

УДК 628.1.033:628.196

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ НА ВОДОПРОВІДНИХ СПОРУДАХ КП «ЖИТОМИРВОДОКАНАЛ»

І. Л. Башинська

e-mail: bashinskaya77@ukr.net

Житомирський національний агроекологічний університет,
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

В статті наведено екологічну оцінку ефективності очищення питної води на водопровідних спорудах комунального підприємства «Житомирводоканал» і виявлено, що традиційні технології водопідготовки – одноступенева та двоступенева схеми очищення питної води технічно застаріли, оскільки не забезпечують повне очищення поверхневої води від таких забруднюючих речовин, як марганець, фітопланктон та перманганатна окиснюваність, а також є зовсім неефективними в підготовці питної води у теплий період року (з середини весни до середини осені), оскільки залишкові концентрації сполук хлороформу, перманганатної окиснюваності, марганцю, залишкового алюмінію, все ж лишаються присутніми у «питній воді» у понаднормативних концентраціях. Існуючі традиційні технології можливо використовувати тільки за умови їх удосконалення, з обов'язковим урахуванням постійного погіршення якості поверхневої води у водосховищі «Відсічне», оскільки встановлено, що така якість, особливо у літній час, за деякими показниками не відповідає нормативам СанПіНу 4630-88 (Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення). Це стосується таких показників органічного забруднення, як біологічне споживання кисню і хімічне споживання кисню, токсикологічних показників – залізо загальне і марганець та органолептичного показника – каламутність. Відповідно ж до класифікації якості поверхневих вод – джерел централізованого питного водопостачання ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості та правила вибирання» якість поверхневої води із встановленими відхиленнями від норми відноситься до 3–4 класу. Наявна кількість фітопланктону у водосховищі також відносить якість води до 4 класу, що, в свою чергу, ускладнює процес очищення води за традиційними технологіями.

Ключові слова: якість питної води, якість поверхневої води, технологічний процес, схема очищення води, водосховище, вода підготовка.

Постановка проблеми

Наразі водопідготовка питної води майже на всіх водопостачальних підприємствах України наближується до критичного стану, оскільки традиційні технології, які використовуються, вже давно застаріли. Якщо їх і удосконалюють, то не комплексно, а тільки шляхом запровадження нових технологічних засобів або реагентів (коагулянтів, флокулянтів, матеріалів завантажень фільтрів, незаражувальних засобів тощо). В умовах сьогодення якість водопровідної питної води є питанням особливої уваги, а проблема забезпечення якісною питною водою віднесена Всесвітньою організацією охорони здоров'я до найважливіших шести проблем, що потребують негайного вирішення. Перш за все, саме безпечність питного водопостачання є однією з надважливих складових безпеки та розвитку нашого суспільства, оскільки негативний техногенний вплив людської діяльності на водні об'єкти, який не поєднується із природоохоронною та водоохоронною діяльністю, може призводити до того, що

існуючі технології приготування питної води стають неефективними у боротьбі із забрудненнями і, при цьому, знижується ефективність самих реагентів водопідготовки (коагулянту, флокулянту, хлору та інше)

Населення, яке користується послугами водопостачання, має можливість отримувати не просто «умовно чисту» воду, а продукт складних технологічних процесів і не завжди якісних. В результаті цих багатоступневих перетворень, питна вода може містити шкідливі залишкові домішки реагентів, що, в свою чергу, створюють проблему отримання питної води, яка шкодить здоров'ю людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження в області якості питної води, впливу некондиційної питної води на здоров'я населення, шляхів покращення технологій водопідготовки проводяться постійно. Висвітленням цих актуальних питань займаються такі вітчизняні вчені, як Гончарук В. В., Прокопов В. О., Сердюк А. М., Стрикаленко Т. В., Корінько І. В., Зоріна О. В., Кобилянський В. Я.,

Поліщук А. А. та інші. Особливу увагу останнім часом науковці приділяють дослідженню токсичних речовин (хлорорганічних сполук) у питній воді, які утворюються у процесі первинного хлорування поверхневої води хлорвмісними реагентами та визначенню шляхів і методів мінімізації утворення цих речовин. Також не залишаються без уваги науковців питання, пов'язані із проблемами впровадження ефективних технологій водопідготовки та організації водопостачання, оскільки поверхнева вода водосховищ, які побудовані на р. Дніпро та її притоках потерпає від постійного антропогенного навантаження та характеризується підвищеним вмістом органічних речовин і більшість водопостачальних підприємств потребують їх негайного вирішення.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень була екологічна оцінка ефективності технологічних процесів очищення питної води на водопровідних спорудах КП «Житомирводоканал».

Завдання полягало у аналізі ситуації, яка склалася з питною водою у м. Житомир та винайдені нових можливих шляхів покращення її стану.

