10 в присутствии индикатора. Содержание хлоридов устанавливали по ГОСТ 4245–72 титрованием азотнокислым серебром. Сульфаты оценивали по ГОСТ 4389–72 турбидиметрическим методом. Аммиак оценивали по ГОСТ 4192–48 путем сравнения интенсивности окраски исследуемой воды с эталоном при добавлении в исследуемую воду, содержащую аммиак, реактив Несслера. Определение содержания нитратов в воде проводили по ГОСТ 18826–73 колориметрическим методом с салициловокислым натрием путем построения калибровочного графика. Перманганатную окисляемость определяли методом Кубеля. Содержание общего железа оценивали по ГОСТ 4011–72 колориметрическим методом с роданидом путем сравнения интенсивности окрасок воды и стандартного раствора.

Определение количественного содержания химических микроэлементов проводилось в ФГУН «Саратовский НИИ Сельской гигиены» Роспотребнадзора в соответствии с общепринятыми в гигиенической практике санитарно-химическими методами. Полученные результаты были подвергнуты вариационному анализу с вычислением средней арифметической и ее ошибки. Различия средних величин оценивали с помощью параметрического t-критерия Стьюдента. При оценке различий показателей между группами взят порог доверительной вероятности не менее 0,95 с уровнем значимости p не более 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Гигиенические исследования эффективности работы локальных установок осуществлялись в различных по условиям водопользования районах Саратовской области: правобережном Саратовском (преимущественное использованием подземных вод) и левобережном Федоровском (преимущественное использование поверхностных вод). В качестве исходной воды использовалась вода из подземных и поверхностных источников водоснабжения. Отбор проб проводился в местах водозаборов, из разводящей сети до и после очистки на локальных установках. Санитарно-гигиеническое обследование водоисточников, а также отбор проб и анализ качества воды осуществлялись в соответствии с действующими нормативно-методическими документами.

Анализ состояния водоснабжения в Саратовском районе позволил установить, что из 74 сельских поселений только семь снабжаются водой из поверхностных водоемов, в шести селах используются родники, в остальных имеются водопроводы из артезианских скважин. Более половины водопроводов эксплуатируются с нарушением санитарных требований: отсутствуют зоны санитарной охраны, скважины не очищаются, не дезинфицируются и т.д.

В селах Ново-Вольновка, Красный Октябрь, Клещевка, Усть-Курдюм, Тарханы, Сабуровка, Вязовка Саратовского района, использующих воду открытых водоемов без очистки, ее качество характеризуется неудовлетворительными органолептическими и санитарно-химическими показателями. Основными источниками загрязнения водоемов являются сточные воды с селитебных территорий, полей орошения, животноводческих комплексов, предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции.

Исходная вода из артезианских скважин в селах Александровка, Михайловка, Рыбушка, Константиновка характеризовалась повышенным содержанием железа (до 1,5 мг/л), что, в свою очередь, отразилось на ухудшении органолептических показателей качества воды. Вода обладала металлическим привкусом и имела повышенную величину цветности, что приводило к многочисленным жалобам потребителей.

В подавляющем большинстве сел (25 из 29 сельских поселений) левобережного Федоровского района водоснабжение, осуществляется из открытых водоисточников – малых рек Еруслан, Б. Караман, М. Узень, а также прудов и водохранилищ. В 80 % сел в водопроводной воде отмечается значительное бактериальное загрязнение.

Анализ качества воды источников водоснабжения в Саратовском и Федоровском районах показал, что до 80 % проб не отвечают гигиеническим требованиям по санитарно-бактериологическим, химическим и органолептическим показателям (села Первомайское, Ивановка, Долина, Еруслан и др.). При этом вода поверхностных водоисточников характеризовалась значительным загрязнением органическими веществами, которое выражалось в повышенных величинах окисляемости, содержания аммиака, ПАВ и нефтепродуктов. Высокие концентрации аммиака (до 3,85 мг/дм^3 у села Калуга на реке Большой Караман) при незначительных величинах нитритов и нитратов свидетельствовали о свежем загрязнении водоемов. В то же время вода подземных водоисточников была, как правило, более минерализованной, отличалась повышенной жесткостью, содержанием железа, сульфатов и хлоридов (табл. 1). Так, например, минерализация воды из артезианской скважины в селе Долина Федоровского района в летний период 2010 года достигала 1656,8 мг/дм^3, а величина жесткости – 15,3 °Ж.

