

Russian).

2. Ryzhenko N.O.

Gruntoznavstvo. 2006 ; 1 : 93-101 (in Ukrainian).

3. Shevchenko O.A.,

Derkachov E.A., Smyrnov Yu.B.

Osoblyvosti translokatsii vazhkykh metaliv u gruntakh, shcho rekultyvovani z zastosuvannya mpromyslovykh vidkhodiv [Features of the Translocation of Heavy Metals in Soils Recultivated with the Industrial Waste]. In : Aktualni pytannia hihiieny ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy : tezy konf. [Topic Issues of Hygiene and Ecological Safety of Ukraine : Conf. Theses]. Kyiv ; 2000 : 46-47 (in Ukrainian).

4. Clark M., McConchie D.,

Saenger P., Pillsworth M.

Journal of Coastal Research.

1997 ; 13 (4) : 1150-1153.

5. Bramley R.G., Barrow N.J.

Fertilizer Research. 2005 ; 39 (2)

: 37-52.

6. Dunbar K.R., McLaughlin M.J.,

Reid R.J. Journal of

Experimental Botany. 2003 ; 5 :

349-354.

7. Hocking P.J., McLaughlin

M.J. Chemosphere. 2002 ; 11 :

353-368.

8. An Y.J. Environ. Pollution.

2004 ; 127 (1) : 21-26.

9. Bennet-Chambers M.,

Davies P., Knott B. Journal of

Environmental Management.

1999 ; 57 (4) : 283-295.

10. Metodicheskie rekomen-

datsii po gigenicheskomu obosnovaniuu PDK khimicheskikh veshchestv v pochve №2609-82 [Methodical Recommendations on the Hygienic Substantiation of the MAC of the Chemical Substances in Soil № 2609-82]. Moscow ; 1982 : 57 p. (in Russian).

11. Goncharuk E.I., Sidoren-

ko G.I. Gigenicheskoe

normirovanie khimicheskikh

veshchestv v pochve [Hygienic

Rationing of Chemical

Substances in Soil]. Moscow :

Meditsina ; 1986 : 320 p. (in

Russian).

12. Rebrova O.Yu.

Statisticheskii analiz meditsin-

sikh dannykh. Primenenie

paketa prikladnykh program

STATISTICA [Statistical Analysis

of Medical Data. Application of

the Packet of the STATISTICA

Program]. Moscow : Media

Sfera ; 2002 : 312 p. (in

Russian).

Надійшла до редакції 18.03.2016

TOPICALITY OF THE PROBLEM OF AFTERPURIFIED DRINKING WATER UNDER CONDITIONS OF THE KRIVORIZKA ZONE OF URBANIZATION

Hryhorenko L.V.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ДООЧИЩЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ КРИВОРОЖСКОЙ ЗОНЫ УРБАНИЗАЦИИ

Н

ГРИГОРЕНКО Л.В.

ГУ "Днепропетровская медицинская академия, Министерства здравоохранения Украины"

УДК 614.7:644.6 (477)

Ключевые слова:

Криворожская зона урбанизации, доочищенная питьевая вода, показатели качества, фирмы-производители, фильтрующий материал, доочистка, бытовые водоочистители.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ДООЧИЩЕНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ КРИВОРІЗЬКОЇ ЗОНИ УРБАНІЗАЦІЇ

Григоренко Л.В.

ДУ "Дніпровська медична академія МОЗ України"

Мета: вивчити показники якості доочищеної питної води від різних фірм-виробників за 2012-2014 роки і науково обґрунтувати рекомендації щодо поліпшення якості доочищеної води залежно від фільтруючого матеріалу.

Матеріали і методи. Якість доочищеної води вивчали за органолептичними (запах за t 20° і 60°C, забарвленість, каламутність, наявність осаду), фізико-хімічними (загальна жорсткість, сухий залишок, загальна лужність, залізо загальне, водневий показник, сульфати, хлориди) і за санітарно-токсикологічними показниками (мідь, цинк, миш'як, кадмій, свинець, залізо, алюміній, фториди, окислюваність, амоній, нітрити, нітрати — за NO₃). Загалом досліджено 1101 показник якості доочищеної води ТОВ "Мізрахін" та 859 показників якості води ТОВ "Анісімов" за 2012-2014 роки.

Результати. У статті аналізується проблема доочищеної питної води в одному з найбільших сільських таксонів Дніпровської області — Криворізькому, населення якого використовує доочищену питну воду від двох місцевих фірм-виробників. Описано різні способи застосування сорбційного матеріалу у технології доочистки питної води, дано порівняльну характеристику різних видів завантаження побутових водоочисників.

Ключові слова: **Криворізька зона урбанізації, доочищена питна вода, показники якості, фірми-виробники, фільтруючий матеріал, побутові водоочисники.**

© Григоренко Л.В. СТАТТЯ, 2016.



