

**Висновки.** 1. Доведена можливість глибокого очищення природної води від катіонів амонійного азоту за допомогою цеолітів таких родовищ: Сокирниця (Україна) та Нижній Грабовець (Словаччина).

2. Показана можливість часткового очищення природної води від фторидів за допомогою цеолітів Сокирницького родовища (Україна).

3. Запропоновані методики покращання якості питної води з використанням природних сорбентів прості з точки зору апаратурного оформлення, екологічно безпечні, вимагають невеликих енергетичних витрат.

1. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН N4630-88. М., 1988. 2. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. 3. ГОСТ 4192-82. Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ. 4. ГОСТ 4386-82. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фтора.

УДК 628.314

## **ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

© Тазалова Н.М., Караченко В.М., 1999

ДУ "Львівська політехніка", кафедра "Гідравліка і сантехніка"

**In clause are considered two essentially different ways of maintenance of the population by good-quality drinking water, namely: by increase technological that of sanitary reliability of systems of water supply that by use of additional conditioning water drive directly at the consumer.**

Значне антропогенне навантаження на джерела централізованого водопостачання є одним з основних чинників низької надійності забезпечення населення питною водою. Порушення нормального функціонування природних водних екосистем призвели до суттєвого погіршення якості води, що використовується для водопостачання. Особливо це відчувається при заборі води з поверхневих джерел. При їх використанні жодний населений пункт України протягом року не забезпечується доброякісною питною водою. Надзвичайно широкий спектр забруднень, які надходять у водойми, значно перевищує перелік показників, регламентованих стандартами на питну воду, що в остаточному результаті негативно впливає на здоров'я населення [1-4].

Отже, стратегічне завдання – забезпечення населення доброякісною питною водою – можна вирішувати двома принципово різними шляхами: підвищенням технологічної і санітарної надійності систем водопостачання та використанням додаткового кондиціонування водопровідної води безпосередньо у споживача [4,5].

Розглянемо найвагоміші чинники першого шляху, які впливають на технологічну і санітарну надійність систем водопостачання.

Вирішальним чинником, що зумовлює якість питної води, є походження джерела водопостачання (підземне, поверхнєве) та якість води в ньому.

Підземні води порівняно чисті, але для них характерний підвищений вміст сполук заліза, а також розчинених агресивних газів – вуглекислоти і сірководню. В останні роки проявилась ще одна негативна тенденція – забруднення підземних вод розчиненими домішками, захоронених у підземних горизонтах відходів, а також внаслідок промислових розробок корисних копалин.

Найзабрудненішими є води поверхневих джерел, оскільки вони містять максимальні кількості забруднень як природного, так і антропогенного походження. Поверхневі води, як правило, каламутні, колірні, можуть містити поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, радіонукліди, солі важких металів, пестициди, гербіциди тощо. Вони характеризуються високим ступенем вірусного, бактеріального та паразитарного забруднення (яйця гельмінтів, цисти лямблій, ооцисти криптоспоридій тощо). У воді біля водозабірних споруд часто виявляється у значних концентраціях увесь комплекс забруднень. Саме з цих причин діючі станції водопідготовки, на яких використовуються морально застарілі технології та обладнання, фактично не здатні забезпечити необхідний рівень очищення водопровідної води.

Питну воду знезаражують хлоруванням за допомогою газоподібного хлору, що призводить до утворення найтоксичніших з усіх відомих органічних сполук – тригалометанів і діоксинів, які мають канцерогенну, мутагенну та токсичну дію. Особливо небезпечним є кумулятивний ефект, тобто їх здатність нагромаджуватись в тканинах організму і не виводитись. Споживаючи таку "мертву" воду, людина піддається мутагенному впливу хлорорганічних сполук, згубна дія яких може проявитись через кілька років, а то й в наступних поколіннях.

Вода, яка містить паразитарні забруднення, вимагає глибокого додаткового очищення на механічних і сорбційних фільтрах. Паразитарні агенти резистентніші до застосування у практиці водопостачання дезінфектантів – хлору та озону, ніж коліформні бактерії.

Очищена й знезаражена вода подається у водопровідну мережу, де не виключено її повторне забруднення з багатьох причин. ГОСТ 2874-82 [1] не містить гігієнічні вимоги щодо сталості її властивостей при транспортуванні. У великих системах водопостачання, де вода тривалий час перебуває в мережі, якість її суттєво погіршується. У біокорозійних заростаннях, які неминуче виникають на внутрішніх поверхнях труб, концентруються небезпечні для життя і здоров'я людей токсичні сполуки і мікроорганізми.