Відбір проб води з водосховища «Відсічне» здійснювали 4 рази на місяць – кожного понеділка, відбір проб питної води здійснювали щоденно. Визначення показників якості води проводили за загальноприйнятими методиками: органолептичні показники: запах, кольоровість, каламутність вимірювалися за методикою – ГОСТ 3351-74; алюміній визначався за методикою – ГОСТ 18165-89; водневий показник рН – ДСТУ 4077-2001; загальна лужність – ГОСТ 23268.3-78; загальна жорсткість – ГОСТ 4151-72; залізо загальне – ГОСТ 4011-72; хлориди – ГОСТ 4245-72; окиснюваність перманганатна – ГОСТ 23268.12-91; фтор – ГОСТ 4386-89; сульфати – ГОСТ 4389-72; сухий залишок – ГОСТ 18164-72; фітопланктон – СТД-32-19-01; загальне мікробне число та загальні коліформи – МВ 10.2.1-113-2005; важкі метали – «Методика виконання вимірювань масової концентрації алюмінію, заліза, кадмію, кобальту, марганцю, міді, молібдену, нікелю, свинцю, стронцію, хрому та цинку у питній воді», для атомно-абсорбційного спектрофотометру «Сатурн-3-ПІ»; хлороформу – методичні

вказівки № 0052-98 «Газохроматографічне визначення тригалогенметанів (хлороформу) у воді». Оцінку якості питної води проводили шляхом порівняння фактичних даних із нормативами ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Для проведення екологічної оцінки ефективності процесу очищення питної води на водопровідних спорудах використовували середні дані моніторингового дослідження якості поверхневої води у водосховищі «Відсічне», хлорованої води з водоводу сирової води, питної води з резервуарів 5 тис.м³ та 20 тис.м³ за чотири різні періоди протягом року – жовтень 2016 року, січень, травень, серпень 2017 року. Всі дослідження проводилися в контрольно-вимірjuвальній лабораторії за додержанням санітарно-гігієнічних норм водопостачання КП «Житомирводоканал».

Результати досліджень

Функцію забезпечення питною водою м. Житомир здійснює КП «Житомирводоканал». Для цих цілей на р. Тетерів було споруджено два водосховища. Водосховища «Відсічне» та «Денеші» – поверхневі водойми, які є єдиними джерелами акумулювання значних об'ємів водних запасів для забезпечення водою населення та промисловості міста Житомир. Вони утворені в руслі маловодної річки Тетерів за допомогою гідротехнічних споруд.

1. Водосховище «Відсічне» побудоване в 1972 році. Об'єм водосховища становить 10,2 млн м³ води, площа водного дзеркала 320 га. Водосховище укріплено земляною греблею довжиною 373 м, максимальна висота якої становить 15 м.

2. Водосховище «Денеші» побудоване у 1974 році для сезонного регулювання стоку води та підживлення водосховища «Відсічне» в 25 км від м. Житомир вверх по р. Тетерів. Об'єм водосховища становить 12,925 млн м³ води, площа водного дзеркала 255,3 га. Водосховище укріплено греблею з залізобетонних блоків довжиною 101,6 м та висотою 22,0 м.

В умовах такої зарегульованості річки Тетерів, досягнення результату, а саме виробництва якісної питної води, з роками стає неможливим. За останні 10 років спостерігається щорічне погіршення якості поверхневої води у водосховищі «Відсічне» за низкою показників, а

само: кольоровість досягає 80–100 градусів, каламутність 12–16 мг/дм³, вміст марганцю 1,0–2,0 мг/дм³, особливо за гідробіологічними показниками (фітопланктон) – 1,5–2,0 млн клітин/дм³ (таблиця 1).

Відповідно до Санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення (СанПіН 4630-88), ГДК по марганцю (0,1 мг/дм³) у водному об'єкті господарсько-питного

водопостачання у водосховищі «Відсічне» перевищувала у 2014 році майже в 21 раз, у 2016 – у 12 разів, у 2017 – в 15 разів; по каламутності (0,25мг/дм³) перевищення ГДК складало у 2015 році в 62 рази, у 2016 – в 50 разів, у 2017 – в 52 рази. Така негативна ситуація, що склалася з якістю поверхневої води у водосховищі, напряду впливає на виготовлення питної води незадовільної якості.

Таблиця 1. Максимальні значення показників якості поверхневої води у водосховищі «Відсічне» за 2008–2017 рр.