В связи с неудовлетворительным состоянием качества воды источников водоснабжения, а также дальнейшим ухудшением ее санитарных показателей в процессе транспортировки по устаревшим водоводам возникла острая необходимость ее очистки и обеззараживания непосредственно у потребителей, в первую очередь в учреждениях социальной значимости.

Таблица 1

Характеристика качества воды в источниках водоснабжения Саратовской области (средние величины)

Показатели	Поверхностные источники ($M \pm m$)	Подземные источники ($M \pm m$)
	Образцы воды (n = 10)	
Запах, баллы	2,6 ± 0,4	1,3 ± 0,3
Привкус, баллы	2,5 ± 0,2	0,6 ± 0,2
Цветность, град	25 ± 1,4	35,3 ± 1,9
Мутность, мг/дм³	3,2 ± 0,6	1,1 ± 0,2
pH	7,4 ± 0,02	7,9 ± 0,1
Аммиак, мг/дм³	2,1 ± 0,5	0,4 ± 0,1
Нитриты, мг/дм³	0,05 ± 0,009	0,01 ± 0,001
Нитраты, мг/дм³	1,0 ± 0,2	13,3 ± 1,3
Жесткость, ^{0}Ж	4,1 ± 0,5	8,7 ± 1,3
Хлориды, мг/дм³	46,7 ± 1,3	218,7 ± 1,4
Сульфаты, мг/дм³	32,7 ± 1,4	253,3 ± 1,9
Сухой остаток, мг/дм³	97,4 ± 1,8	981,1 ± 1,4
Окисляемость перм., мг/дм³	5,6 ± 1,0	2,5 ± 0,2
Железо, мг/л	0,1 ± 0,03	0,7 ± 0,1
Нефтепродукты, мг/дм³	0,1 ± 0,05	0,03 ± 0,006

В Саратовской области наиболее широкое распространение получили локальные водоочистные установки «Радуга-М» и «Лисскон» производительностью от 200 до 5000 л/ч. Оба типа установок способны работать при использовании воды, как из поверхностных, так и из подземных источников.

Обработка питьевой воды на локальных установках модульного типа «Радуга-М» включала в себя несколько ступеней очистки, в том числе от механических и взвешенных частиц, цветности, мутности, железа, органических соединений. Для удаления бактериальных загрязнений использовалось ультрафиолетовое обеззараживание.

В установках «Лисскон» в качестве предварительной ступени использовался сетчатый фильтр, задерживающий частицы размером более 400 мкм. Включение в систему фильтра механической очистки и обезжелезивания EcoWater PF-12 позволяло воде освобождаться от частиц размером более 30 мкм. При этом одновременно из воды удалялось железо. Использование установки EcoWater 3000 R30 обеспечивало умягчение воды. На третьей ступени производилось обеззараживание воды с помощью ультрафиолетового облучателя Sterilight S-8Q. На четвертой ступени вода проходила тонкую механическую очистку на 5-микронной структуре фильтра US Filter BB10. И на конечной стадии для подготовки питьевой воды использовался обратноосмотический фильтр. Преимуществами установок «Лисскон» являются:

- возможность очистки воды от солей жесткости, железа, алюминия и природных органических соединений в одну стадию и в одном аппарате;
- экономичность и экологичность процесса;
- автоматизация, надежность и простота эксплуатации оборудования.

Всего изучена работа двадцати установок, в том числе работающих с использованием поверхностных (6 установок) и подземных (14 установок) водоисточников. Пробы воды отбирались с трехкратной повторностью до и после обработки на установках. Данные по эффективности очистки воды приведены в табл. 2.

Исследованиями установлено, что в результате обработки воды поверхностных водоисточников на установках «Радуга–М» и «Лисскон» существенно улучшаются как органолептические (запах, привкус, цветность, мутность), так и отдельные санитарно-химические показатели, в частности содержание азотистых веществ, нефтепродуктов, перманганатной окисляемости. Отмечено достоверное снижение в воде после обработки на установках содержания железа. При высоком исходном содержании (до 1,25 мг/дм$^{3)}$ его концентрация снижалась до нормативных значений (0,3 мг/дм^3).