Гарантами технологічної і санітарної надійності мережі при транспортуванні води є: забезпечення її рівномірного руху по трубопроводах, відсутність застійних зон, якомога повніший обмін води в резервуарах і трубопроводах. Ідеальним з санітарно-гігієнічної точки зору є рівномірний режим роботи всіх споруд. Цілком неприпустимою є подача води в окремі години за графіком. Цей режим є антисанітарним, хоч і практикується в деяких великих містах. Запроваджений він і в нашому місті, розташованому на Головному європейському вододілі, де особливо відчувається дефіцит прісної води [11]. Після припинення подачі води відбувається спорожнення частини водопровідних мереж, створення вакууму, що призводить до всмоктування забруднень з ґрунту через нещільності труб. Одночасно інтенсифікуються корозійні процеси. При наступній подачі води усі ці забруднення (пісок, іржа, осади, органічні речовини тощо) транспортуються

до споживача. Необхідно відзначити, що подача споживачеві питної води за графіком виправдана лише у надзвичайних ситуаціях.

При зберіганні питної води в резервуарах чистої води (РЧВ) може також відбутися її вторинне забруднення. До основних причин цього явища належать:

- можливість проникнення забруднених ґрунтових або атмосферних вод через недостатню герметичність резервуарів, особливо в моменти створення вакууму над шаром води при швидкому спорожненні резервуара;

- відсутність повного й активного водообміну в усьому об'ємі резервуара, що викликає створення застійних місць, відкладання осадів тощо. Тому стінки резервуарів потрібно облицьовувати спеціальними матеріалами, щоб запобігти розвитку на них біозаростань;

- недостатнє очищення повітря, що надходить в резервуари при заборі з них води.

Внаслідок нераціонального використання води населенням, великих витоків як при її транспортуванні по системах, так і за рахунок використання питної води на технологічні потреби, де не вимагається вода питної якості, різко зростає навантаження на водопровідну мережу в цілому.

Діючи в нашій країні будівельні норми і правила [2] радять застосовувати для прокладання водогонів і водопровідних мереж переважно неметалеві труби (залізобетонні, азбестоцементні тощо). Використання металевих труб (чавунних і сталевих) обмежується та обґрунтовується у кожному конкретному випадку. Для захисту внутрішніх поверхонь сталевих труб від корозії пропонується застосувати внутрішні антикорозійні захисні покриття: цементно-піщане, лакофарбове, цинкове тощо. Пропоновані матеріали (азбестоцемент) і типи покриттів (лакофарбове, цинкове) викликають сумніви щодо їх безпечності в санітарно-гігієнічному відношенні. Дедалі ширшого застосування у закордонній практиці, а з рештою і в нас, набувають пластмасові водопровідні труби з поліпропілену, які мають високі гігієнічні й експлуатаційні характеристики [10].

Підвищення надійності систем водопостачання – це комплексна проблема, над якою працюють вчені багатьох держав. Нетрадиційною і надзвичайно перспективною можна вважати розробку англійськими вченими новітньої системи водопостачання м.Лондона з глибоким закладанням (до 40 м) магістрального трубопроводу великого діаметра 2,5 м і завдовжки 80 км, а на перспективу – до 120 км [4].

Інший шлях досягнення відмінної якості питної води – кондиціонування водопровідної води безпосередньо у споживача. Світова тенденція формування ефективних систем питної води тяжіє саме до цього шляху. Локальні системи очищення води (фільтри) застосовуються безпосередньо в квартирах, будинках, котеджах, місцях громадського харчування. Важливо пам'ятати, що не існує універсальних очисних пристроїв, які б дозволяли вилучати з води всю гаму різноманітних її забруднень. Саме тому в побутових водоочисних фільтрах реалізуються складні технології, що ґрунтуються на різних методах очищення води. Аналізу пропонованих на вітчизняному ринку побутових фільтрів повинен передувати огляд основних груп забруднень, які ймовірно надходять споживачеві з водою, транспортованою міською водопровідною мережею.

Усі забруднення водопровідної води можна умовно поділити на чотири групи:

- мікроорганізми, зокрема патогенні та умовно-патогенні;

- мінеральні та органічні осадки, що зумовлюють каламутність води;



- неорганічні сполуки іонного характеру, зокрема катіони важких металів;
- органічні водорозчинні та нерозчинні сполуки.