№	Назва показника	Роки досліджень							
		2008	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Кольоровість, град	98	88	64	76	92	64	76	85
2	Каламутність, мг/дм ³	8,1	11,0	15,0	12,2	9,2	15,6	12,6	12,9
3	Марганець, мг/дм ³	1,287	1,183	1,18	1,056	2,058	1,42	1,19	1,46
4	Гідробіологічні показники, кількість клітин/дм ³	41290	92180	167680	407080	161780	837170	1836135	2022150

Система водопостачання міста Житомир включає в себе підйом, водопідготовку та транспортування питної води споживачам. Очищення та водопідготовка здійснюється на спорудах, які розташовані на станціях 1 та 2 підйомів з наступним транспортуванням питної води за допомогою розподільчої водопровідної мережі та чотирьох насосних станцій 3 підйому.

На 1 підйомі, який розташований в 6 км від м. Житомира в с. Побитівка, відбувається підйом води із водосховища «Відсічне», часткове її механічне очищення (речовин розміром 50 мікрон) на високошвидкісних фільтрах та первинне знезараження за допомогою рідкого хлору. Після цього вода по водоводах поступає на насосну станцію водопроводу 2 підйому, яка розташована на околиці Житомира для основного процесу водопідготовки. На очисних спорудах водопроводу діє дві схеми очищення води: одноступенева (ліва частина схеми) та двоступенева (права частина схеми), (рис. 1), [2].

Одноступенева схема очищення води представлена технологією очищення води на контактних освітлювачах. Проектна потужність схеми становить 100 тис. м³ води на добу і включає: повітря – ділильну камеру, водоприймальну камеру, 10 контактних

освітлювачів, 4 швидких фільтри, 2 резервуари питної води по 20 тис.м³.

Двоступенева схема очищення води представлена технологією очищення води на відстійниках та фільтрах. Проектна потужність схеми становить 70 тис.м³ води на добу, працює з 1965 року і включає наступні елементи: 2 вертикальних змішувача вихрового типу, 8 камер утворення пластівців вихрового типу, 8 відстійників, 16 швидких безнапірних фільтрів, 2 резервуарів питної води по 5 тис.м³.

Для досягнення якості питної води, яка б відповідала санітарним нормам ДСанПіНу 2.2.4-171-10 (Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»), [1] у процесі водопідготовки на очисних спорудах водопроводу КП «Житомирводоканал» використовуються наступні реагенти: коагулянт гідроксихлорид алюмінію «Полвак-40» або коагулянт на основі алюмінію SVK Aqua 13/65, флокулянт на основі поліакриламіді EXTRA FLOCK P-70, рідкий хлор для первинного хлорування (використовується на першому підйомі для знезараження води та окислення марганцю) та гіпохлорит натрію для вторинного хлорування.

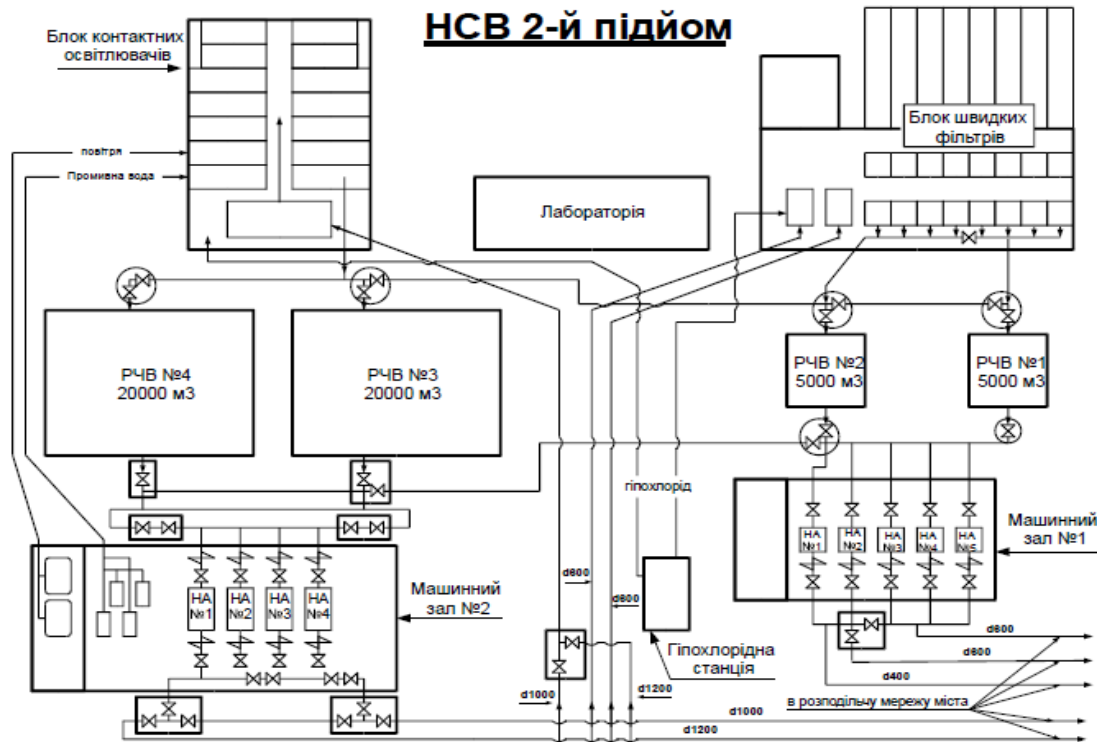


Рис. 1. Схема технологічного процесу водопідготовки на очисних спорудах водопроводу КП «Житомирводоканал»

