

УДК [556.114:574.63] (285.33)

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ РЕГІОНУ В УМОВАХ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА

Р. В. Пономаренко

Національний університет цивільного захисту України
вул. Чернишевського, 94, м. Харків, 61023, Україна. E-mail: ponomar49@yandex.ru

На прикладі Карачунівського водосховища показано вплив підвищеного вмісту солей жорсткості, сульфат-іонів і загального солевмісту на якість питної води, виготовленої в умовах діючої станції водопідготовки. Розглянуто можливі шляхи зниження вмісту у воді солей жорсткості, сульфат-іонів і загального вмісту солей до рівня нормативних значень (термічний, реагентний та іонообмінний способи). Виявлено, що тільки застосування карбонат натрію разом із штатним коагулянтном дозволяє знизити вміст солей жорсткості до нормативного рівня. За результатами теоретичних узагальнень, експериментальних і прикладних досліджень підвищено рівень екологічної безпеки питного водопостачання регіону за рахунок розробки та реалізації технічних рішень підготовки питної води з поверхневого джерела в умовах його незадовільного екологічного стану.

Ключеві слова: поверхневі джерела, іонні домішки, забруднення, іонний обмін, питна вода.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА

Р. В. Пономаренко

Национальный университет гражданской защиты Украины
ул. Чернышевского, 94, г. Харьков, 61023, Украина. E-mail: ponomar49@yandex.ru

На примере Карачуновского водохранилища показано влияние увеличенного содержания солей жесткости, сульфат-ионов и общего соледержания на качество питьевой воды, изготовленной в условиях действующей станции водоподготовки. Рассмотрены возможные пути снижения содержания в воде солей жесткости, сульфат-ионов и общего содержания солей до уровня нормативных значений (термический, реагентный и ионообменный способы). Выведено, что только применение карбоната натрия вместе со штатным коагулянтном позволяет снизить содержание солей жесткости до нормативного уровня. По результатам теоретических обобщений, экспериментальных и прикладных исследований повышен уровень экологической безопасности питьевого водоснабжения региона за счет разработки и реализации технических решений подготовки питьевой воды из поверхностного источника в условиях его неудовлетворительного экологического состояния.

Ключевые слова: поверхностные источники, ионные примеси, загрязнение, ионный обмен, питьевая вода.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Основні проблеми екологічної безпеки, що стосуються гідросфери планети, пов'язані із забезпеченням населення якісною питною водою. Експертами ВОЗ встановлено, що причиною 80 % усіх хвороб у світі є порушення санітарно-гігієнічних [1] і екологічних норм забезпечення населення питною водою та її незадовільною якістю. Ця проблема є актуальною і для України. Слід також зазначити, що специфіка питного водопостачання в Україні полягає в тому, що близько 70 % усієї питної води, що споживається на її території, виготовляється з поверхневих джерел і залежить від рівня екологічного навантаження на них [2].

Карачунівське водосховище (КВ), що створене на злитті річок Інгулець, Бічна і Боковенька, які протікають по території Кіровоградської та Дніпропетровської областей, має об'єм понад 300 млн. м³. Виготовлення питної води з цього водосховища та її споживання відбувається в м. Кривий Ріг (Дніпропетровська область). Виходячи з високого вмісту у воді водосховища солей жорсткості, сульфат-іонів і загального солевмісту, а також неспроможності існуючої технології

водопідготовки питної води досягти встановлених норм за цими показниками, рішенням Держспоживстандарту України було надано дозвіл Карачунівському водопровідному комплексу (КВК) на використання водопровідної води господарсько-питного призначення з відхиленням від вимог стандарту за цими показниками, що, безумовно, негативно впливає на стан здоров'я населення. Тому вирішення питання щодо виробництва питної води необхідної якості на цьому комплексі є стратегічно важливим завданням.

