

УДК 628.1

ПРО ВИБІР СПОРУД ВОДОПІДГОТОВКИ НА ГРУПОВИХ СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ПОВЕРХНЕВИХ ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ

Є.М. МАЦЕЛЮК

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Наведено двоступеневу технологічну схему очищення поверхневих вод та результати виробничих випробувань споруд водопідготовки, сформульовано рекомендації щодо області їхнього застосування.

Ключові слова: технологія водопідготовки, фільтр, пінополістирольне фільтрувальне завантаження, освітлення, знебарвлення

Існуюча проблема. Досвід експлуатації групових сільськогосподарських водопроводів показує, що нині їхні головні очисні

© Є.М. Мацелюк, 2011

Меліорація і водне господарство. 2011. Вип. 99

споруди, збудовані відповідно до типових проектів 60-х років, є малоефективними з різних обставин:

1. Технологію очищення води з горизонтальними відстійниками і швидкими фільтрами передбачалось використовувати за каламутності вихідної води $S_o \leq 1500$ мг/дм³. Фактична каламутність води поверхневих джерел України не перевищує 15–20 мг/дм³, а в середньому становить 3–5 мг/дм³. З економічних міркувань таку воду можна подавати безпосередньо на швидкі фільтри, а тому потреби в горизонтальних відстійниках немає.

2. У поверхневих водах у теплу пору року спостерігається масовий розвиток фіто- та зоопланктону, який не затримується на водозабірних спорудах, контактних камерах та відстійниках, ускладнює та погіршує роботу швидких фільтрів.

3. Для окиснення органічних домішок у вихідну воду перед водоочисними спорудами подають хлор для попереднього хлорування. Однак унаслідок цього в обробленій воді утворюється значна кількість токсичних хлорорганічних сполук – від хлороформу до діоксинів, – які практично не видаляються на наступних стадіях обробки води. Ці сполуки характеризуються кумулятивною, онкогенною, мутагенною та канцерогенною дією, що являє собою серйозну загрозу здоров'ю людей.

4. Вивчення роботи швидких піщаних фільтрів показує, що вони працюють лише верхнім своїм шаром товщиною не більше 0,3 м при товщині фільтрувального завантаження 1,8 м. Цей шар швидко колюматується, а відтак ефективність використання важкого фільтрувального завантаження не перевищує 15%.

Таким чином, наведена технологія очищення поверхневих вод є громіздкою, малоефективною і такою, що в нинішніх умовах не гарантує якісну підготовку питної води.

Шляхи розв'язання проблеми. В Інституті водних проблем і меліорації НААН розроблено технологію двоступеневого очищення води із використанням фільтрів попереднього очищення – ФПО (біофільтрів) – перший ступінь (рис. 1) та контактнo-прояснювальних фільтрів – КПФ – другий ступінь. Відповідно до даної технології вихідну воду з джерела водопостачання подають на ФПО, де вона проходить фізико-механіч-