За результатами досліджень (таблиці 2, 3) встановлено, що поверхнева вода, яка відбиралася з водосховища «Відсічне» в літній – осінній період, не відповідала нормативам СанПіНу 4630-88 за низкою показників, а саме: значення біологічного споживання кисню коливалося в межах 5,21–7,6 мгО₂/дм³ (норма не більше 3 мгО₂/дм³), хімічне споживання кисню – 40,0–60,0 (норма не більше 15 мгО₂/дм³), залізо – 0,37–0,48 (норма 0,3 мг/дм³), марганець – 0,216–0,66 (норма 0,1 мг/дм³), каламутність – 7,42–9,9 (норма 0,25 мг/дм³). Кількість фітопланктону, хоч і не нормується у водосховищі за СанПіНом 4630-88, за ДСТУ 4808:2007 встановлена

кількість фітопланктону вказує на те, що джерело водопостачання відноситься до 4 класу якості води (>100 тис. клітин/дм³). Наявність фітопланктону у великих кількостях, у результаті, призводить до збільшення концентрації марганцю у поверхневій воді та ускладнює технологічний процес очищення питної води.

Перевищення ГДК по БСК_п у 1,7–2,5 разів та ХСК у 2,7–4 рази свідчить про інтенсивні процеси евтрофікації у джерелі водопостачання через зарегульованість водотоку греблями та забруднення органічними сполуками.

Таблиця 2. Середньомісячні результати дослідження якості води за жовтень 2016 року, січень 2017 року

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Водосховище Відсічне	Водовод сирової води	PЧВ 5000м ³	PЧВ 20000м ³	Водосховище Відсічне		PЧВ 5000м ³	PЧВ 20000м ³	ДСанПіН 2.2.4-171-10
							Жовтень 2016 року	Січень 2017 року			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Запах	якісно/бал	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	≤2
2.	Кольоровість	градуси	56	35	7	6	36	32	6	6	≤20(35) ¹
3.	Каламутність	мг/дм ³	9,9	8,5	1,3	1,5	3,9	4,0	1,0	1,0	≤0,58 (2,03) ¹

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	Водневий показник, рН	одиниці рН	8,42	7,13	6,88	6,93	7,57	7,16	7,13	7,18	6,5-8,5
5.	Лужність загальна	ммоль / дм ³	2,1	1,7	1,4	1,5	2,7	2,4	2,2	2,3	не визнач.
6.	Жорсткість загальна	ммоль / дм ³	3,4	3,3	3,3	3,3	3,6	3,6	3,6	3,6	≤7,0 (10,0) ¹
7.	Хлориди	мг / дм ³	23,0	30,6	44,1	43,3	26,9	33,2	39,3	38,6	≤250,0
8.	Окиснюваність (KMnO ₄)	мг / дм ³	10,08	9,9	6,01	6,63	7,36	7,6	5,63	5,9	≤5,0
9.	Залізо загальне	мг / дм ³	0,48	0,27	0,13	0,14	0,27	0,14	0,12	0,1	≤2,0 (1,0) ¹
10.	Алюміній	мг / дм ³	<0,04	не визнач.	0,194	0,188	<0,04	не визнач.	0,31	0,23	≤0,2 (0,5) ²
11.	Фтор	мг / дм ³	0,18	0,18	0,07	0,09	0,17	0,17	0,11	0,08	≤0,7
12.	Сухий залишок	мг / дм ³	171,0	не визнач.	183,0	177,0	185,0	не визнач.	231,0	201,0	≤1000,0
13.	Сульфати	мг / дм ³	27,98	не визнач.	34,24	29,62	38,68	не визнач.	36,87	32,26	≤250,0
14.	Хлороформ	мг / дм ³	відс.	0,085	0,167	0,16	відс.	0,03	0,036	0,034	≤0,06
15.	Марганець	мг / дм ³	0,216	0,14	0,014	0,019	0,139	0,136	0,059	0,051	≤0,05 (0,5) ¹
16.	Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	11,76	не визнач.	не визнач.	не визнач.	8,7	не визнач.	не визнач.	не визнач.	-
17.	БСК _п	мгО ₂ /дм ³	7,6	не визнач.	не визнач.	не визнач.	4,5	не визнач.	не визнач.	не визнач.	-
18.	ХСК	мгО/дм ³	60,0	не визнач.	не визнач.	не визнач.	20,0	не визнач.	не визнач.	не визнач.	-
19.	Загальне мікробне число	КУО/см ³	76	3	1	4	614	11	4	3	≤100
20.	Загальні коліформи (лактозопозитивні кишкові бактерії)	КУО/дм ³	360	відс.	відс.	відс.	780	відс.	відс.	відс.	відс.
21.	Фітопланктон	тис. клітин/ дм ³	640115	290343	23398	29325	90976	116342	12239	10893	не нормується