Метою роботи є розробка технічних рішень (ТР) підготовки питної води при її виготовленні з поверхневого джерела в умовах його незадовільного екологічного стану.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. На сьогоднішній день в Україні більшість існуючих станцій підготовки питної води працюють за наступною технологією обробки води поверхневого джерела: – фільтрація, – знезараження, – коагуляція, – відстоювання, – фільтрування, – знезараження (частіше за все хлорування) [3].

Зниження вмісту у воді солей жорсткості, сульфат- іонів і загального вмісту солей до рівня нормативних значень, може здійснюватися термічним, реагентним або іонообмінним способами [4].

Реагентні методи обробки води, частіше за все, забезпечує перехід іонів кальцію і магнію у вихідній воді у тверду фазу у вигляді важкорозчинних сполук $CaCO_3$ і $Mg(OH)_2$, які в подальшому легко затримуються на механічних фільтрах. Для цього вихідну воду обробляють реагентами-осаджувачами, які містять у своєму складі карбонат-, гідрокарбонат- або гідроксил-іони (Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $NaOH$ і $Ca(OH)_2$) [4].

Для зниження вмісту солей жорсткості у воді КВ на стадії коагуляції були випробувані різноманітні реагенти: карбонат натрію – Na_2CO_3 , гідрокарбонат натрію – $NaHCO_3$, фосфат натрію – Na_3PO_4 , фторид натрію – NaF , сульфат заліза (II) – $FeSO_4$ та їх різноманітні композиції. Тільки застосування Na_2CO_3 разом із штатним коагулянтом дозволяло знизити вміст солей жорсткості до нормативного рівня ($< 7,0$ мг-екв/дм³) [5]. Проведені дослідження дозволили визначити, що при концентрації карбонату натрію на рівні 700 мг/дм³, досягається максимально стабільна ефективність виведення іонів кальцію у тверду фазу на рівні 45 % (рис. 1), і загальний вміст солей жорсткості досягає нормативного рівня.

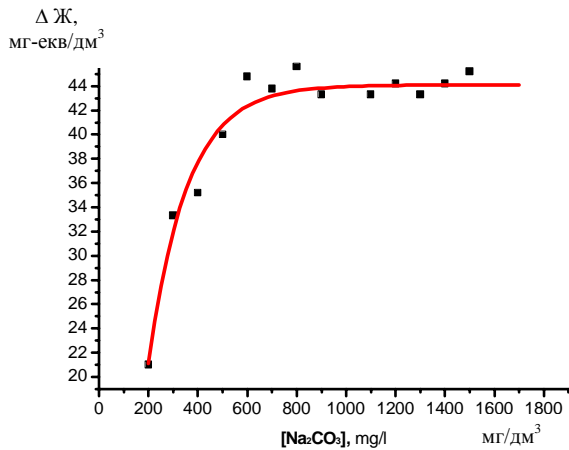


Рисунок 1 – Ефективність виведення з вихідної води Карачунівського водосховища солей жорсткості залежно від концентрації карбонату натрію введеної на стадії коагуляції

За умов відсутності інших джерел водопостачання та, оскільки вода КВ була класифікована як вода 4 класу, крім коагуляції, було запропоновано використання методу іонного обміну для виведення іонних домішок. Встановлено, що використання даного методу дозволяє довести рівень іонних домішок у воді КВ до нормативного в процесі підготовки питної води [6]. Як іонообмінні смоли використовували сильнокислотний катіоніт вітчизняного

виробництва КУ-2-8, сильно-лужний аніоніт АВ-17-8 та слабколужний аніоніт АН-31 (сертифіковані для питного водопостачання).

Мінімальні значення концентрацій усіх домішок, що контролювалися, досягалися при реалізації наступної послідовності стадій обробки води: 1) коагуляція із додаванням 700 мг/дм³ Na_2CO_3 ; 2) катіонування (КУ-2-8); 3) аніонування (АВ-17-8). Але в цьому випадку кінцеве значення рН води (рН=10,46) перебільшує допустиме для питної води значення (рН=6,5-8,5). Уникнути цього недоліку можливо за рахунок підкислення води мінеральною кислотою, що припустимо. Іншим шляхом корегування рН питної води може бути поєднання відповідних об'ємів води з різних стадій обробки у чітко визначеному співвідношенні.