ной питьевой воды высшего качества [7]. Фасованная питьевая вода — это вода подземных источников водоснабжения или централизованного питьевого водоснабжения, дополнительно обработанная с целью улучшения ее качества. Она должна иметь качество лучше, чем водопроводная, которая также декларируется в соответствующих нормативных документах США и России [8-10].

Проблема доочищенной питьевой воды особенно актуальна в условиях Криворожской зоны урбанизации, сельское и часть городского населения которой использует для питья некондиционированную водопроводную воду [12-13].

Цель работы: изучить показатели качества доочищенной питьевой воды от разных фирм-производителей за 2012-2014 годы и научно обосновать рекомендации по улучшению качества доочищенной воды в зависимости от фильтрующего материала.

Материалы и методы. В течение 2012-2014 годов изучали качество доочищенной питьевой воды, изготовляемой двумя специализированными предприятиями по доочистке воды из системы централизованного водоснабжения в городе Кривой Рог: фирмы ООО "Мизрахин" и ООО "Анисимов". За 3-летний период наблюдения было проведено 1101 исследование показателей качества доочищенной воды от фирмы-производителя ООО "Мизрахин" и 859 исследований — фирмы-производителя ООО "Анисимов". Доочищенная питьевая вода этих специализированных предприятий используется в местных пунктах разлива и обеспечивает водопотребление населения Криворожской зоны урбанизации и сельское население Криворожского таксона.

Среднегодовые показатели качества доочищенной питьевой воды за 2012-2014 годы сравнивали с действующими нормативами для фасованной воды из пунктов разлива согласно ГСанПиН 2.2.4-171-10 [11].

Качество доочищенной воды изучали по органолептическим показателям: запах при $t\ 20^\circ$ и 60°C , окрашенность, мутность, наличие осадка; по физико-химическим показателям: общая жесткость, сухой остаток, общая щелочность, железо общее, водородный показатель, сульфаты, хлориды; по санитарно-токсикологическим показателям: медь, цинк, мышьяк, кадмий, свинец, железо, алюминий, фториды, окисляемость, аммоний, нитриты, нитраты (по NO_3).

Результаты и обсуждение.

Установлено, что в образцах доочищенной питьевой воды фирмы-производителя ООО "Мизрахин" среднегодовые показатели запаха при $t\ 20^\circ\text{C}$ достоверно находились в пределах 0 баллов в 2012 году, $(0,65 \pm 0,10)$ баллов — в 2013 ($p < 0,001$); 0 баллов — в 2014. При этом превышение запаха на 0,65 баллов (по ГСанПиН < 0 баллов) наблюдалось в 2013 г. Среднегодовые показатели запаха при $t\ 60^\circ\text{C}$ (по ГСанПиН < 1 балла) превышали гигиенический норматив на 0,2 балла в 2012 г. — $(1,20 \pm 0,25)$ баллов и на 0,018 баллов в 2013 г. — $(1,01 \pm 0,08)$ баллов ($p < 0,001$). В 2014 году запах в питьевой воде ООО "Мизрахин" находился ниже гигиенического норматива — $(0,704 \pm 0,063)$ баллов ($p < 0,001$). Привкус не превышал установленный норматив (по ГСанПиН < 0 баллов) в течение трех лет наблюдения, кроме 2012 г. — $(1,180 \pm 0,122)$ баллов.

По данным проведенных исследований, обнаружено превышение цветности доочищенной воды на $26,11^\circ$ с наивысшим уровнем показателя в 2012 году — $(36,11 \pm 3,88)^\circ$ (по ГСанПиН $< 10^\circ$); в 2013 г. — на $5,45^\circ$ ($p < 0,001$); в 2014 г. — на $3,99^\circ$. Обращает на себя внимание превышение гигиенического норматива мутности питьевой доочищенной воды (по ГСанПиН $< 0,5$ мг/дм с наибольшим значением в 2012 г. — $(0,87 \pm 0,11)$ мг/дм ($t = 2,44$),

что соответствует 1,75 ПДК; с наименьшим значением мутности — в 2013 г. $(0,57 \pm 0,01)$ мг/дм³ — 1,15 ПДК. В образцах доочищенной воды за 2012-2014 годы осадок не был обнаружен.

Среднегодовые показатели общей жесткости достоверно находились в пределах от $(2,31 \pm 0,11)$ до $(3,84 \pm 0,13)$ ммоль/дм³. При этом общая жесткость не превышала установленный норматив (по ГСанПиН $< 7,0$ ммоль/дм³) за 2012-2014 годы.

За период наблюдения установлена достоверная тенденция к снижению уровня сухого остатка от $(212,41 \pm 2,86)$ до $(168,70 \pm 2,01)$ мг/дм³. Однако среднегодовые концентрации сухого остатка в доочищенной питьевой воде не превышали ПДК (по ГСанПиН < 1000 мг/дм³) в течение 3-летнего периода ($p < 0,05$). Динамика роста солевого состава питьевой воды обнаружена по содержанию хлоридов. Например, с 2012 до 2014 года среднегодовые концентрации хлоридов достоверно увеличивались от $(8,87 \pm 0,26)$ до $(40,80 \pm 0,03)$ мг/дм³ ($p < 0,05$).

