МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

С. С. ДУШКІН, О. П. ГАЛКІНА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ»

(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізації (освітньої програми) «Раціональне використання і охорона водних ресурсів»)

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2016

Душкін С. С. Конспект лекцій з дисципліни «Підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізації (освітньої програми) «Раціональне використання і охорона водних ресурсів») / С. С. Душкін, О. П. Галкіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 74 с.

Автори: д-р техн. наук, проф. С. С. Душкін,
асист. О. П. Галкіна

Рецензент канд. техн. наук, доц. Г. І. Благодарна

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення вод, протокол засідання № 1 від 30.08.2016 р.

© С. С. Душкін, О. П. Галкіна, 2016
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016

ЗМІСТ

ВСТУП ……..… 6
ЗМ 1 ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ……... 7
Тема 1 Санітарно-екологічні вимоги якості питної води …… 7
1.1 Оцінка якості води з точки зору екологічної безпеки ……... 7
1.2 Заходи, що покращують екологічний стан поверхневих джерел водопостачання …… 8
Тема 2 Відбір, консервування і зберігання проб для лабораторно-технологічного аналізу води ……..……..… 9
2.1 Вимоги до відбору проб води ……..…. 9
2.2 Консервування проб води ……. 10
2.3 Підготовка екологічно чистої питної води …….. 11
2.3.1 Методи доочищення питної води …….. 11
2.3.2 Класифікація методів доочищення питної води ..…… 12
Тема 3 Організація контролю якості і властивостей води ……... 14
3.1 Основні елементи лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах …… 14
3.2 Основні точки технологічного ланцюга для відбору проб для аналізів ……..…… 14
3.3 Види санітарно-екологічного аналізу води ……. 14
3.4 Система лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах ……...…… 15
3.4.1 Номенклатура аналізів, які виконуються в лабораторіях очисних споруд …… 15
3.4.2 Матеріально-технічне забезпечення лабораторно-виробничого контролю ……..……... 16
Тема 4 Деякі аспекти, пов’язані з безпекою водопостачання …… 17
4.1 Деякі аспекти «Плану безпеки водопостачання» ……... 17
4.2 План безпеки водопостачання …….…….…… 18
4.3 Рішення проблеми якості води ……. 18
Тема 5 Фізико-екологічні показники безпеки джерел водопостачання …… 20
5.1 Аналіз показників якості води на екологічну безпеку систем водопостачання ……... 20
5.2 Ступінь екологічної безпеки джерел водопостачання …….. 21
5.3 Класифікація способів очищення води ……... 23

Тема 6 Екологічна безпека поверхневих джерел водопостачання …... 28

Тема 7 Підвищення екологічної безпеки питної води за рахунок використання активованих розчинів реагентів ……. 31

7.1 Теоретичні передумови магнітно-електричної активації розчинів реагентів ……..…….. 31

7.2 Схема ланцюга апаратів для активації розчинів коагулянту... 32

ЗМ 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ПІДЗЕМНИХ ДЖЕРЕЛ ……..… 35

Тема 8 Підвищення екологічної безпеки питної води в процесі очистки ……. 35

8.1 Методи біологічного вилучення азоту і фосфору……... 35

8.2 Очищення води води сполук заліза…….. 38

8.3 Технологія очищення стічних вод від солей важких металів 39

8.3.1 Вплив солей важких металів на людину……..… 39

8.3.2 Класифікація основних методів очищення стічних вод від важких металів ……..…… 40

Тема 9 Еколого-технічні особливості експлуатації очисних споруд водопостачання ……..…….. 41

9.1 Характеристика споруд для підготовки природних вод…… 41

9.2 Екологічна безпека експлуатації реагентного господарства очисних споруд водопроводу…….. 42

9.3 Можливі несправності в роботі споруд підготовки води і способи їх усунення ……..……. 42

Тема 10 Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України ……. 44

10.1 Правила приймання стічних вод споживачів у каналізаційну мережу м. Харкова …….. 49

