

УДК 628.1.033: 661.94

В.Д.Рудь¹, Н.М.Гулієва¹, О.А. Дарюга²¹Луцький національний технічний університет¹²Полтавський технікум харчових технологій Національного університету харчових технологій

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ В СИСТЕМІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ

У статті дана оцінка існуючій системі водопостачання, проведені вибіркові лабораторні дослідження та проаналізовано технології водопідготовки питної води в системі індивідуального водокористування Волинської області.

Ключові слова: вода, озон, технологія, озонування, водопідготовка, водокористування, УФ-опромінення, ультразвук, активоване вугілля.

Забезпечення населення України якісною питною водою є однією з головних державних завдань, які набувають особливої актуальності у зв'язку з погіршенням загального екологічного стану та забрудненням водних об'єктів і джерел водопостачання.

Проблемі питного водопостачання населення країни приділяється величезна увага. Право громадян України на екологічно чисте природне середовище проживання та задоволення фізіологічних і господарсько-побутових потреб у воді закріплено законодавством України.

У зв'язку з цим безпека питного водопостачання стала однією з головних складових загальної екологічної безпеки населення України. Нормативне забезпечення централізованого водопостачання, спрямоване на виконання високих вимог до якості води, має охоплювати не тільки технічні і економічні, а й екологічні фактори. Разом з тим, стан поверхневих водних джерел погіршується і значні капітальні вкладення на реконструкцію діючих і будівництво нових систем очищення води в нинішніх економічних умовах в певній мірі ускладнюють можливість реалізації програми в найближчій перспективі.

У зв'язку з цим, розповсюдження в Україні набувають децентралізовані системи водопостачання, а в сільській місцевості єдиним джерелом питної води є артезіанські свердловини або колодязі...[4]

Однак вода з цих джерел містить мінеральні солі, які перевищують існуючі гранично допустимі норми. Спостерігається недопустимо високий рівень вмісту нітратів та надмірний вміст загального заліза [2].

Метою даної роботи є обґрунтування доцільності переходу від централізованого водопостачання до децентралізованого та індивідуального на підставі аналізу сучасних технологій водопідготовки.

В якості прикладу оцінки фактичного стану централізованого водопостачання обрано м. Нововолинськ Волинської області.

Для централізованого водопостачання міста Нововолинськ використовуються підземні (100%) води сенонського водоносного горизонту. Система водопостачання складається з двох водозаборів (21 свердловина) збудованих у 1954-1961 рр., двох насосних станцій II підйому та восьми резервуарів чистої води із збірного залізобетону загальним об'ємом 7400 м³, що складає 57,8% від добової подачі. На кожній насосній станції передбачено знезараження води хлоруванням. Загальна довжина трубопроводів у системі водопостачання складає близько 207,3 км.

Технологія водопідготовки води в місті Нововолинськ передбачає обробку видобутої води хлоруванням, інших методів очистки води, перед подачею у водопровідну мережу, не проводиться. Хлорування води здійснюється за допомогою хлораторів типу ЛОНІИ -100 КМ, вимірювання витрат хлору проводиться з допомогою ротаметрів, якими укомплектовані хлоратори.

Кількість залишкового хлору у воді перед подачею у мережу погодинно контролюється машиністами насосних установок водозаборів. Хлорування видобутої води безперебійне, і здійснюється шляхом подачі хлорної води безпосередньо у резервуари з чистою водою. Хлор контактує з водою в резервуарах Північного водозабору – не менше 6 годин, кількість залишкового хлору в 1-ій водозабірній точці $0,3 \pm 0,5$ мг/л, а в кінцевих точках $0,14 \pm 0,014$ мг/л.

Згідно вимог санепідемстанції кількість залишкового хлору в 1-ому водозаборі збільшено до 0,7-1,2 мг/л).

Інших, окрім артезіанських свердловин, джерел водопостачання місто Нововолинськ не має.

Для оцінки якості води у водозаборах було проведено лабораторні дослідження води зі свердловин і на виході в систему (тобто води, що надходить до споживачів).