Подобная тенденция обнаружена по содержанию сульфатов, среднегодовые концентрации которых достоверно колебались в пределах $(21,92 \pm 1,32)$ — $51,48 \pm 0,26$ мг/дм³ ($p < 0,05$). За 3-летний период наблюдения солевой состав доочищенной воды находился ниже рекомендованных нормативных значений для хлоридов и сульфатов (по ГСанПиН < 250 мг/дм³). Среднегодовые концентрации железа в образцах доочищенной воды находились в пределах ПДК (по ГСанПиН $< 0,2$ мг/дм³) за 2012-2014 годы. Водородный показатель также находился в пределах установленного норматива (по ГСанПиН 6,5-8,5). Однако в течение 3-летнего периода обнаружена достоверная тенденция к увеличению значения pH: от $(7,09 \pm 0,02)$ до $(7,59 \pm 0,07)$ ($p < 0,001$).

Общая щелочность не превышала ПДК (по ГСанПиН $< 6,5$ ммоль/дм³). Однако обнаружена тенденция к росту общей щелочности вдвое в доочищенной питьевой воде фирмы-производителя ООО "Мизрахин" в 2013-2014 годах: от

TOPICALITY OF THE PROBLEM OF AFTERPURIFIED DRINKING WATER UNDER CONDITIONS OF THE KRIVORIZKA ZONE OF URBANIZATION

Hryhorenko L. V.

State Institution "Dniprovsk Medical Academy, Ministry of Public Health of Ukraine"

Objective. We studied the quality indices of afterpurified drinking water from different manufacturers during 2012-2014 and scientifically substantiated the recommendations for the improvement of the quality of afterpurified water depending on the filtering material.

Materials and methods. Quality of afterpurified water was studied by the organoleptic indices (odor at 20°C and 60°C, color, turbidity, presence of sediment), physico-chemical indices (total hardness, dry residue, total alkalinity, iron, pH, sulfates, chlorides) and sanitary-toxicological indices (copper, zinc, arsenic, cadmi-

um, lead, iron, aluminum, fluoride, oxidizability, ammonia, nitrites, nitrates — NO_3). We investigated 1101 indices of the quality of afterpurified water taken from LTD "Mizrahin" and 859 indices of water quality from LTD "Anisimov" during 2012-2014.

Results. A problem of afterpurified drinking water in one of the largest rural tacson in the Dniprovsk region — the Kryvorizkyi region is analyzed in the article. The population of the region use afterpurified drinking water from two local manufacturers. We describe different ways of the use of the sorptive material in drinking water purification technology and present a comparative characteristic of the various types of charge of the domestic water purifiers.

Keywords: the Kryvorizkyi zone of urbanization, afterpurified drinking water, quality indices, manufacturers, filtering material, household water purifiers.

($2,25 \pm 1,25$) до ($4,35 \pm 0,65$) ммоль/дм³.

По значению санитарно-токсикологических показателей меди, цинка, мышьяка, марганца, свинца, алюминия, фторидов, аммония, нитритов, нитратов не наблюдалось превышение ПДК в течение 2012-2014 годов, кроме содержания кадмия в доочищенной воде в 2013 г. — $<0,008$ мг/дм³, т.е. 8,0 ПДК. За весь период наблюдения в образцах доочищенной воды специализированного предприятия ООО "Мизрахин" было обнаружено достоверное превышение среднегодового показателя окисляемости (по ГСанПиН $<2,0$ мг/дм³) в 1,85 раза в 2014 г. — $3,70 \pm 0,10$ мг/дм³ ($p < 0,001$).

По результатам проведенных исследований установлено, что по содержанию тяжелых металлов (Cu, Zn, Mn, Pb) и фторидов наблюдается тенденция к снижению среднегодовых концентраций в течение 2012-2014 годов во всех образцах доочищенной питьевой воды. Среднее содержание меди достоверно колебалось в пределах ($0,106 \pm 0,033$) — ($0,0053 \pm 0,0046$) мг/дм³ ($p < 0,001$).

Подобная тенденция к снижению характерна для цинка, содержание которого уменьшилось в 10,2 раза: с ($0,15 \pm 0,01$) в 2012 г. до ($0,015 \pm 0,001$) мг/дм³ в 2014. Снижение среднегодовой концентрации марганца в 0,93 раза наблюдалось в течение 2013-2014 годов: с ($0,004 \pm 0,003$) до ($0,0042 \pm 0,0005$) мг/дм³. Содержание свинца колебалось в пределах от ($0,0038 \pm 0,0017$) до ($0,000024 \pm 0,000006$) мг/дм³. За 3-летний период наблюдения значения показателя

фторидов уменьшились в 1,62 раза: с ($0,130 \pm 0,060$) до $<0,08$ мг/дм³.