Таблиця 3. Середньомісячні результати дослідження якості води за травень, серпень 2017 року

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Водосховище Відсічне	Водовод сирової води	РЧВ 5000м ³	РЧВ 20000м ³	Водосховище Відсічне	Водовод сирової води	РЧВ 5000м ³	РЧВ 20000м ³	ДСанПін 2.2.4-171-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Запах	якісно/бал	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	осл/1	≤2
2.	Кольоровість	градуси	38	33	10	13	38	49	13	21	≤20(35) ¹
3.	Каламутність	мг/дм ³	2,4	2,7	0,6	0,8	7,42	7,1	0,88	1,37	≤0,58 (2,03) ¹
4.	Водневий показник, рН	одиниці рН	7,97	7,28	7,14	7,25	7,32	6,75	6,64	6,69	6,5-8,5
5.	Лужність загальна	ммоль / дм ³	2,6	2,3	2,2	2,2	2,28	2,1	1,9	2,0	не визнач.
6.	Жорсткість загальна	ммоль / дм ³	3,9	3,7	3,6	3,7	3,375	3,48	3,4	3,46	≤7,0 (10,0) ¹
7.	Хлориди	мг / дм ³	17,33	24,5	30,9	29,9	15,73	21,79	32,33	31,04	≤250,0
8.	Окиснюваність (KMnO ₄)	мг / дм ³	9,34	8,67	6,78	6,66	11,36	9,29	5,99	5,72	≤5,0
9.	Залізо загальне	мг / дм ³	0,35	0,19	0,1	0,11	0,3725	0,2227	<0,1	<0,1	≤2,0 (1,0) ¹
10.	Алюміній	мг / дм ³	<0,04	не визнач.	0,3	0,21	<0,04	не визнач.	0,1173	0,1131	≤0,2 (0,5) ²
11.	Фтор	мг / дм ³	0,17	0,17	0,09	0,1	0,21	0,21	0,13	0,17	≤0,7
12.	Сухий залишок	мг / дм ³	221,0	не визнач.	225,0	216,0	219,0	не визнач.	244,0	239,0	≤1000,0
13.	Сульфати	мг / дм ³	45,27	не визнач.	37,2	37,81	40,16	не визнач.	39,67	40,65	≤250,0
14.	Хлороформ	мг / дм ³	відс.	0,095	0,125	0,121	відс.	0,074	0,088	0,1	≤0,06

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15.	Мідь	мг / дм ³	<0,001	не визнач.	<0,001	<0,001	0,003	не визнач.	0,001	0,002	≤1,0
16.	Марганець	мг / дм ³	0,155	0,169	0,026	0,04	0,66	0,66	0,21	0,2	≤0,05 (0,5) ¹
17.	Молібден	мг / дм ³	0,034	не визнач.	0,008	0,009	0,023	не визнач.	0,006	0,008	≤0,07
18.	Цинк	мг / дм ³	0,038	не визнач.	0,08	0,013	0,02	не визнач.	0,007	0,009	≤1,0
19.	Свинець	мг / дм ³	0,001	не визнач.	<0,001	<0,001	<0,001	не визнач.	<0,001	<0,001	≤0,01
20.	Хром	мг / дм ³	<0,001	не визнач.	<0,001	<0,001	<0,001	не визнач.	<0,001	<0,001	≤0,05
21.	Кадмій	мг / дм ³	<0,0001	не визнач.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	не визнач.	<0,0001	<0,0001	≤0,001
22.	Нікель	мг / дм ³	0,003	не визнач.	0,001	0,002	0,008	не визнач.	0,005	0,005	≤0,02
23.	Кобальт	мг / дм ³	0,007	не визнач.	0,003	0,003	0,009	не визнач.	0,006	0,006	≤0,1
24.	Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	8,28	не визнач.	не визнач.	не визнач.	4,1	не визнач.	не визнач.	не визнач.	-
25.	БСК _n	мгО ₂ /дм ³	2,09	не визнач.	не визнач.	не визнач.	5,21	не визнач.	не визнач.	не визнач.	-
26.	ХСК	мгО/дм ³	25,0	не визнач.	не визнач.	не визнач.	40	не визнач.	не визнач.	не визнач.	-
27.	Загальне мікробне число	КУО/см ³	36	4	1	3	764	3	4	11	≤100
28.	Загальні колі-форми (лактозопозитивні кишкові бактерії)	КУО/дм ³	315	відс.	відс.	відс.	4016	відс.	відс.	відс.	відс.
29.	Фітопланктон	тис. клітин/дм ³	3684	1842	246	279	393999	354721	6479	5954	не нормується

1 – Норматив, зазначений у дужках, має право використовувати підприємство питного водопостачання до 1 січня 2020 року в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу, про що повинно бути зазначено у технологічному регламенті або іншому документі з описом технологічного процесу виробництва питної води.