Ступінь забруднення водних джерел визначається концентрацією у воді шкідливих домішок, яка оцінюється вимогами різних галузей народного господарства. Найбільш жорсткими є вимоги господарсько-питного і культурно-побутового водокористування, в зв'язку з небезпекою для здоров'я населення або погіршенням санітарних умов життя. На побутовому рівні якість води оцінюється просто, ми знаємо, що чиста вода повинна бути прозорою, безбарвною і без сторонніх запахів. Але наявність небезпечних домішок, мікроорганізмів, може і не проявлятися на зовнішньому вигляді води, тому сиру воду, так само як і воду із-під крану пити небезпечно.

Дослідження якості води проводили в лабораторії КП «Нововолинськводоканал», лабораторії КП «Луцькводоканал» та в Екологічній лабораторії ЛНТУ за органолептичними та мікробіологічними показниками. В м. Нововолинськ зразки води брали зі свердловин Південного водозабору в кількості – 10 та Північного водозабору – 11 (табл. 1, 2). У вигляді таблиці відображені показники якості у яких спостерігаються найбільші відхилення від стандарту (ДСанПін 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною") [6].

Таблиця 1

Показники якості питної води Південного водозабору

Назва водозабору № свердловини	Запах в балах		Присмак в балах	Кольорість в балах	Мутність, мг/лм ³	рН	Окислюваність	Аміак та іони аміаку	Нітрити, мг/лм ³	Нітрати, мг/лм ³	Жорсткість загальна	Сухий залишок, мг/лм ³	Хлориди, мг/лм ³	Сульфати, мг/лм ³	Залізо, мг/лм ³	Мідь, мг/лм ³	Фтор, мг/лм ³	Марганець, мг/лм ³	Лужність, мг екв/лм ³	Кальцій, мг екв/лм ³	Магній, мг екв/лм ³
	20°	60°																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Вихід в мережу	0	0	0	0	1,2	7,3	1,34	0,93	0,04	0,1	6,9	459,5	22,5	5,3	1,02	0,11	0,55	0,02	7,5	1,8	5,1
22	1	1	1	62	0	6,47	0,88	0,25	0,0001	0,04	11	642	19,5	127,4	1,1	0,11	0,63	0,022	7,4	9,6	1,4
23	1	1	1	0	0,67	6,68	0,4	0	0	0,28	5,9	291,5	7,5	12,5	0,12	0	0,36	0,01	6,5	5,6	0,3
24	1	1	1	0	0,3	6,9	0,4	0,22	0,038	0	7,7	527	15	64	0,37	0,078	0,53	0,014	7,5	4	3,7
103	1	1	1	17,5	0,87	7,0	0,72	1,05	0	0,04	6,3	471,5	11,5	23,5	0,95	0,19	0,88	0,016	8,0	2,4	3,9
104	1	1	1	28,5	2,4	7,09	2,24	0,97	0,03	0,03	6,8	479	18	37,2	1,61	0,35	0,86	0,02	7,0	4,8	2,0
262	1	1	1	21,0	1,0	6,75	0,64	0,91	0	0,11	6,8	494,5	17,0	5,9	0,61	0,06	0,53	0,02	7,5	5,4	1,4
20	1	1	1	0	1,93	6,58	1,6	0	0,02	0,47	6,3	436,5	13	11,5	1,0	0,06	0,45	0,02	7,1	5,4	1,3
352	2	2	2	46,0	0,4	6,8	5,44	2,3	0	0,06	7,4	518,5	35,5	5,5	0,88	0,13	0,54	0,2	8,2	6,0	0,6
896	1	1	1	0	2,03	6,79	1,12	1,57	0,002	0,006	6,5	553	16,5	10,6	1,03	0,12	0,57	0,3	8,1	6,0	0,5
897	1	1	1	32,5	0,017	7,02	1,2	1,66	0	0,04	6,4	489	21,0	9,4	0,88	0,22	0,76	0,019	8,7	2,4	4,0

Найбільш розповсюдженим елементом, що впливає на якість води, є залізо. Залізо досить важливе для організму людини і має вагомий вплив на функціонування всіх органів та систем. Явища отруєння залізом виражаються блювотою, діареєю (іноді з кров'ю), падінням артеріального тиску, параліч центральної нервової системи і запаленням нирок. При лікуванні залізом можуть розвинути запори, так як залізо зв'язує сірководень, що послаблює моторику кишечника. При недоліку заліза в організмі розвивається залізодефіцитна анемія (недокрів'я). Надлишок заліза в організмі може призвести до дефіциту міді, цинку, хрому і кальцію, а також до надлишку кобальту.