Залежно від того, в якій місцевості домінують забруднення тієї чи іншої групи, необхідно обирати фільтр з відповідною переважаючою технологією очищення. Наприклад, для несприятливої у бактеріальному відношенні води доцільно встановлювати фільтри з активованим вугіллям, імпрегнованим сріблом, або зі спеціальною пористою керамікою, також обробленою сріблом. Застосування срібла робить фільтр значно дорожчим, але "срібна" вода особливо корисна для людини. Якщо вода каламутна, забарвлена або має неприємний запах і присмак, фільтр повинен містити пористу кераміку або активоване вугілля. При значному вмісті у воді органічних сполук обов'язково повинен бути змінний фільтрувальний елемент з ефективним сорбентом – активованим вугіллям. Підвищена мінералізація (солевміст) води вимагає застосування зворотно-осмотичних або електродіалітичних систем. Ймовірна присутність катіонів важких металів потребує іонообмінного фільтрувального елемента. Для водопровідної води м.Львова, з урахуванням її походження (артезіанські та підруслові води) та режиму подачі споживачам (за графіком), актуальним є її глибоке додаткове очищення від завислих речовин мінерального походження (іржа), органічних сполук, катіонів заліза та бактеріальних забруднень. Такі вимоги задовольняють фільтр "Еко -222" польської фірми "Gobest" [6], фільтри з торговою маркою "Rainfresh" канадської фірми "VM International" [7]. Світовим лідером у виробництві індивідуальних побутових і групових установок підготовки питної води є фірми Сполучених Штатів Америки. Надзвичайно широкий спектр установок за технічним призначенням і продуктивністю розроблено і впроваджено фірмою "ECOWATER". Установки дозволяють вилучати механічні домішки, ліквідувати присмаки та запахи, пом'якшувати і знесолювати воду, зменшувати концентрації пестицидів, іонів важких металів, радіонуклідів, сполук хлору. Безперечною перевагою установок фірми "ECOWATER" є наявність електронного блока автоматичного контролю параметрів води і керування очищенням і регенерацією. Побутові фільтри виготовляють і деякі інші американські фірми – "Safe Water Systems" і "ENRICH", практично всі фільтри мають тріступінчасте очищення. Для умов м.Києва оптимальними можуть бути, наприклад, фільтри солідної американської компанії "Rainsoft" [8], основою яких є фільтрувальний іонообмінний полімер.

Російсько-чеська фірма "Росінтерекотех" пропонує до реалізації побутовий сорбційний фільтр СТР-100 для підготовки води. Останні роки в Росії розроблено фільтри другого покоління типу ВІН (індивідуальні), Бар'єр-3, Прибій, Смарагд (побутові), ФКП, РОСС, БУМО, ЕЛФОТЕХ, ВІАМ (групові, колективні), які характеризуються високою надійністю і енергоощадністю. Нині створюються пристрої, що оптимізують вміст фізіологічно необхідних елементів – кальцію, магнію, йоду, селену [4].

Наслідком плідних досліджень, що проводились протягом багатьох років ученими України, створено унікальну технологію та установки, які здатні перетворювати "мертву" і небезпечну для здоров'я водопровідну воду на "живу". Перші установки серії ВІН "Криничка" створено у 1980-х роках і запущено у серійне виробництво на заводі НВО "Реле і автоматика" у м.Києві. Вода з "Кринички" за рахунок кристалевої чистоти і оптимального мікроелементного складу має потужний лікувально-профілактичний потенціал [4].

## Видалення з води домішок фільтрами різних систем очищення [6]

Назви домішок	Допустима концентрація, мг/л			Методи очищення										
	Україна	Польща	ВОЗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бактеріальні забруднення	—	—	—				+						+	+
Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup>	0,3	0,5	0,3							+	+			
Осад іржі	—	—	—			+	+		+		+			+
Каламутність	1,5	5,0	5,0	+	+	+	+		+					+
Гнильний запах	2 бали	—	—	+	+									+
Твердість, мг-екв/л	7,0	—	—								+			
Хлор вільний	0,5	0,5	0,5	+	+								+	+
Хлор зв'язаний	1,2	—	—	+	+									+
Бенз(а)пірен, мг/л	—	15	700	+	+								+	+
ДДТ	—	0,001	0,002	+	+				+					+
Тригалометани	—	—	0,46	+	+									+
Феноли	—	—	—	+	+									+
Хлороформ	—	0,3	0,2	+	+									+
Арсеній	0,05	0,05	0,01					+	+					
Кадмій	—	0,005	0,003					+	+	+				+
Хром	—	0,01	0,05					+	+	+				
Олово	—	0,05	0,01					+	+					+
Ртуть	—	0,001	0,001	+	+			+	+					+
Марганець	0,1	0,1	—	+	+			+	+					+
Фториди	1,5	0,105	1,5					+	+					
Нітрати	45	—	3					+	+					+
Альфа-радон (Б/л)	—	—	0,1	+	+								+	+
Бета-радон (Б/л)	—	—	1	+	+								+	+