Полученная на установках вода даже в наиболее неблагоприятные периоды года – весной и летом – по указанным показателям, как правило, соответствовала гигиеническим требованиям.

Изучение качества воды до и после очистки на установке «Радуга–М» позволило выявить, что показатели, характеризующие ее минеральный состав: жесткость,

щелочность, содержание хлоридов, сульфатов и сухого остатка изменялись несущественно. При этом жесткость воды после обработки в ряде случаев была выше исходного содержания. Так, если жесткость исходной воды из артезианской скважины села Березина Речка составляла 13,3 °Ж, то после обработки – 15,2 °Ж. Жесткость воды в селе Октябрьский городок (артезианская скважина в школе) составляла до и после обработки 8,2 и 8,3 °Ж соответственно. Указанное свидетельствует об отсутствии эффекта деминерализации воды во время ее прохождения через установку «Радуга-М».

Таблица 2

Эффективности очистки воды на локальных установках (%)

Показатели	Образцы воды (n = 5)			
	Саратовский район		Федоровский район	
	Поверхностный источник ($M \pm m$)	Подземный источник ($M \pm m$)	Поверхностный источник ($M \pm m$)	Подземный источник ($M \pm m$)
Запах	70,8 ± 1,8	88,5 ± 1,3	76,0 ± 1,9	83,1 ± 1,8
Привкус	64,6 ± 1,3	91,0 ± 1,8	77,0 ± 1,6	89,9 ± 1,8
Цветность	23,9 ± 1,9	73,0 ± 2,1	27,6 ± 1,1	62,3 ± 1,5
Мутность	62,4 ± 1,1	53,2 ± 1,2	67,2 ± 1,7	51,6 ± 1,6
pH	7,6 ± 0,3	7,2 ± 0,2	7,5 ± 0,1	7,4 ± 0,1
Аммиак	59,8 ± 1,9	59,1 ± 1,2	58,9 ± 1,2	59,3 ± 1,6
Нитриты	18,4 ± 2,0	9,2 ± 1,1	20,0 ± 0,7	24,7 ± 1,4
Нитраты	38,2 ± 1,4	12,3 ± 0,3	55,2 ± 1,3	15,5 ± 0,7
Жесткость	6,9 ± 0,2	27,6 ± 1,4	5,1 ± 0,4	36,3 ± 1,5
Хлориды	24,4 ± 0,2	38,1 ± 1,4	26,3 ± 1,9	31,7 ± 1,3
Сульфаты ^{3}	39,6 ± 1,9	20,3 ± 1,5	51,7 ± 1,2	30,2 ± 1,5
Сухой остаток	19,6 ± 1,1	59,0 ± 1,1	34,3 ± 1,3	58,5 ± 1,8
Окисляемость	30,5 ± 1,3	35,1 ± 1,7	27,9 ± 1,3	39,9 ± 1,9
Железо	29,7 ± 1,3	43,8 ± 1,4	33,4 ± 1,1	45,7 ± 1,3
Нефтепродукты	27,5 ± 1,4	15,4 ± 0,9		

Мониторинг за работой установок позволил выявить недостаточную эффективность очистки на установке «Радуга-М» в отношении мутности воды, превышающей 5 мг/дм³. В этом случае отмечалось «отравление» фильтрующих элементов механическими частицами и резкое снижение эффективности работы локальных установок. Положение усугублялось отсутствием постоянного сервисного обслуживания и авторского контроля со стороны производителей.

В отличие от установок «Радуга-М в результате обработки воды на установке «Лиссскон» отмечалось значительное (более 50%) снижение величины жесткости. Установлено существенное снижение содержания сухого остатка на 76,8%, содержания хлоридов на 37,3% и сульфатов на 35,8% при умягчении воды из артезианских скважин. При исходном содержании в пределах нормативных значений после обработки на установке отмечено уменьшение содержания аммиака в 3 раза и общего железа – в 2 раза.