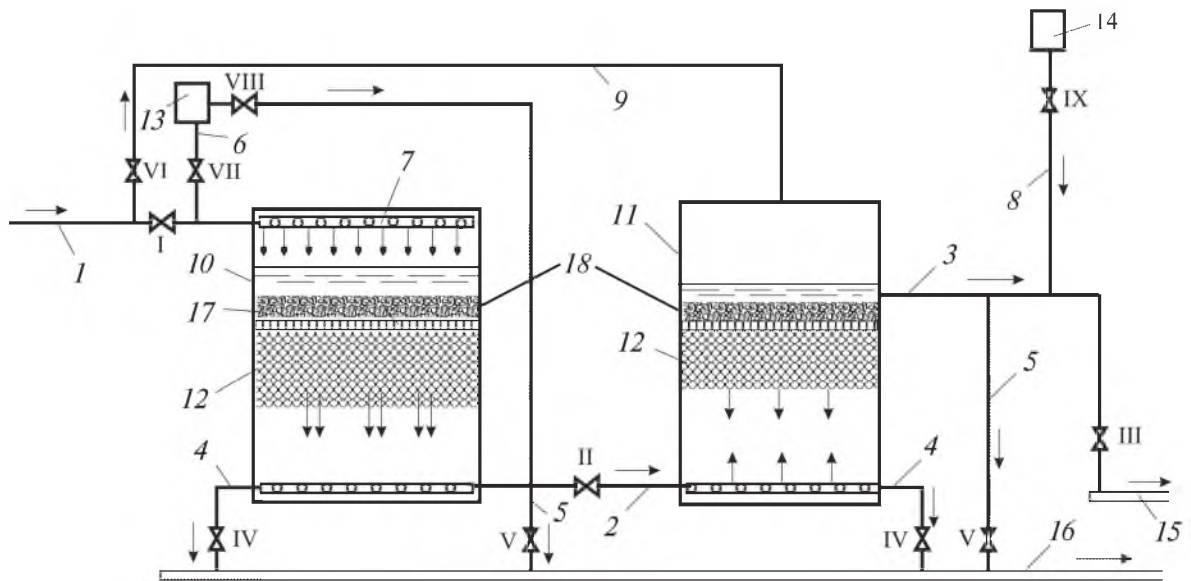


Рис. 1. Технологічна схема очищення поверхневих вод:

1 – трубопровід подачі вихідної води; 2 – трубопровід подачі води з фільтра попереднього очищення до фільтра глибокого очищення води; 3 – трубопровід відведення фільтрату до РЧВ; 4 – трубопровід відведення промивної води; 5 – трубопровід скиду першого фільтрату; 6 – трубопровід подачі коагулянту; 7 – аератор; 8 – трубопровід подачі NaClO для знезараження води; 9 – трубопровід подачі додаткового об'єму води для промивання КОФ; 10 – фільтр попереднього очищення води (біофільтр); 11 – контактньо-прояснювальний фільтр; 12 – плаваюче фільтрувальне завантаження; 13 – блок коагулянтів; 14 – блок дозування NaClO; 15 – лінія відведення чистої води; 16 – лінія скиду промивної води; 17 – збірно-дренажна система; 18 – привантаження; I–IX – засувки

не та біологічне очищення. Тут відбуваються процеси аерації, біохімічного окиснення домішок за допомогою мікроорганізмів. У фільтрі затримуються планктон, водорості та крупні зважені речовини, а тому не доводиться виконувати попереднє хлорування води.

Після біофільтра попередньо очищена вода надходить на КПФ, де внаслідок адсорбції забруднень у плаваючому пінополістирольному завантаженні відбувається її глибоке доочищення. Уведенням гіпохлориту натрію в лінію відведення води до резервуара чистої води досягають нормативних показників якості питної води.

Уведення коагулянту в оброблювану воду здійснюють залежно від якості води: при $C_0 < 10 \text{ мг/дм}^3$ – перед КПФ, при $C_0 > 10 \text{ мг/дм}^3$ – перед ФПО.

Порівняно з типовою технологічною схемою описана схема має низку переваг:

1. Зменшуються капітальні вкладення на 32–35% завдяки виведенню із схеми контактних камер та відстійників.

2. Знижуються експлуатаційні витрати на 16–20%, оскільки промивання фільтрів здійснюється вихідною водою і не потрібні промивні насоси та витрати електроенергії на них.

3. Завдяки більшій брудомісткості фільтрів з плаваючим завантаженням порівняно з піщаним завантаженням збільшується фільтроцикл у 3–4 рази і відповідно зменшується кількість промивань фільтрів.

4. Поліпшується надійність і якість обробленої води, оскільки виключається можливість утворення хлорорганічних сполук.

Дана технологія пройшла успішну апробацію при очищенні поверхневих і підземних вод у Київській, Житомирській, Одеській областях і впроваджена в проект та будівництво головних очисних споруд Кілійського групового водопроводу.

Важливим питанням при реалізації такої технології водопідготовки є вибір завантаження у біофільтрі. У разі високої концентрації забруднень від техногенного навантаження (р. Дунай) обґрунтованим є [1] застосування синтетичних насадок, на які разом з вихідною водою надходять, поселяються і закріплюються мікроорганізми, що виконують деструктивну функцію щодо органічних сполук. Іншим варіантом є завантаження із крупногранульованого спіненого пінополістиролу [2–4].

Для порівняння ефективності роботи біофільтрів за безреагентною схемою очищення води з різним фільтрувальним завантаженням було використано дані про якість фільтрованої води, отримані для аналогічних умов при роботі біофільтра із волокнистими синтетичними насадками типу «Вія» на діючих очисних спорудах Кілійського групового водопроводу в Одеській області та дослідно-виробничої установки, змонтованої на майданчику головних очисних споруд Єланецького групового водопроводу в Миколаївській області.