Задля уникнення процесу газоутворення на стадії аніонування, було запропоновано проведення декарбонізації після стадії катіонування. Як апарат для процесу декарбонізації доцільно використовувати прямоточний щільний декарбонізатор струминного типу (ДКС), призначений для видалення з води вільної вуглекислоти і розчиненого CO_2 .

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень розроблена принципова технологічна схема підготовки питної води в умовах незадовільного екологічного стану природного поверхневого джерела водопостачання (рис. 2).

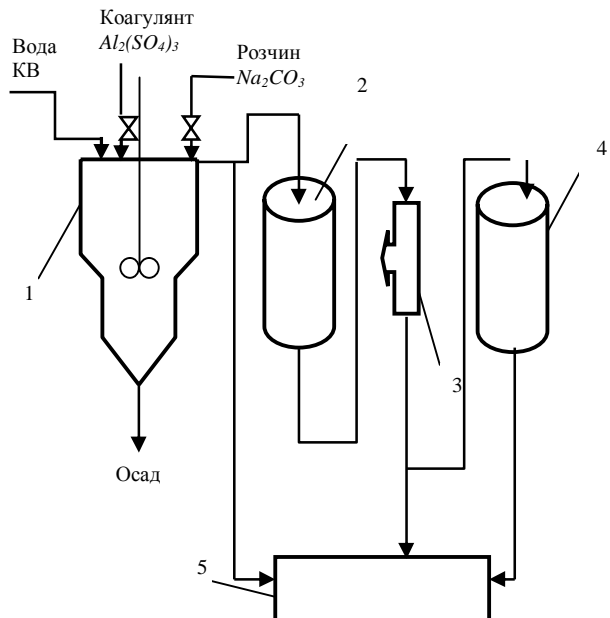


Рисунок 2 – Принципова схема технічних рішень підготовки питної води високої якості: 1 – освітлювач ВТИ; 2 – катіонітовий фільтр; 3 – струминний декарбонізатор; 4 – аніонітовий фільтр; 5 – резервуар питної води

Таким чином, запропоновані ТР, що

реалізуються за наведеною схемою, на відміну від схеми традиційних ТР, що використовуються на більшості діючих станцій водопідготовки в Україні, дозволяє забезпечити досягнення норм екологічної безпеки щодо якості питної води підготовленої в умовах незадовільного стану поверхневого джерела

водопостачання. Ефективність запропонованих ТР підтверджена експериментально (табл. 1).

Основні економічні розрахунки впровадження ТР при підготовці питної води на КВК наведені у табл. 2.

Таблиця 1 – Значення основних показників якості вихідної води КВ і питної води в умовах КВК і води високої якості, виготовленої за розробленими ТР

Типи води	Показники				
	pH ₀	Ж _{ових.} , ммоль/дм ³	[SO ₄ ²⁻] _{вих.} , мг/дм ³	С/З вих., мг/дм ³	Манган, мг/дм ³
Вихідна вода КВ	8,25	11,4	556	1246	0,1–0,5
Питна вода, виготовлена КВК	7,96	11,4	556	1246	0,1–0,5
Питна вода, ДСанПіН 2.2.4-171-10	6,5–8,5	≤ 7,0	≤ 500	≤ 1000	≤ 0,05
Питна вода за дозволом Держспоживстандарту України для КВК	6,5–8,5	< 15	< 700	< 1700	≤ 0,5
Питна вода, підготовлена при використанні розроблених технічних рішень	7,64	6,05	314	897	≤ 0,05