После прохождения фильтрующих устройств, а также после обработки ультрафиолетом очищенная вода по бактериологическим и санитарно-химическим показателям полностью удовлетворяла гигиеническим требованиям. Опрос сельского населения выявил благоприятное отношение к качеству очищенной на установке воды. Более 90% респондентов оценили воду как вполне пригодную для питьевых и хозяйственно-бытовых целей.

В работе была проведена комплексная оценка соответствия качества воды подземных и поверхностных водоемов Саратовской области требованиям санитарных стандартов. Показано, что исследуемые водоемы имели неблагоприятные органолептические показатели (запах, привкус, цветность, мутность), содержали химические загрязнители (железо, сульфаты, хлориды, ПАВ, нефтепродукты и аммиак) в концентрациях, превышающих ПДУ. Выявляемые показатели перманганатной окисляемости свидетельствовали о незавершенности процессов самоочищения в водоемах. Низкая эффективность очистки воды на сельских водоочистных сооружениях не позволяла добиться соответствия ее СанПиН 2.1.4.1074–01. Предложенные нами в Федо-

ровском и Саратовском районах локальные системы очистки воды марок «Радуга-М» и «Лисскон» позволили кондиционировать воду до уровня качества, соответствующего гигиеническим требованиям. Вместе с тем наблюдение за эксплуацией установок показало, что эффективность их работы в значительной мере зависит от уровня и периодичности сервисного обслуживания. Для обеспечения высокого качества их работы необходим постоянный мониторинг со стороны изготовителей и представителей роспотребнадзора.

Выводы

1. Для водоснабжения сельского населения Саратовской области используются подземные и поверхностные источники водоснабжения, отличающиеся как уровнем, так и характером загрязнения. В наиболее неблагоприятном отношении находятся системы водоснабжения Заволжья, использующие в основном поверхностные водоисточники, которые характеризуются значительным загрязнением органическими соединениями (1,5–2 ПДК). Вода подземных водоисточников Заволжья более минерализована, отличается повышенной жесткостью, содержанием железа, сульфатов и хлоридов (1–2 ПДК).

2. Установлена высокая эффективность работы локальных установок очистки воды «Лисскон», «Радуга-М», позволяющих не только улучшить органолептические показатели (запах, привкус, цветность, мутность), но и снизить содержание железа и органических веществ в воде поверхностных и подземных водоисточников. Более того, установки «Лисскон» могут быть также использованы для снижения солесодержания и жесткости в воде.

3. Результаты исследований, свидетельствующие о высокой эффективности очистки воды на локальных установках питьевой воды, а также положительная оценка населением получаемой воды, позволяют их рекомендовать для кондиционирования питьевой воды в сельской местности.

4. Необходимо осуществлять строгий гигиенический контроль за эксплуатацией локальных установок только при наличии договоров сервисного обслуживания.

Список литературы

1. Бабаян Г.Г. Влияние длительной эксплуатации водозаборных сооружений на качество подземных вод республики Армения // Вода, экология и технология: Тезисы докл. 7-го межд. конгресса «Экватэк-2006» . – М., 2006. – С. 167.

2. Красовский Г.Н., Жолдакова З.И., Можаев Е.А. Новая концепция санитарной охраны водоемов // Гигиена и санитария. – 1994. – №2. – С. 16–19.

3. Новиков Ю.В., Калашников И.А., Матеосова В.А. Методические подходы к оценке современных условий формирования санитарного состояния водоемов сельских районов // Гигигена и санитария. – 1989. – №7. – С. 4–7.

4. Онищенко Г.Г., Пожидаева Т.Я., Роговец А.И. О состоянии питьевого водоснабжения в Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания. – 2000. – №6. – С. 7–9.

5. Скутин В.И. Подземные воды – гарантированный источник обеспечения населения Якутии питьевой водой // Актуальные вопросы обеспечения Якутии доброкачественной питьевой водой. – Якутск, 2000. – С. 22–26.

Рецензенты:

Трубецков А.Д., д.м.н., зам. директора по научной работе ФГУН «Саратовский НИИ Сельской гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека», г. Саратов;

Луцевич И.Н., д.м.н., зав. кафедрой гигиены медико-профилактического факультета ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 26.06.2011.