Синтетичні насадки у вигляді полотен розміром 8,75×1,2 м з кроком 0,15 м змонтовано у вертикальному положенні в залізобетонній місткості площею поперечного перерізу 54 м².

Дослідно-виробнича установка продуктивністю 2 200 м³/добу являє собою ємкість Ø2,2 м, заповнену крупногранульованим (Ø6–10 мм) пінополістирольним завантаженням.

В обох випадках вихідна вода надходить у ФПО через аератор і далі витікає через фільтрувальне завантаження у низхідному потоці із заданою швидкістю $V_{\text{ф}} = 8,2\text{--}8,5$ м/год.

Характеристики якості вихідної води в період досліджень наведено в таблиці.

Характеристика якості вихідної води

Показники якості води	Річки	
	Дунай	Південний Буг
Кольоровість Цо, град ПКШ	35–42	31–44
Каламутність Со, мг/дм ³	1,8–3,4	1,6–4,2
Окисність, мгО ₂ /дм ³	2,7	2,86
Аміак, мг/дм ³	0,22	0,19
Нітрити, мг/дм ³	0,008	0,01
Нітрати, мг/дм ³	5,7	5,59
Хлориди, мг/дм ³	33	41
Жорсткість загальна, мг-екв./дм ³	3,14	2,85
Кальцій, мг/дм ³	2,15	1,98
Натрій, мг/дм ³	0,79	0,68
Залізо, мг/дм ³	0,17	0,19
Лужність загальна	2,5	2,86

Отримані результати. На рис. 2 представлено графіки зміни якості фільтрату залежно від якості вихідної води для досліджуваних фільтрувальних споруд.

Аналіз отриманих результатів засвідчив наступне:

1. Максимальне зниження показників кольоровості води для обох установок практично однакове:

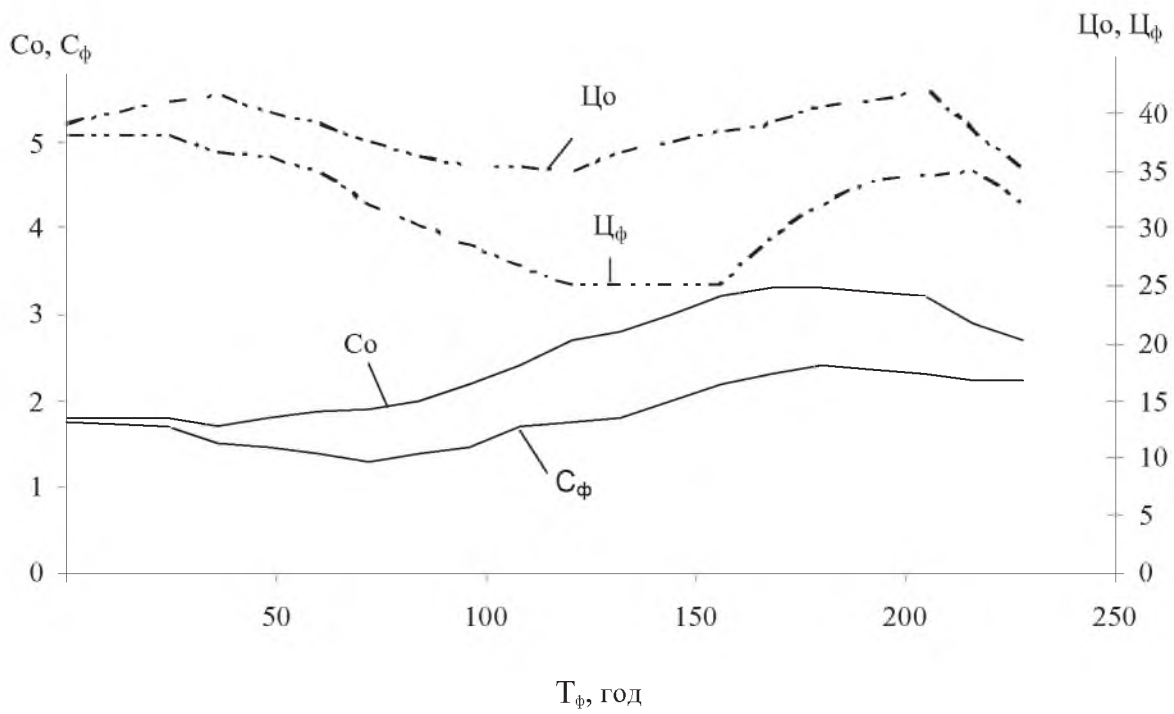
- для пінополістирольного фільтра $E_{\text{ц max}}^{\text{III}} = 30\%$;

- для фільтра із синтетичними насадками $E_{\text{ц max}}^{\text{VII}} = 27\%$.