Показники якості питної води Північного водозабору

Назва водозабору № свердловини	Запах в балах		Присмак в балах	Кольористість в балах	Мутність, мг/л ³	РН	Окислювальність	Аміак та толи аміаку	Нітрити, мг/л ³	Нітрати, мг/л ³	Жорсткість загальна	Сухий залишок залишок, мг/л ³	Хлориди, мг/л ³	Сульфати, мг/л ³	Залізо, мг/л ³	Мідь, мг/л ³	Фтор, мг/л ³	Марганець, мг/л ³	Лужність, мг екв/л ³	Кальцій, мг екв/л ³	Магній, мг екв/л ³
	20°	60°																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Викід в мережу	0	0	0	3,5	0,63	7,35	0,56	0	0	0,59	7,0	430	13,5	7,4	1,4	0,047	0,54	0,02	7,5	5,4	1,6
00(405)	1	1	1	101	6,0	6,7	1,36	0,51	0,01	0,14	7,2	390	12,5	11,1	2,26	0,4	0,65	0,04	8,2	6,0	1,2
01(203)	1	1	1	11	3,7	6,9	4,72	0	0,001	0,14	7,5	370,5	8,0	10,0	0,74	0,17	0,39	0,01	7,4	5,6	1,9
02(404)	1	1	1	0	0	6,7	1,68	0	0,002	0,07	7,9	463	9,5	30,1	0,49	0,09	0,5	0,008	8,0	6,0	1,9
03(403)	1	1	1	0	0	6,72	1,92	0	0,002	0,03	7,1	440,5	6,5	13,5	0,24	0,07	0,449	0,004	8,1	6,0	1,1
12 "Біс"	2	2	2	21,5	2,13	6,95	0,64	0,44	0	0,04	7,0	456	11,0	20,3	1,36	0,1	0,81	0,03	7,9	6,0	1,0
286	<2	<2	<2	39,5	1,93	6,75	1,68	1,07	0	0	7	404	7,5	4,3	1,95	0,34	0,45	0,021	7,5	5,8	1,2
204	1	1	1	76,5	10,7	7,14	1,12	0,97	0,03	0,15	7,4	396,5	9,0	2,0	3,5	0,69	0,72	0,04	7,3	5,4	2,0
284	0	0	0	1	0,83	7,19	0,64	0	0	0,59	6,9	396,5	11,0	11,0	0	0,098	0,37	0,01	7,3	5,6	1,3
285	0	0	0	0	0	6,8	3,44	0	0,002	1,463	6,6	405	23,5	10,0	0,03	0,03	0,35	0,001	6,9	5,4	1,2
11	1	1	1	0	0,37	6,73	0,8	0	0,003	0,006	7,2	410,0	5,0	5,3	0,36	0,07	0,496	0,004	7,3	5,8	1,4
10	1	1	1	124	2,63	6,81	1,28	0,67	0,01	0,069	8,5	440,5	12,5	11,8	1,93	0,45	0,61	0,036	8,3	5,8	1,7

Аналіз результатів експерименту показує, що перевищення вмісту заліза в воді (як у самих свердловинах водозаборів так і на виході) є досить значним (рис. 1, 2). На діаграмах наведені дані тих свердловин, у яких вміст загального заліза значно перевищує допустиму норму, згідно діючого ДСанПіН 2.2.4-171-10 [6].