Среднегодовые концентрации ртути находились значительно ниже ПДК и не изменялись в динамике за весь период наблюдения. Так, содержание ртути в доочищенной воде составляло $<0,0001$ мг/дм³ в 2012 г. и $<0,0002$ мг/дм³ — в 2013-2014 годах. Мышьяк в доочищенной воде колебался в диапазоне ($0,001-0,005$) мг/дм³ (по ГСанПиН $<0,01$ мг/дм³). Содержимое алюминия не изменялось в динамике $<0,04$ мг/дм³ (по ГСанПиН $<0,1$ мг/дм³) за 2012-2014 годы.

Содержимое аммония в отдельные годы наблюдения колебалось в пределах $0,05-0,1$ мг/дм³ (по ГСанПиН $<0,1$ мг/дм³). Нитриты в доочищенной воде не превышали ПДК (по ГСанПиН $<0,5$ мг/дм³): в 2012 г. — $<0,02$ мг/дм³, в 2013-2014 годах не были обнаружены. Содержимое нитратов оставалось на уровне $<0,5$ мг/дм³ во все годы наблюдения, при этом ни разу не наблюдалось превышение ПДК в питьевой воде (по ГСанПиН <10 мг/дм³).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что при доочистке питьевой воды запах при t 20°C достоверно повышался на 0,72 балла в 2013 г. и составлял ($0,72 \pm 0,11$) балла ($p < 0,05$). Запах при t 60°C достоверно увеличился на 0,1-0,28 балла в 2012-2013 гг.: с ($1,1 \pm 0,1$) до ($1,28 \pm 0,07$) балла ($p < 0,05$). Привкус увеличился на 1,49 балла в 2012 г. — ($1,49 \pm 0,12$) балла, в течение 2013-2014 годов не превышал установленный норматив (по ГСанПиН <0 баллов).

В целом наблюдалась динамика снижения цветности доочищенной воды за 3-летний период: от ($35,80 \pm 1,93$)° до ($12,57 \pm 1,67$)°. Однако в отдельные годы наблюдения цветность увеличивалась: в 2012 г. — на 25,80°, в 2013 — на 4,47°, в 2014 — на 2,57°.

В образцах доочищенной воды фирмы-производителя ООО "Анисимов" за весь период наблюдения не было обнаружено осадка. Мутность доочищенной воды достоверно увеличивалась с наибольшим показателем в 2012 г. — ($0,67 \pm 0,07$) мг/дм³ ($t = 2,44$), что составляет 1,33 ПДК, с наименьшим показателем в 2013-2014 годах $<0,58$ мг/дм³ — 1,16 ПДК. По солевому составу доочищенной воды наблюдается тенденция к уменьшению общей жесткости, содержания хлоридов и сульфатов, кроме сухого остатка, который возрастал за 3-летний период наблюдения. В целом по физико-химическим показателям в доочищенной воде не было превышения ПДК. Уровень общей жесткости составлял ($3,17 \pm 0,31$) ммоль/дм³ ($p < 0,05$) в 2012 году при нормативном значении (по ГСанПиН <7 ммоль/дм³) и достоверно уменьшался в 1,14 раза в 2014 году — ($2,79 \pm 0,46$) ммоль/дм³ ($p < 0,001$).

Уровень сухого остатка достоверно составлял ($180,11 \pm 11,99$) мг/дм³ с наибольшим значением в 2013 году — ($210,7 \pm 3,27$) мг/дм³ ($p < 0,05$). При доочистке питьевой воды специализированным предприятием ООО "Анисимов" достоверно снизилась среднегодовая концентрация хлоридов в 1,34 раза за 2012-2014

наблюдения достоверно увеличился с $7,52 \pm 0,14$ до $7,52 \pm 0,12$ ($p < 0,05$). Общая щелочность не изменялась и составляла $< 0,01$ мг/дм³.

Содержимое Cu, Zn, As, Pb, F, Al в доочищенной воде ни разу не превышало ПДК за весь период наблюдения, кроме марганца (по ГСанПиН $< 0,05$ мг/дм³) с наибольшим значением в 2013 г. — $(0,053 \pm 0,027)$ мг/дм³, что составляет 1,07 ПДК.

Содержимое меди в доочищенной воде колебалось в отдельные годы наблюдения от $(0,040 \pm 0,012)$ до $(0,037 \pm 0,001)$ мг/дм³ с наибольшим значением в 2013 году — $(0,085 \pm 0,009)$ мг/дм³. При доочистке питьевой воды ООО "Анисимов" из воды, поступающей из системы централизованного водоснабжения, обнаружено увеличение в динамике среднегодовой кон-

центрации цинка в 0,31 раза: с $(0,0014 \pm 0,0088)$ до $(0,0045 \pm 0,0007)$ мг/дм³.