2 – Норматив, зазначений у дужках, устанавлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній.

Вони можуть потрапляти у водойму із неочищеними та недостатньо очищеними стічними водами промислового, господарського-побутового та сільськогосподарського призначення, оскільки вздовж р. Тетерів вверх за течією розташовані присадибні ділянки, домогосподарства без систем каналізування, санаторій «Денеші» та невеликі приватні підприємства. Також органічні речовини у воді джерела водопостачання можуть утворюватися і шляхом природного вимивання з ґрунту гумусових кислот (гумінових та фульвокислот), розкладання водних організмів та водоростей. За вмістом важких металів у водосховищі, окрім марганцю, перевищень протягом року не спостерігалось. Вміст речовин, які характеризують мінеральний склад поверхневої води, був майже стабільним, окрім невеликого коливання в залежності від пори року. За

мікробіологічними показниками (загальне мікробне число та лактозопозитивні кишкові палички) якість відібраних проб води відповідала встановленим нормам СанПіНу 4630-88.

Після підйому води з водосховища «Відсічне» на 1 підйомі, вода проходить механічне очищення на ВШФ (високошвидкісних фільтрах), які обладнані набором решіток різного діаметру. Потім вода проходить процес знезараження хлорвмісним реагентом (первинне хлорування рідким хлором) і по водоводу сирі води прямує на очисні споруди 2 підйому. Як свідчать дані таблиць 2 та 3, у поверхневій воді водосховища хлороформ був відсутній, марганець був в межах 0,139–0,66 мг/дм³, значення водневого показника рН складало 7,32–8,42. Після первинного хлорування в обробленій воді у водоводі спостерігається незначне зниження значення рН

води, що у наступному може призвести до пошкодження механічного обладнання, корозії трубопроводів та негативних змін в технології очищення води. Вже з'являється хлороформ і становить в межах 0,03–0,095 мг/дм³ в залежності від пори року та дози хлору, яка використовувалася при первинному хлоруванні. Виникнення хлороформу підтверджує той факт, що при взаємодії вільного хлору з органічними речовинами, які містяться у воді, утворюються леткі хлорорганічні сполуки (ХОС). Кількість утворених ХОС залежить, насамперед, від концентрації природних органічних сполук у природній воді джерела водопостачання, дози хлорвмісного реагенту, часу його контакту з водою та інше [3, 4]. Концентрація марганцю після первинного хлорування веде себе по різному, в деяких випадках вона зменшується в 1,5 раза (жовтень), в січні та серпні – майже не змінна, в травні – збільшилася. Така ситуація може свідчити лише про те, що на 1 підйомі існує проблема з точним дозуванням хлору.

При потраплянні обробленої води на очисні споруди 2 підйому вода проходить вторинне хлорування гіпохлоритом натрію. Після цього одна порція води поступає на споруди одноступеневої технології очищення (контактні освітлювачі), друга порція на двоступеневу технологію (відстійники та фільтри).

Нашим дослідженням встановлено (таблиці 2 та 3), що питна вода після її очищення на спорудах водопроводу, за органолептичними показниками, вмістом речовин групи азоту, важких металів, алюмінію, мікробіологічними показниками та показниками, що характеризують мінеральний склад питної води (лужність загальна, жорсткість загальна, хлориди, залізо загальне, фтор, сухий залишок, сульфати) відповідає встановленим нормативам ДСанПіНу 2.2.4-171-10. Водневий показник рН,

хоч і знаходиться в межах норми в двох резервуарах, але значення дуже низьке і наближається до нижньої межі норми (6,5). Це свідчить про надмірне використання в технології хлору, оскільки хлор підкислює воду та знижує її рН.

Проблемними в даному дослідженні виявилися такі показники, як перманганатна окиснюваність (ПО) та хлороформ. Перевищення встановлені і в РЧВ 5000м³, і в РЧВ 20000м³. По ПО перевищення становлять у 1,2–1,5 разів (восени та навесні) та в 1,1–1,2 рази (зимою та літом).