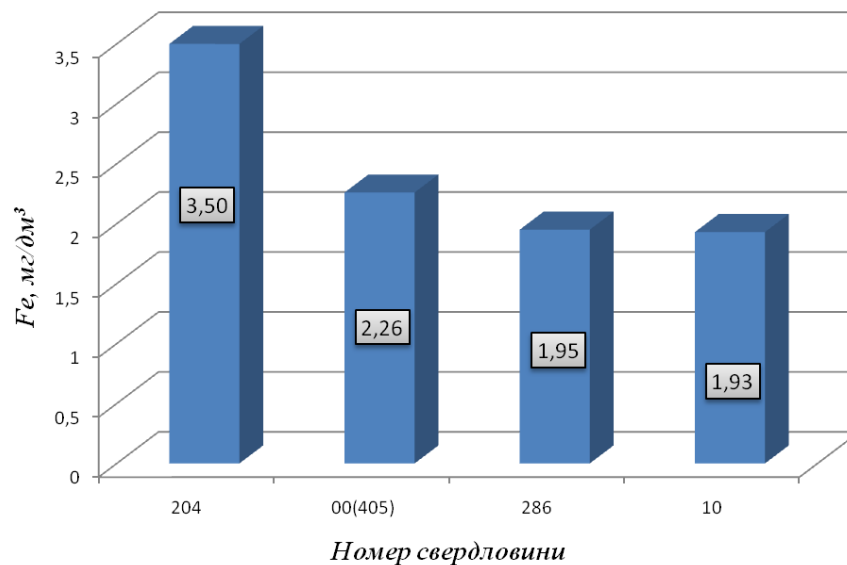


Рис. 1. Діаграма вмісту загального заліза у воді зі свердловин Північного водозабору

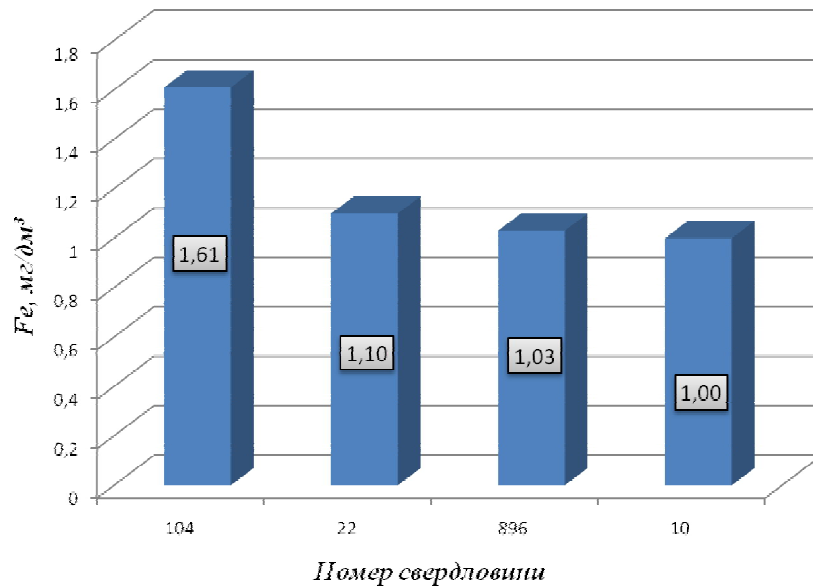


Рис. 2. Діаграма вмісту загального заліза у воді зі свердловин Південного водозабору

Крім того, через застосування хлору, який відноситься до сильнодіючих отруйних речовин, хлораторні установки водозабірних споруд Водоканалу занесені до державного реєстру потенційно небезпечних об'єктів, і зараз перебувають під посиленим контролем органів МНС, які стали вимагати впровадження спеціалізованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у випадку їх виникнення на водозабірних спорудах. Дійшло до того, що в своїх приписах інспектори МНС погрожують зупинкою експлуатації хлораторних, які збудовані відповідно з вимогами типових проектів («Типовые хлораторные установки производительностью до 0,75 кг. хлора в час» до проекту «Розширення районного і міського водопроводу в м. Нововолинську. Північний водозабір. Хлораторна. 1963 р.», аналогічно і по Південному водозабору.), і експлуатуються понад 45 років. Тобто ставиться під загрозу знезараження води, що подається в міську мережу. Тому підприємством розглядаються альтернативні методи знезараження води.

В даний час в практику водопостачання впроваджується хлорування води гіпохлоритом натрію (NaClO), який отримують промисловим способом (Дніпродзержинський завод «ДніпрАзот», Первомайський хімзавод та ін.) та виробляють в електролізних установках безпосередньо на місці використання.