Содержимое мышьяка не изменялось за весь период наблюдения и составляло $< 0,01$ мг/дм³. Наименьшее содержание свинца обнаружено в образцах доочищенной воды в 2013 г. — $(0,00087 \pm 0,00019)$ мг/дм³ в отдельные годы составляло $< 0,004$ мг/дм³ (по ГСанПиН $< 0,01$ мг/дм³). Фториды в питьевой воде от фирмы-производителя ООО "Анисимов" постоянно присутствовали в пределах $< 0,08$ мг/дм³ при нормативном значении F для III климатической зоны (по ГСанПиН $< 1,2$ мг/дм³). Содержимое алюминия также было ниже, чем ПДК (по ГСанПиН $< 0,1$ мг/дм³) и находилось на уровне $< 0,04$ мг/дм³ во все годы наблюдения.

Привлекает внимание достоверный рост окисляемости в образцах доочищенной питьевой воды в отдельные годы: $(2,63 \pm 0,25)$ мг/дм³ — в 2013 г., что составляет 1,31 ПДК; $(3,77 \pm 0,02)$ мг/дм³ — в 2014 г. — 1,88 ПДК (по ГСанПиН $< 2,0$ мг/дм³). Содержимое кадмия $< 0,001$ мг/дм³ и ртути $(0,0001-0,0002)$ мг/дм³ не изменялось за период наблюдения и было ниже ПДК. Аммоний за 2012-2014 годы не превышал $(0,05-0,1)$ мг/дм³. Нитриты были обнаружены в доочищенной воде в 2012 г. на уровне $< 0,02$ мг/дм³. Среднегодовые концентрации нитратов не превышали $0,5$ мг/дм³ (по ГСанПиН < 10 мг/дм³).

Напомним, что показатели качества питьевой воды подразделяются на органолептические, физико-химические и бактериологические. К органолептическим относятся мутность, цветность, привкус, запах. Мутность (М) обусловлена присутствием в воде механических примесей — коллоидных частиц, песка, глины, ржавчины, а также водорослей, бактерий. Цветность (Ц), как правило, обусловлена присутствием в воде крупных органических молекул, комплексных соединений железа и других тяжелых металлов, а также ионов меди, кобальта и др. Привкус и запах (ПЗ) обусловлены присутствием в воде крупных органических молекулярных соединений природного и искусствен-

годы: от $(25,00 \pm 5,96)$ до $(18,70 \pm 0,25)$ мг/дм³ ($p < 0,05$). Среднегодовые концентрации сульфатов колебались в пределах от $(53,67 \pm 12,53)$ до $(37,18 \pm 1,37)$ мг/дм³, достоверно уменьшались в 1,44 раза в динамике за 3-летний период ($p < 0,05$). Содержимое железа оставалось на уровне $(0,1-0,2)$ мг/дм³ в отдельные годы наблюдения. Водородный показатель за весь период

Таблица 1

Возможные улучшаемые показатели качества питьевой воды в зависимости от фильтрующего материала

Улучшаемый показатель	Основные примеси (свойства)	Фильтры							
		Ионо-обменные				Шунгит	Активиров. уголь		Цеолит
		КОС		АОС			АУ	АУ+А	
Na	H	Cl	OH						
Органолептические	М Механические примеси	+	+	+	+	+	+	+	+
	М Водоросли	+	+	+	+	+	+	+	+
	М Бактерии	-	-	-	-	+	+	+	-
	Ц Крупные органические молекулы	-	-	-	-	+	+	+	-
	Ц Комплексные соединения железа и других металлов	+	+	-	-	+	+	+	+
	Ц Ионы меди и кобальта	+	+	-	-	+	+	+	-
	ПЗ Крупные органические молекулы природного и искусственного происхождения, остаточный хлор	-	-	-	-	+	+	+	-
Физико-химические	К рН	-	+	-	+	+	-	-	-
	К Концентрация катионов (в т.ч. тяжелых металлов и радионуклидов)	+	+	-	-	+	+	+	-
	К Жёсткость воды	+	+	-	-	+	-	-	-
	К Концентрация анионов (в т.ч. нитратов, нитритов, фосфатов)	-	-	+	+	+	-	-	-
	О Органические и минеральные вещества, способные к окислению	-	-	-	-	-	+	+	+
Бактериологические	Б Бактерии	-	-	+	-	+	+	+	+
	В Вирусы	-	-	+	-	+	+	+	-
	Бактерицидность материала	-	-	+	-	+	-	+	-

Примечание: + существенно улучшаемые показатели качества питьевой воды; — влияние незначительное.

ного происхождения, таких как фенолы, ароматические углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Улучшаемые бытовыми фильтрами физико-химические показатели качества питьевой воды представлены в таблице 1. Концентрацию ионов в воде подразделяют на концентрацию водородных ионов (рН — водородный показатель), концентрацию катионов, в т.ч. тяжелых металлов и радионуклидов, концентрацию ионов кальция и магния (жесткость воды) и концентрацию анионов (нитратов, нитритов, фосфатов и др.). К числу улучшаемых бактериологических (БЛ) показателей относят содержание в воде микроорганизмов (бактерий — Б и вирусов — В), а также бактерицидность материала (бак-

териостатичность).

В таблице 1 представлены основные примеси (загрязнители) и обусловленные ими свойства.