Якщо ПО є інтегральним показником і ніяк не впливає на організм людини при вживанні води з перевищенням за ПО, то показник хлороформу є токсикологічним показником, належить до 2 класу небезпеки шкідливості і володіє високими канцерогенними властивостями, виявляє токсичні, мутагенні ефекти та має високу біопроникність. Середній вміст хлороформу у питній воді коливається від 0,088 до 0,167 мг/дм³ (весна-літо-осінь), перевищення становить в жовтні – в 2,8 раза, в травні – у 2,1 раза, в серпні – в 1,7 раза.

Ситуація з якістю питної води на КП «Житомирводоканал» дуже нестабільна і варіюється в часі. Вона залежить, перш за все, від пори року та якості вхідної поверхневої води. Чим гірша якість поверхневої води, тим менша можливість її очищення до нормативних вимог ДСанПіНу 2.2.4-171-10 на існуючих водопровідних спорудах. Проаналізований нами період засвідчує про неефективність очищення води на спорудах водопроводу. Додатково, в таблиці 4 представлені дані якості питної води за 2013–2017 роки, в яких зафіксовані максимальні перевищення за такими показниками, як залишковий алюміній, марганець та хлороформ [5].

Таблиця 4. Дані моніторингового дослідження якості питної води за деякими показниками за 2013–2017 рр.

Назва показника	Роки досліджень									
	2013		2014		2015		2016		2017	
	мін значення	макс значення	мін значення	макс значення	мін значення	макс значення	мін значення	макс значення	мін значення	макс значення
1. Залишковий алюміній, мг/дм ³	0,4	0,5	0,48	1,56	0,21	0,6	0,3	0,48	0,22	0,44
2. Марганець, мг/дм ³	0,047	0,343	0,053	0,27	0,03	0,146	0,104	1,237	0,058	0,783
3. Хлороформ, мг/дм ³	0,072	0,196	0,115	0,301	0,089	0,223	0,108	0,256	0,11	0,37

Висновки та перспективи подальших досліджень

Проаналізувавши всю зібрану інформацію, можна зробити наступну екологічну оцінку ефективності очищення питної води на водопровідних спорудах КП «Житомирводоканал». Традиційні технології водопідготовки – одноступенева та двоступенева схеми очищення питної води технічно застаріли, оскільки не справляються з повним очищенням поверхневої води від забруднюючих речовин марганцю, фітопланктону та перманганатної окиснюваності, а також є зовсім неефективними у підготовці питної води в теплий період року (з середини весни до середини осені), оскільки залишкові концентрації сполук хлороформу, перманганатної окиснюваності, марганцю, залишкового алюмінію присутні у «питній воді» у понад нормативних концентраціях. Необхідно вдосконалити існуючі схеми водопідготовки, шляхом запровадження в технологічну схему очищення води нових сучасних технологій та методів очистки води від хімічних, токсичних, канцерогенних забруднюючих речовин. Це такі методи:

- зменшення утворення хлороформу у питній воді попереднім вилучення з води органічних речовин за допомогою реагентів-окислювачів, а саме на 1 підйомі КП «Житомирводоканал» доцільно було б хлор замінити на інший реагент – окислювач, такий як перманганат натрію (торгова марка Carusol);

- зменшення дози хлору та застосування дробового хлорування на різних стадіях водопідготовки, можливе запровадження преамонізації;

- додатково ввести на 2 підйомі в технологію водопідготовки на останньому її етапі дозування порошкового вугілля або фільтрування питної води проводити через завантаження активованого вугілля для абсорбування залишкових концентрацій забруднюючих речовин та для покращення органолептичних властивостей питної води.

Лабораторні експерименти із впровадження нового реагенту-окислювача торгової марки Carusol та фільтруючого матеріалу в технологію водопідготовки вже проводилися на базі контрольно-виміральної лабораторії протягом 2015–2017 рр. і отримані позитивні результати, які будуть висвітлені в наступних публікаціях.

В подальших дослідженнях буде проведена санітарно-гігієнічна оцінка якості водопровідної

питної води на вміст хлороформу відповідно до вимог ДСанПіНу 2.2.4-171-10 та виявлений і оцінений вплив факторів, що призводять до його утворення.

References

1. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy (2010). Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl "Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoї dlia spozhyvannia liudynoiu": nakaz [On Approval of State Sanitary Norms and the rules "Hygienic requirements for drinking water, intended for human consumption"]. Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

2. Komunalne pidpriemstvo "Zhytomyrvodokanal" Zhytomyrskoi miskoi rady (2016). Tekhnolohichniy rehlyment ochysnykh sporud vodoprovodu KP «Zhytomyrvodokanal» [The technological regulation of the treatment facilities of the water supply system of the Communal Enterprise "ZhytomyrVodokanal"].

3. Prokopov, V. O. (2016). Pytna voda Ukrainy: medyko-ekolohichni ta sanitarno - hihienichni aspekty [Drinking water of Ukraine: medical-ecological and sanitary-hygienic aspects]. Kyiv: VSV «Medytsyna» [in Ukrainian].