Гіпохлорит натрію схвалений як реагент і рекомендований для застосування в якості дезинфектанту і коагулянту Інститутом житлово-комунального господарства Міністерства ЖКГ України (м. Київ, професор Сліпченко В.А.), Інститутом гідротехніки і меліорації Української академії аграрних наук (м. Київ, професор Хорунжий П.Д.) [8].

Значні дослідження озонування води виконані професором Орлов В.О. із Національного університету водного господарства та природокористування [5].

В практиці набувають широкого застосування електролізні установки типу «Сиваш» (ТУ 20694648.001-2001), виробництва Севастопольського ЗАТ «Морхімкомплект». Понад 50 таких установок різної продуктивності вже використовуються в містах Луцьк, Львів, Сокаль, Новояворівськ, Тернопіль, Луганськ, Херсон, Севастополь, Вознесенськ, Славута, Мінськ, Гомель, Брест, Тбілісі та ін.

Розрахунки, проведені на підприємстві, показують достатню економічну ефективність доцільності переходу на новий метод знезараження питної води з допомогою гіпохлориту натрію.

При орієнтовній вартості електролізної установки ЕГР-0600 - 75 тис.грн. витрати в сумі 150 тис. грн. на придбання двох таких установок для Північного та Південного водозаборів (без врахування витрат на облаштування складського приміщення для зберігання річної потреби кухонної солі - 62 тонни, транспортних витрат на щомісячне завезення на водозабірні споруди по 2,5 тонни солі) окупляться за 3,2 роки (39 місяців).

У зв'язку з високою аварійністю водопроводів, яка за 2010 рік склала 384 ав./рік/100 км, і недостатнім фінансуванням з боку держави, то на даний час можливості придбати електролізні установки у підприємства не має, що є досить негативним фактором, що впливає на якість води в системі централізованого водопостачання м. Нововолинськ.

Аналогічна ситуація склалася з водопостачанням і в інших містах Волинської області, яка ускладнюється неконтрольованим скоданням забруднених вод (Маневицька виправна колонія, Горохівський цукровий завод, горохівські та камінь-каширські комунальники, ВАТ «Цумань», «Нововолинськводоканал») [9].

Аналіз існуючих систем водопостачання населених пунктів області дозволяє систематизувати на групи, що розрізняються технічним оснащенням і набором елементів системи водопостачання:

- централізована система водопостачання населеного пункту;
- система водопостачання, наближена до централізованої (характерна для середніх населених пунктів): водозабір з групи свердловин, який регулює резервуар-накопичувач та насосну станцію і розподіляє воду на групи або групи «башта - мережа»;
- децентралізована система водопостачання населеного пункту з основними елементами: водозабір (одна або кілька водозабірних свердловин), що подає воду у водонапірну башту; мережі, як правило, що примикають до водонапірної башти та постачають воду до споживача, при цьому група «башта - мережа» може залежати від місцевих умов, розташування водозабірних свердловин, планування населеного пункту і т.д.;
- децентралізована система з однією або кількома водозабірними свердловинами, групами елементів «башта - мережа» і декількома (число може бути умовним) індивідуальними (приватними) або відомчими (належать якомусь підприємству) водозабірними свердловинами.

Слід зазначити, що найбільш поширеними є системи водопостачання, які відносяться до першої і другої групи, сформовані по мірі розвитку населеного пункту. Незважаючи на їх примітивність, щодо надійності та експлуатації вони мають ряд позитивних сторін, а саме: достатню гнучкість в управлінні (кожен умовний район населеного пункту має автономну систему водопостачання); незалежність груп «башта – мережа» один від одного в загальній системі водопостачання населеного пункту; кращу, порівняно з централізованими системами, ремонтпридатність, тому що окремі групи "башта-мережа" можуть виводитися на профілактичні або ремонтні роботи, в той час як інша частина системи водопостачання населеного пункту знаходиться в роботі.

Аналіз якості води із індивідуальних джерел водопостачання наведено в Таблицях 1., 2.