На основании данных лабораторных исследований доочищенной питьевой воды на экспериментальной установке „Родник” проанализированы основные улучшаемые показатели качества питьевой воды в зависимости от фильтрующего материала (табл. 2).

Показано, что технология доочистки питьевой воды с использованием шунгита имеет наиболее преимуществ. Такая технология предоставляет возможность не только эффективно очищать воду от различных вредных веществ, но и корректировать ее состав по макро- (соли магния и кальция) и микроэлементам. Вода

при этом приобретает биологическую активность, свойственную природной родниковой воде.

Шунгитовые породы, используемые в технологии, значительно дешевле наполнителей, таких как активированный уголь, применяемый в настоящее время в водоочистных устройствах.

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований доочищенной питьевой воды

Компонент	Шунгит		Цеолит		Ионообменные материалы		Активированный уголь	
	Содержание, мг/л							
	В исходной водопроводной воде	В доочищенной воде	ПДК по ГосСанПин [11]	В доочищенной воде	ПДК по ГосСанПин [11]	В доочищенной воде	ПДК по ГосСанПин [11]	В доочищенной воде
Кремний	0,1	1,3	—	1,5	—	0,1	10	0,2
Алюминий	0,4	0,005	0,5	0,018	0,2	0,006	—	0,013
Железо	0,58	0,001	0,3	0,008	0,3	0,012	—	0,004
Марганец	0,04	0,001	0,1	0,007	0,1	0,005	—	0,008
Медь	0,005	0,001	1,0	0,003	1,0	0,009	1,0	0,004
Кадмий	0,0008	0,0001	—	0,0004	—	0,0006	0,001	0,0012
Цинк	0,2	0,001	5,0	0,18	—	0,2	1	0,12
Кобальт	0,01	0,001	—	0,004	—	0,003	0,1	0,01
Кальций	10	20	—	8	—	3	—	12
Магний	2,1	3,6	—	2,2	10 - 80	1,2	—	2,0
Ацетон	0,001	0,00001	—	0,0002	—	0,00023	2,2	0,00004
Бензол	0,004	0,0001	—	0,0002	—	0,0003	0,5	0,0005
Толуол	0,0007	0,00002	—	0,0006	—	0,00004	0,5	0,0002
Хлороформ	0,02	0,0003	—	0,002	0,06	0,04	—	0,005
рН	6,7	7,05	6,0-9,0	7,02	6,5-8,5	6,5	—	8,2
НСО (щелочность)	0,5	4,5	—	4,3	—	3,2	—	3,0
Сухой остаток	50,4	300,5	1000 (1500)	211	1000 (1500)	800	—	920
Общая жесткость (мг-экв/л)	2,5	6,8	7,0 (10,0)	5,4	7,0 (10,0)	6,2	—	7,0
Коли-индекс	1	0	3	0	—	0	—	0
Запах	1	0	2	0	2	1	—	0
Вкус и привкус	1	0	2	1	2	1	—	2
Цветность	5	1,5	20	1,5	20 (35)	1,5	—	1,5
Мутность	0,5	0	1,5	0,2	0,5 (1,5)	0,4	—	0,1
Общее микробное число	—	—	—	—	< 100	—	—	—
Прозрачность	прозр.	прозр.	прозр.	прозр.	прозр.	прозр.	прозр.	прозр.

Разработанная технология одинаково эффективна и для использования в водоочистителях-кондиционерах малой производительности 5-10 л/с (для индивидуального пользования), и для больших водопроводных станций производительностью в сотни тысяч кубометров в сутки.

Вода, получаемая по данной технологии, обладает не только высокими питьевыми качествами, но также и лечебно-профилактическими свойствами. Используя шунгит, можно получить лечебные воды типа "Нарзан", "Ессентуки", "Боржоми" и др. без искусственного добавления минеральных солей.

Возможна многократная регенерация устройств в процессе эксплуатации. Подобранные и многократно испытанные регенерирующие составы, позволяющие регенерировать (восстанавливать) на 95-98% первоначальную сорбционную емкость устройства без его разборки и разгрузки. Модели устройства испытаны до 50 циклов регенерации без существенной потери емкости.

Технология может быть использована для холодного и горячего водоснабжения, для очистки сточных вод различных производств, в т.ч. гальванических, а также в системах замкнутого водооборота.

Шунгит обладает полифункциональными сорбционными свойствами и позволяет удалять бактериальные клетки, низкомолекулярные примеси микробиологического происхождения, фаги, а также органические вещества и соединения фосфора.

Данный углеродный продукт имеет ряд преимуществ перед традиционными видами материалов (активированным углем). Его получение исключает сложные, энергоемкие, эколо-

гически грязные химические и термические технологии, добыча и переработка шунгитов осуществляется механическим способом при полном и безотходном использовании сырья.

Шунгитовые породы находятся в благоприятных географических и горнотехнических условиях. Месторождение размещается в экологически освоенном районе вблизи транспортных магистралей (автодороги, водные пути). Полезное ископаемое на значительной части месторождения выходит на поверхность и будет разрабатываться открытым способом.