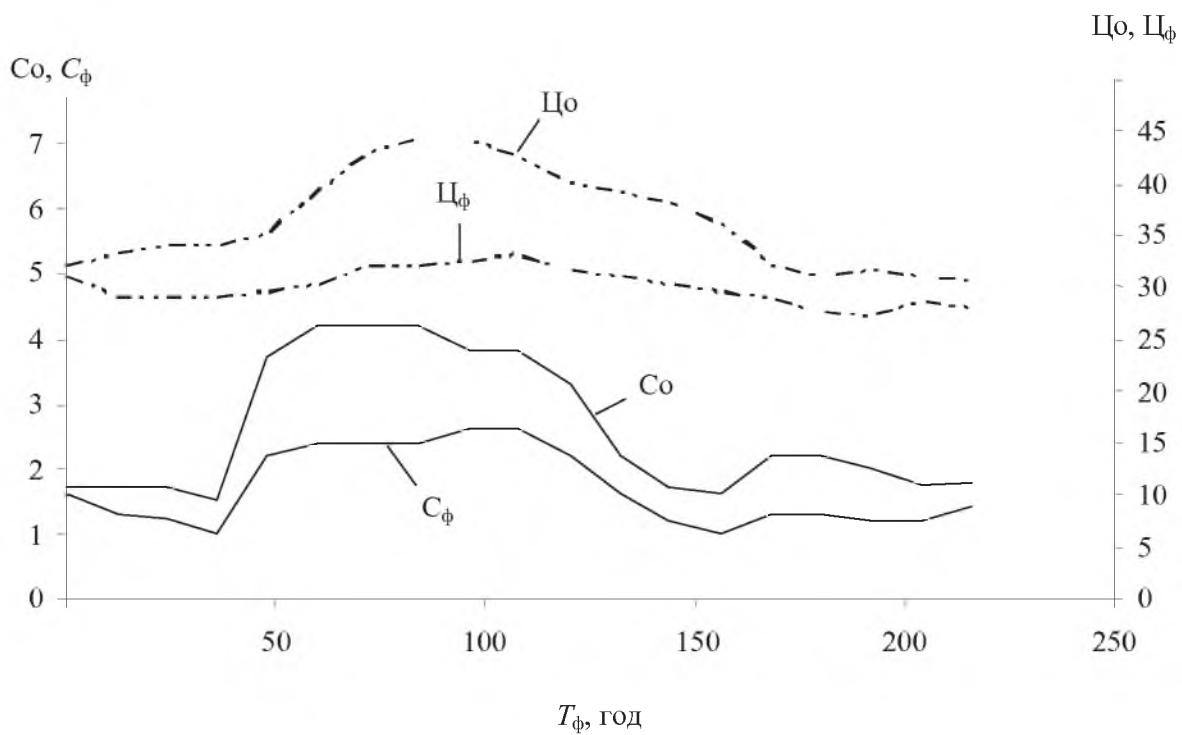
2. Максимальне зниження показників каламутності води:

$$E_{\text{с max}}^{\text{III}} = 40\%; \quad E_{\text{с max}}^{\text{VII}} = 32\%,$$

тобто для вказаних умов на пінополістирольному фільтрі досягнуто більш суттєвого зниження каламутності води.



a



б

Рис. 2. Графік зміни якості фільтрату при роботі:
a – фільтра з синтетичними насадками типу «Вія»;
б – пінополістирольного фільтра

Для визначення можливостей пінополістирольного фільтра було здійснено його випробування при штучно створеній підвищеній каламутності вихідної води. Режим роботи фільтра не змінювався порівняно з попереднім.

На *рис. 3* наведено дані про ефективність роботи фільтра в нових умовах.