Примітка: 1 – вугільні фільтри; 2 – вугільні фільтри зі сріблом; 3 – механічні фільтри (0,5 мкм); 4 – керамічні фільтри (0,2...0,3 мкм); 5 – зворотний осмос; 6 – дистиляція; 7 – пом'якшення; 8 – фільтрація сполук заліза; 9 – аерація; 10 – дезінфекція; 11 – фільтр ЕКО-222.

Наступним досягненням українських вчених є створення новітньої технології та установки ВІН-7 "Надія", що дозволяє наполовину зменшити вміст у воді важких ізотопів гідрогену- дейтерія і тритія. Дослідження цієї "реліктової" води показали, що вона характеризується виразнішою, порівняно з водою з "Кринички", радіопротекторною, антимуtagenною та омолоджувальною дією [4].

При значному вмісті у водопровідній воді сполук заліза, нафтопродуктів або поверхнево-активних речовин термін дії фільтрів значно скорочується. У таких випадках

доцільно на ввіді водопровідної мережі в будинок або групи будинків встановлювати розроблений нами гідродинамічний кавітаційний реактор (ГДКР). ГДКР можна інколи застосовувати безпосередньо у споживача, тобто в квартирах, замість фільтрів.

Порівняння ефективності вилучення з водопровідної води домішок побутовими фільтрами різних систем очищення наведено у таблиці.

Зауважимо, що коли йдеться про побутові фільтри локального очищення питної води, то мається на увазі додаткове кондиціонування води виключно для пиття та приготування їжі. Кілька років тому як альтернативу побутовим фільтрам питної води розглядали використання води у пляшках. Нині ейфорія від води в пляшках зменшується, оскільки підтверджуються факти, що до половини такої води виробляється або з водопровідної води, або з джерел, які не мають сертифікатів підтвердження якості своєї води [7].

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок про практичну відсутність на даний час альтернативи побутовим фільтрам водопровідної води, які здатні забезпечити високу якість очищення і надійність при тривалій експлуатації.

1. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. М., 1982.
2. СНИП 2.04.02.-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. М., 1985.
3. Шуберт С.А., Орлов Г.А., Антонова О.Я. и др. Проблемы повышения надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 1993. № 4. С.2-5.
4. Вода: экология и технология // Тез. докл. II Междунар. конгр. М., 17-21 сентября 1996. С.1-294.
5. Wieczysty A, Rak I, Lubowiecka T. Teoretyczne podstawy badania i projektowania stacji ostonowych ujcji wod powierzchniowych plynacych: Zaopatrzenie w wode miast i wsi. Miedzynarodowa Konferencij naukowo-techniczna. Poznan, Poland, 1996. T.I. S.81-94.
6. Исследование фильтров питьевой воды "Эко-222". Институт Экологии человека. К., 1996.
7. Згадайте смак чистої води!: Рекламний проспект фірми "VM International". 4 с.
8. Системы очистки воды "Rainsoft": Рекламный проспект фирмы "Rainsoft". 56 с.
9. Використання гідродинамічного озонатора для очищення та дезінфекції стічних вод / А. Молчанов, Н. Тазалова, Т. Вітенько, І. Карпінська. Сучасні проблеми водопостачання і знешкодження стічних вод: Українсько-Польська наук.-техн. конф. Львів, 1996. С.349-356.
10. Roszkowski A. Wykorzystanie rur z PE 100 w systemach renowac ji starych rurociagow // Ukrainsko-Polska Konferencja Naukowo-Techniczna: Wspolczesne Problemy Zaopatrzenia w Wode i Unieszkodliwiania Sciekow. Lwow, 1996. S.291-300.
11. Czerniuk W., Oducha M. Rozwoj zaopatrzenia w wode miasta Lwowa. Zaopatrzenie w wode miast i wsi: Miedzynarodowa konferencja naukowo-techniczna. Poznan, Poland, 1996. T.III. S.377-385.