Простота добычи и подготовка пород к промышленному использованию обуславливает их исключительную рентабельность по отношению к другим видам. С учетом адсорбционных и бактерицидных свойств, а также химических, технологических и радиационных характеристик шунгитовые породы являются перспективным видом для фильтров на станциях подготовки питьевой воды и в виде загрузки в бытовых водоочистителях по сравнению с другими видами фильтрующего материала.

Выводы

1. Определена эффективность доочистки питьевой воды от фирм-производителей ООО "Мизрахаин" и "Анисимов" по показателям общей жесткости, сухого остатка, Cl, SO₄, Fe, ph, Cu, Zn, Mn, F, Al, азота аммиака, нитритам и нитратам в течение 3-х лет наблюдения. В частности, эффективность доочистки водопроводной питьевой воды от обеих фирм-производителей была высокой по общей жесткости от (433,5-1,39) до (315,7-1,91) раз; сухого остатка — от (1,0-4,49) до (1,19-3,89) раз; Cl — от (26,4-2,85) до (9,74-6,21) раз; SO₄ — от (3,04-2,03) до (1,24-2,81) раз; Fe — от (7,4-1,6) до (7,4-1,6) раз; ph — от (1,09-1,05) до (1,02-1,04) раз; Cu — от (3,65-4,4) до (1,38-1,68) раз; Zn — от (15,3-1,5) до (7,14-2,2) раз; Mn — от (12,5-13) до (1,85-2,08) раз; F — от (1,33-8,62) до (1,22-8,62) раз; Al — в (1,25-3,25) раза; азота аммиака — в (2,6-3,1) раза, нитритов — в 772,5 раз (в 2012 г.), нитратов — в (3,42-2,14) раза в течение 2012-2014 годов.

2. Необходимо пересмотреть

технологии водоочистки на станциях водоподготовки с внедрением полной схемы очистки воды. Рекомендовать потребителям питьевой воды использовать для дополнительной очистки бытовые фильтры, содержащие в качестве фильтрующей загрузки шунгитовые породы.

3. Наладить серийное производство бытовых фильтров с шунгитом в качестве фильтрующей загрузки. Реконструировать фильтрование сооружения с заменой фильтрующей загрузки на шунгитовый песок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопов В.О. Хлор-органічні сполуки у питній воді України: моніторинг, умови утворення та видалення, ризики для здоров'я // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : зб. тез. доп. — К., 2006. — С. 38-41.
2. Гігієнічна оцінка новітньої технології підготовки питної води з поверхневого водоймища / В.О. Прокопов, Н.В. Чирська, В.М. Шевцов, В.С. Лисюк // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. — К., 2007. — Вип. 50. — С. 44-49.
3. Low extracellular magnesium results in cardiac failure in isolated perfused rat hearts / F. Wu, L. Zou, B. T. Altura, et al. // Magnes Trace Elem. — 1992. — № 10. — P. 364-373.
4. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання / за ред. Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, Є.О. Яковлева. — Т. 1. — Чернівці : Букрек, 2011. — 347 с.
5. Родюкова О.А. Качество питьевой воды и состояние здоровья населения / О.А. Родюкова, В.Е. Крутилин, А.В. Авчинников // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. — Москва, 2012. — Т. 2. — С. 215-217.
6. Прокопов В.О. Першочергові завдання гігієни у сфері питної води та питного водопостачання, спрямовані на виконання загальнодержавної програми «Питна вода України» // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : зб. тез доповідей. — К., 2006. — С. 26-27.
7. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения / Е.А. Борзунова, С.В. Кузьмин, Р.Л. Акрамов,

Е.Л. Киямова // Гигиена и санитария. — 2007. — № 3. — С. 32-34.

8. Зоріна О.В. Розробка проекту ДСанПиН «Вода питна фасована. Гігієнічні вимоги та контроль якості» — шлях до поліпшення якості фасованої питної води / О.В. Зоріна, В.О. Прокопов // Гігієна населених місць. — К., 2007. — Вип. 50. — С. 49-54.

9. Питьевая вода. Гигиенические требования и качество воды, расфасованной в емкости. Контроль качества : СанПиН 2.1.4.1116-02. — М., 2002. — 31 с.

10. Гігієнічна оцінка нової сучасної технології доочистки питної води / В.О. Прокопов, Н.В. Чирська, В.А. Соболь та ін. // Гігієна населених місць. — К., 2008. — Вип. 52. — С. 70-74.

11. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ГСанПиН 2.2.4-171-10 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>

12. Hryhorenko L.V. Effects of poor potable water quality on the health of peasants — inhabitants of Dnepropetrovsk rural settlements (by the sociological survey and results of own research) [Електронний ресурс] / L.V. Hryhorenko, A.A. Shevchenko. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 101 p. — Режим доступу: <http://dnb.d-nb.de>.