Різниця якісного складу підземних вод Волинської області, які використовуються для питного водопостачання, обумовлює необхідність застосування різного обладнання для їх очищення перед подачею споживачеві. В зв'язку з економічною кризою найбільш прийнятними в цій ситуації, з точки зору одноразових витрат і подальшої експлуатації, для переважної більшості малих і середніх населених пунктів Волинської області, є:

- а) установка компактних водоочисних станцій продуктивністю до 100 м³ на добу на базі водонапірної башти (децентралізована система);
- б) установка водоочисного обладнання колективного користування (на групу будинків) продуктивністю 20-30 м³ на добу (децентралізована система);
- в) установка водоочисного обладнання індивідуального користування (на окремий будинок) продуктивністю 3-5 м³ на добу.

Як додатковий варіант можна розглядати застосування блокових мобільних компактних водоочисних станцій продуктивністю до 1500 м³ на добу для населеного пункту в цілому, однак цей варіант вимагає серйозних капітальних вкладень, що на даний час навряд чи можливо.

В подальшому колективом співробітників ЛНТУ планується розробити відповідно до умов експлуатації в Волинській області модульні станції очистки води продуктивністю від 100 до 3000 м³/добу.

Технологічне обладнання станції буде розміщуватись в комбінованому модульному блоці, що включає вузли озонування або інтенсивної аерації сирової води, окислення, деаерації і двоступінчастого фільтрування.

Аерація води може здійснюватися у вихрових аераторах - дегазаторах з повітрям або в багатоканальних реверсних колонах з озоноповітряною сумішшю, при цьому в останньому випадку перед подачею під кінець очистки вода піддається деаерації з метою відокремлення

залишкового озону. Очищення води здійснюється послідовно на одно- і двоступеневих напірних фільтрах з зернистим завантаженням. В якості фільтруючого матеріалу пропонується до використання альбітофір природного походження. Матеріал сертифікований для цілей питного водопостачання Мінздравом України [3].

Технологічна схема мобільної станції дозволить періодично регенерувати фільтри кожного ступеня очищення. У міру необхідності можлива заміна окремих елементів станції: демонтаж устаткування, фільтрів, заміна фільтруючого матеріалу і т.п.

Для генерації озону з метою озонування води, яка подається із свердловин, планується використовувати озонатори з пластинчастими металоскляними розрядниками і імпульсним високовольтним генератором. Синтез озону в озонатори даного типу здійснюється безпосередньо з атмосферного повітря без попереднього його очищення і осушення шляхом продувки повітря через розрядник. Озонатори встановлювалися в герметичну озонову камеру для концентрації озоноповітряної суміші. В озонувальній багатоканальній колоні відбувається окислення та очищення води.

Ефективність очищення води оцінюємо за якістю вихідної та очищеної води, яке контролювалося за показниками, що визначаються ДСанПіН 2.2.4-171-10 [6].

Для індивідуальних систем водопідготовки Волині доцільно використовувати конструкції водопідготовки, що зарекомендували себе з позитивної сторони на території Земель Сибірі [1]. Волинь відрізняється тим, що підземні води містять шкідливі домішки, концентрація яких значно перевищує допустиму норму, наприклад, Fe, Mn, NH₄, CH₄, H₂S і ін.

Розроблені авторами конструкції індивідуальних і колективних (рис. 3) установок очищення підземних вод для питного водопостачання сільських будинків в Волинському регіоні враховують не тільки специфіку якісного складу вод, а й специфіку водоспоживання води населенням у даному регіоні (тривалість та інтенсивність водозабору по годинах доби і сезонах року, норми витрачання води на людину, середній склад сім'ї тощо) [2,7].

Конструктивні особливості водоочисних установок враховують не тільки вищевказані регіональні фактори, а й вимоги споживачів до якості очищеної води, наприклад, якщо за деякими показниками потрібна підвищена, у порівнянні з ДСанПіН 2.2.4-171-10, якість води. Існуючі на сьогоднішній день системи водопостачання сільських населених пунктів дозволяють кардинально змінити ситуацію щодо постачання населення якісною питною водою. Як правило, сільські населені пункти мають в якості джерела водопостачання артезіанську свердловину (одну або декілька).