4. Polischuk, A. A. & Goltsov, V. I. (2015). O problemah HOS pri obezzarazhivannii vody hlorsoderzhaschimi agentami [About the problems of HOS in disinfecting water with chlorine-containing agents]. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia*, 6, 8-13 [in Ukrainian].

5. Bashynska, I. L. (2018). Analiz yakosti vodoprovodnoi pytnoi vody m. Zhytomyr [Analysis of the quality of drinking water in Zhytomyr]. *Nauka. Molod. Ekolohiia-2018: zbirnyk materialiv XIV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (pp. 155-160). Zhytomyr: ZhDU im. I. Franka [in Ukrainian].

ENVIRONMENTAL ESTIMATION OF EFFICIENCY OF DRINKING WATER PURIFICATION ON PLAMBINGS BUILDING OF KP "ZHYTOMYROVODOKANAL"

I. Bashinskaya

e-mail: bashinskaya77@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University
Saryi Bulvar, 7, Zhitomir, 10008, Ukraine

The article gives an environmental assessment of the effectiveness of drinking water purification at the water supply facilities of the Utility Company «ZhytomyrVodokanal» and found that traditional water treatment technologies such as one-stage and

two-stage purification schemes for drinking water are technically outdated, as they do not provide complete cleaning of surface water from the pollutants such as manganese, phytoplankton and permanganate oxidation, as well as they are completely ineffective in the preparation of drinking water during the warm period of the year (from the middle of spring to mid-autumn), because many residual concentrations of chloroform compounds, permanganate oxidation, manganese, residual aluminum still remain present in "drinking water" in excess of regulatory concentrations. Existing traditional technologies can only be used if they are refined, with due consideration for the permanent deterioration of the surface water quality in the reservoir «Vidsichne». It has been established that such quality, especially in the summer, according to same indicators didn't measure up SanPiNu regulations 4630-88 (Sanitary rules and norms of surface waters protection from pollution). Thus applies to the indicators of organic pollution, such as biological oxygen consumption and chemical oxygen consumption, toxicological indices – total iron and manganese, and organoleptic index – turbidity. In accordance with the classification of surface water quality – sources of centralized drinking water supply DSTU 4808:2007 «Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for quality and selection rules», surface water quality with established deviation from the norm refers to class 3–4. The available amount of phytoplankton in the reservoir also relates the quality of water to grade 4, which in turn complicates the process of water purification according to traditional technologies.

Keywords: quality of drinking water, surface water quality, technological process, water purification plan, reservoir, water preparation.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ
ВОДЫ НА ВОДОПРОВОДНЫХ
СООРУЖЕНИЯХ
КП «ЖИТОМИРВОДОКАНАЛ»**

И. Л. Башинская

e-mail: bashinskaya77@ukr.net

Житомирский национальный
агроэкологический университет

бульвар Старый, 7, г. Житомир, 10008, Украина

В статье представлена экологическая оценка эффективности очистки питьевой воды на водопроводных сооружениях коммунального

предприятия «Житомирводоканал» и обнаружено, что традиционные технологии водоподготовки – одноступенчатая и двухступенчатая схемы очистки питьевой воды технически устарели, поскольку не обеспечивают полной очистки поверхностной воды от таких загрязняющих веществ, как марганец, фитопланктон и перманганатная окисляемость, а также являются совсем неэффективными в подготовке питьевой воды в теплый период года (с середины весны до середины осени), поскольку остаточные концентрации соединений хлороформа, перманганатной окисляемости, марганца, остаточного алюминия все-таки присутствуют в «питьевой воде» в концентрациях, которые превышают нормативные. Существующие традиционные технологии возможно использовать только при условии их усовершенствования, с обязательным учетом постоянного ухудшения качества поверхностной воды в водохранилище «Отсечное», поскольку установлено, что это качество, особенно в летнее время, по некоторым показателям не соответствовало нормативам СанПиНу 4630-88 (Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения). Это касается таких показателей органического загрязнения, как биохимическое потребление кислорода и химическое потребление кислорода, токсикологических показателей – железо общее и марганец, и органолептического показателя – мутность. В соответствии с классификацией качества поверхностных вод – источников централизованного питьевого водоснабжения ГСТУ 4808:2007 «Источники централизованного питьевого водоснабжения. Гигиенические и экологические требования к качеству и правила выбора» качество поверхностной воды с установленными отклонениями от нормы относится к 3–4 классу. Имеющееся количество фитопланктона в водохранилище также относит качество воды к 4 классу, что, в свою очередь, усложняет процесс очищения воды по традиционным технологиям.

Ключевые слова: качество питьевой воды, качество поверхностной воды, технологический процесс, схема очистки воды, водохранилище, водоподготовка.