13. Григоренко Л.В. Динамика показателей химического состава питьевой воды из централизованных источников водоснабжения в 1-3 таксоне Днепропетровской области / Л.В. Григоренко // Актуальные проблемы транспортной медицины. — 2015. — № 4, т. 2 (42-2). — С. 42-46.

REFERENCES

1. Prokopov V.O. Khlор orhanichni spoluky u pytnii vodi Ukrainy: monitorynh, umovy utvorennia ta vydalennia, ryzyky dlia zdorovia [Organochlorins in Drinking Water of Ukraine: Monitoring, Conditions of Formation and Removal, Risks for Health]. In : Aktualni pytannia hihiieny ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy [Topical Issues of Hygiene and Ecological Safety of Ukraine: Coll. Abst.]. Kyiv ;

2006 : 38-41 (in Ukrainian).

2. Prokopov V.O., Chyrska N.V., Shevtsov V.M., Lysiuk V.S. Hihiienichna otsinka novitnoi tekhnolohii pidhotovky pytnoi vody z poverkhnivooho vodoimyshcha [Hygienic Assessment of Drinking Water Preparation Modern Technology from Surface Basin]. In : Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2007 ; 50 : 44-49 (in Ukrainian).

3. Wu F., Zou L., Altura B.T., Barbour R.L., Altura B.M. Magnes Trace Elem. 1992 ; 10 : 364-373.

4. Stavtyskyi E.A., Rudko H.I., Yakovliev Ye.O. (eds.) Stratehiia vykorystannia resursiv pytnykh podzemnykh vod dlia vodopostachannia [Strategy of the Use of Drinking Underground Water Resources for Water Supply]. Chernivtsi : Bukrek ; 2011 ; 1 : 347 p. (inUkrainian).

5. Rodiukova O.A, Krutilin V.E., Avchinnikov A.V. Kachestvo pitievoi vody i sostoianie zdorovia naseleniia [Drinking Water Quality and State of Health of the Population]. In : Materialy XI Vserossiiskogo sezda gigienistov i sanitarnykh vrachei [Materials of the XI Congress of Hygienists and Sanitary Doctors]. Moscow ; 2012 ; 2 : 215-217 (in Russian).

6. Prokopov V.O. Pershocherhovi zavdannia hihiieny u sferi pytnoi vody ta pytnoho vodopostachannia, spriamovani na vykonannia zahalno-oderzhavnoi prohramy «Pytna voda Ukrainy» [Hygiene Priorities in the Sphere of Drinking Water and Drinking Water Supply Directed on the Drinking Water of Ukraine National Program Execution]. In : Aktualni pytannia hihiieny ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy : tezy konf. [Topic Issues of Hygiene and Ecological Safety of Ukraine : Conf. Theses]. Kyiv ; 2006 : 26-27 (in Ukrainian).

7. Borzunova E.A., Kuzmin S.V., Akramov R.L., Kiiamova E.L. Gigiena i sanitariia. 2007 ; 3 : 32-34 (in Russian).

8. Zorina O.V., Prokopov V.O. Rozrobka proektu DСанПиН «Voda pytna fasovana. Hihiienichni vymohy ta kontrol yakosti» — shliakh do polipshennia yakosti fasovanoi pytnoi vody [Project Development of the State Sanitary Rules and Norms “Packaged Drinking Water. Hygienic Requirements and

Quality Control” – a Way to the Improvement of the Packaged Drinking Water Quality]. In : Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2007 ; 50 : 49-54 (in Ukrainian).

9. Pitevaia voda. Gihienicheskie trebovaniia i kachestvo vody, rasfasovannoi v yomkosti. Kontrol kachestva : SanPiN 2.1.4.1116-02 [Drinking Water. Hygienic Requirements and Quality of the Water Packaged in Vessels. Quality Control : Sanitary Rules and Norms 2.1.4.1116-02]. Moscow ; 2002 : 31 p. (in Russian).

10. Prokopov V.O., Chyrska N.V., Sobol V.A., Kononenko T.A., Kulish T.V. Hihiienichna otsinka novoї sучasnoi tekhnolohii doochystky pytnoi vody [Hygienic Assessment of the New Modern Technology of Drinking Water Purification]. In : Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2008 ; 52 : 70-74 (in Ukrainian).

11. Hihiienichni vymohy do vodopytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudynoiu : HСанPyN 2.2.4-171-10 [Hygienic Requirements to Drinking Water for Human Consumption : Sanitary Rules and Norms2.2.4-171-10]. Available at : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (in Ukrainian).

12. Hryhorenko L.V., Shevchenko A.A. Effects of Poor Potable Water Quality on the Health of Peasants — Inhabitants of Dnepropetrovsk Rural Settlements (by the Sociological Survey and Results of Own Research). Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing ; 2016 : 101 p. Available at : <http://dnb.d-nb.de>.

13. Grigorenko L.V. Aktualnye problemy transportnoi meditsiny. 2015 ; 4 (42-2) : 42-46 (in Russian).

Надійшла до редакції 14.02.2016