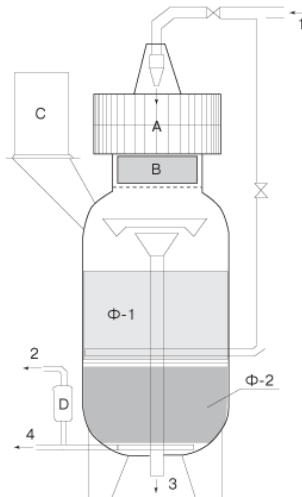


Рис. 3. Установка водопідготовки колективного користування з озono-повітряною подачею А - вихровий аератор; В - розсіюючий шар; С - озонатор; D - блок УФ-знезараження води; Ф-1, Ф-2 - фільтруючі елементи; 1 - подача вихідної води; 2 - відвід очищеної води; 3 - відведення промивної води; 4 - вивід, скидання після першого фільтрування.

У багатьох сільських населених пунктах приватне індивідуальне житло має свої водозабірні свердловини і не користується послугами систем водопостачання населеного пункту.

Водопровідні розвідні мережі, що подають воду від башт до житла зі свого виконання, конфігурації (розгалуженість мереж), використовуваних матеріалах труб, за способами їх прокладання і наявності споруд на них (водорозбірні колонки, пожежні гідранти і т.д.) настільки

© В.Д.Рудь, Н.М.Гулієва, О.А. Дарюга

різноманітні, що не піддаються будь-якій прийнятній систематизації. Однак це не може перешкодити вирішенню проблеми удосконалення систем водопостачання сільських населених пунктів.

Висновок: Результати проведених лабораторних досліджень складу питної води в системі централізованого водопостачання м. Нововолинськ (як у самих свердловинах так і на виході), та окремих індивідуальних джерел водопостачання Волині показали, що вода не відповідає вимогам Держстандарту. У міста є значна потреба в будівництві станції знезалізнення, щоб забезпечити населення питною водою належної якості. Найбільший вміст заліза міститься у воді зі свердловини №204 Північного водозабору і складає $3,5 \text{ мг/дм}^3$, що перевищує норму у 17 разів. На виході в мережу більший вміст елементу спостерігається в Північному водозаборі і становить $1,4 \text{ мг/дм}^3$, що перевищує допустиму норму в 7 разів, а в Південному водозаборі – $1,02 \text{ мг/дм}^3$ відповідно. Також постає необхідність у заміні водопроводів, так як ті, що зараз використовуються вичерпали свій строк експлуатації і негативно впливають на якість води, яку використовують для своїх потреб жителі міста.

1. Алексеев М. И., Дзюбо В. В. Исследование технологии очистки подземных вод и разработка индивидуального водоочистного оборудования// Известия вузов. Строительство. № 10, 1998, с. 88-93.
2. Гулієва Н.М., Рудь В.Д., Устименко В.Д. Стан якості питної води Волинського регіону. // Наукові нотатки.: Міжвузівський збірник. Випуск 25, частина I – Луцьк, 2009. – с. 126-129.
3. Наказ «Про затвердження Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ каолінів» від 20.12.2006 N 354 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15 січня 2007 р. за N 16/13283: - zakon.rada.gov.ua
4. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. Учебник для вузов.- М.: Высш. школа - 1987 – 479 с.
5. Орлов В.А. Технология озонирования природных и сточных вод. / В. А. Орлов ; науч. ред. И.В. Серебрякова ; Всероссийский НИИ проблем научно-технического прогресса и информации в строительстве (ВНИИНТПИ). - М. : 1999. - 123 с.
6. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року N 400. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за N 452/17747.
7. Рудь В.Д., Гулієва Н.М. Якість питної води в системах централізованого водопостачання міста Луцька. // Технологічні комплекси: Науковий журнал, №2 - Луцьк, 2010. – с. 95-98.
8. Хорунжий П.Д., Коршун М.Н. Дезинфицирующие системы ОХИ – эффективные и безопасные установки обеззараживания вод: - <http://www.oxicleanwater.com/Articles/Articl4.html>
9. <http://www.volynnews.com/>