Таблиця 2 – Основні економічні показники запропонованих технічних рішень

Показник	ТР
Витратна частина	
Вартість обладнання, тис. грн.	13685,448
Вартість матеріалів, тис. грн.	1564,05
Вартість реагентів, тис. грн.	29091,75
Експлуатаційні витрати, тис. грн.	5562,155
Невраховані витрати, тис. грн.	4161
УСЬОГО ВИТРАТИ, тис. грн.	45773,72
Прибуткова частина	
Об'єм реалізації питної води високої якості, м ³ /добу	5000
Річний об'єм реалізації питної води високої якості, м ³	1670000
Ціна питної води високої якості, грн./дм ³	0,3
Річний прибуток від реалізації, тис. грн.	50100

ВИСНОВКИ. Таким чином, за результатами теоретичних узагальнень, експериментальних і прикладних досліджень досягнуто мету роботи, а саме, підвищено рівень екологічної безпеки питного водопостачання регіону за рахунок розробки та реалізації ТР із забезпечення населення якісною питною водою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Чинний від 2010-06-01]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. – 89 с. – (Державні санітарні норми та правила).
2. Закон України Про загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 рр. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2005, N 15, ст. 243.
3. Линник П.Н. Причины ухудшения качества воды в Киевском и Каневском водохранилищах // Химия и технология воды. – 2003. – Т. 25, № 3. – С. 384–403.
4. Белан Ф.И. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1980. – 256 с.
5. Слепцов Г.В., Ибрагимов Р.Б. Экологические технологии умягчения воды // Збірка доповідей Міжнародного конгресу „ЕВТЕВК – 2007”, Україна, Крим, м. Ялта 22-26 травня 2007 р. – С. 100–103.
6. Пономаренко Р.В. Підготовка питної води високої якості в умовах погіршення екологічного стану поверхневого джерела // Екологічна безпека. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Вип. 2/2011(12). – С. 84–86.

IMPROVE ENVIRONMENTAL SAFETY DRINKING WATER POLLUTION IN THE REGION SURFACE SOURCES

R. Ponomarenko

National University of Civil Protection of Ukraine

vul. Chernyshevsky, 94, Kharkov, 61023, Ukraine. E-mail: ponomar49@yandex.ru

The article is an example Karachunivskoho reservoir shows the effect of increased salinity hardness, sulfate ions and total salt content on the quality of drinking water produced in the existing water treatment plant. Possible ways of reducing the amount of water hardness, sulfate ions and total salt content to the level of normative values (thermal,

reagent and ion exchange methods). Revealed that only use Na_2CO_3 together with regular coagulant reduces the salt content of rigidity to the required level. According to the results of theoretical generalizations, experimental and applied research increased level of environmental safety of drinking water of the region through the development and implementation of technical solutions of drinking water from surface sources, in terms of its poor ecological condition.

Key words: surface sources, ionic impurities, pollution, ion exchange, drinking water.

REFERENCES

1. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: PHealthRandR 2.2.4-171-10. - [Effective from 01.06.2010]. - K.: The Ministry of Health of Ukraine, 2010. - 89 p. - (State sanitary rules and regulations). [in Ukrainian]
2. Law of Ukraine on State Programme "*Drinking Water of Ukraine*" for 2006-2020 VVR (BD), 2005, N 15, article 243. [in Ukrainian]
3. Linnik PN Causes uhdshenyaya quality of water in the Kiev and Kanevskom reservoirs // *Chemistry and Technology of water*, 2003, v. 25, № 3, p. – 384–403. [in Russian]
4. Belan FI Vodopodhotovka. – M.: Energy, 1980. – 256 p. [in Russian]
5. Sleptsov GV, RB Ybrahymov EcoTechnologies umyahchenyya water // Build the reports of the International congress "*EVTEVK - 2007*", Ukraine, Crimea, Yalta, 22-26 May 2007, p. 100 –103. [in Ukrainian]
6. Ponomarenko R.V. Preparation of water quality deterioration in ecological status of surface source // Scientific journal «*Environmental Security*», Kremenchug National University Michael Ostrogradskiy – Kremenchug: KrNU, 2011. – Iss. 2/2011 (12). – Pages 84–86. [in Ukrainian]

Рекомендовано до друку к.т.н., доц. Бахаревим В.С.