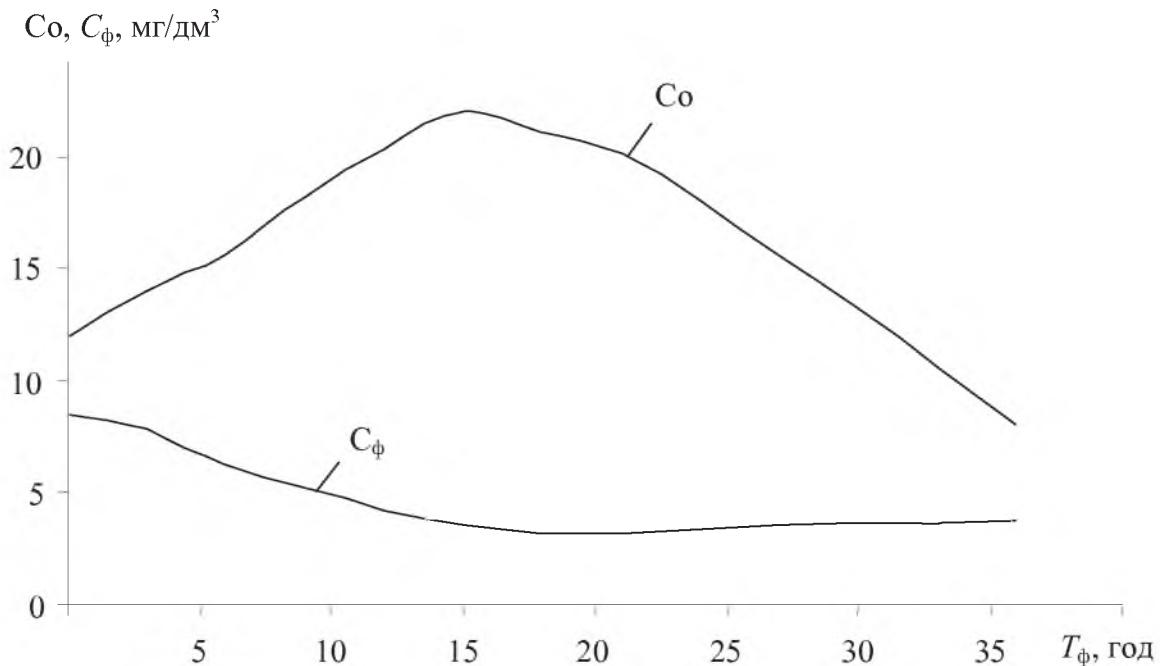


Рис. 3. Графік зміни показників каламутності фільтрату при роботі пінополістирольного фільтра

Із графіка видно, що величина максимальної ефективності досягає значення

$$E_{c_{\max}}^{\text{мп}} = 81\%.$$

Даний результат говорить про те, що зі збільшенням каламутності вихідної води зростає ефект її очищення пінополістирольним фільтром.

У даній статті не ставилось завдання розкрити механізми затримання забруднень у пінополістирольному завантаженні, які освітлено багатьма дослідниками [2]. Отримані результати мають значення для прийняття рішення щодо вибору типу ФПО залежно від якості води у джерелі водопостачання.

Пропозиції виробництву. Розглянуту технологію водопідготовки з описаними водоочисними спорудами, яку запропоновано для впровадження при реконструкції головних очисних споруд Іванівського групового водопроводу в Херсонській області, яку передбачається здійснити у 2012 р.

Висновки. Для попереднього очищення води при використанні поверхневих джерел водопостачання можуть успішно використовуватись фільтри із синтетичними насадками і пінополістирольні.

За каламутності води $C_0 \leq 5$ мг/дм³ можливе використання обох типів фільтрів. Вибір фільтра здійснюється на основі техніко-економічних показників. При $C_0 > 5$ мг/дм³ доцільне використання фільтрів з пінополістирольним завантаженням.

Література

1. *Рекомендації з проектування групових водопроводів в системах децентралізованого водопостачання: посібник до ВБН 46/33-2,5-5-96 «Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування».* – К.: Держводгосп України, 2010.

2. *Журба М.Г.* Пенополистирольные фильтры. – М.: Стройиздат, 1992. – 68 с.

3. *ДСАНПіН 2.2.4-171-10.* Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Наказ МОЗУ № 400 від 12.05.2010 р.

4. *Посібник до ВБН 46/33-2,5-5-96.* «Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування». – К.: Держводгосп України, 2004. – 24 с.

Приведены двухступенчатая технологическая схема очистки поверхностных вод и результаты производственных испытаний сооружений водоподготовки, сформулированы рекомендации относительно области их использования.

It is given two-step process flowsheet of surface water treatment and shop test data of water conditioning and purification structures and it is formulated the recommendations as to the area of their application.