10.2 Встановлення плати за скидання стічних вод у міську каналізаційну мережу……... 52

Тема 11 Втрати води в системах міського водопостачання ..…… 57

11.1 Класифікація витоків……. 57

11.2 Безводомірний облік води…… 57

11.3 Підготовка водопровідної мережі до зими…….. 58

11.4 Заходи боротьби з розкраданнями води……... 59

11.5 Гідравлічні випробування водопровідних мереж……... 60

11.6 Розрахунок втрат води в системах водопостачання ……. 60

11.7 Втрати води у прихованих витоках ……..…….. 61

11.8 Технологічні втрати води в системах водопостачання …… 63
11.8.1 Характеристика основних складових технологічних витрат і втрат води на водопровідній мережі…... 64
11.8.2 Розрахунок технологічних втрат ……... 64
Тема 12 Підвищення екологічної безпеки очищення природних і стічних вод за допомогою біоплато ……..……. 67
Тема 13 Мембранні біореактори в процесах очистки води ……..… 69
13.1 Класифікація мембран ……..…… 70
13.2 Основні типи фільтраційних елементів мембран ……..…. 71
13.3 Особливості технології очищення стічних вод у мембранному біореакторі ……..…….. 72

ВСТУП

У сучасному світі спостерігається тенденція до зниження якості питної води, що робить проблему забезпечення населення якісною питною водою актуальною. Відомо, що водопровідна вода централізованої системи водопостачання потребує доочищення й активації до фізіологічної повноцінності. Найбільш проблемним є забезпечення якісної питної води з децентралізованих джерел (шахтних колодязів, індивідуальних свердловин), якими користується близько 30 % населення України. Якість таких джерел має тенденцію до постійного погіршення. Також серйозне занепокоєння викликають застарілі водоочисні технології та критичний стан основних фондів. Так, за останні 25 років кількість аварійних водопровідних мереж в Україні збільшилася в 15 разів. Також значні втрати води призводять до підняття рівня ґрунтових вод, підтоплення міських територій, руйнування дорожніх покриттів і підземних будов.

Вода має життєво важливе значення, тому є об’єктом екологічної безпеки. Незадовільне питне водопостачання становить реальну загрозу для генофонду нації і безпеки країни. Екологічної безпеки систем господарсько-питного водопостачання міст властива недостатня вивченість і відсутність стрункої єдиної основи з системним урахуванням різноманітних факторів небезпеки. Для її успішного розв’язання необхідно шукати нові теоретичні та методологічні підходи.

Мета викладання навчальної дисципліни «Підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання» – забезпечення майбутніх фахівців знаннями та уміннями з сучасних засобів та методів досягнення екологічно безпечної питної води з урахуванням негативного впливу на довкілля та здоров’я людини.

ЗМ 1 ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ

Тема 1 Санітарно-екологічні вимоги якості питної води

Специфіка питного водопостачання України здебільшого (75 %) базується на поверхневих джерелах:

- 445 міст і 829 смт (з 911) мають централізоване водопостачання;
- 28 міст і 380 смт не мають централізованого водопостачання та водовідведення;
- 12,2 млн м^3 питної води і 10,5 млн м^3 стічних вод;
- вміст радіаційних речовин у воді р. Дніпро на порядок вище, ніж у р. Десна, малі річки та підземні джерела – кращий резерв водопостачання;
- у воді р. Дніпро міститься розчинений цезій – 137, сорбція його на внутрішніх поверхнях водоводів;
- стан річної води України за гідрохімічними показниками – від слабо до сильно забрудненої: 2 % води знаходиться в задовільному стані, а 65 % води – не придатна для водопостачання (р. Дніпро, Сіверський Донець, Південний Буг та ін.).

Залежно від якості води виділяють п’ять класів води, характеристика яких наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Клас води залежно від якості води

Клас води	**I клас**	**II клас**	**III клас**	**IV клас**	**V клас**
Якість води	дуже чиста	чиста	забруднена	брудна	дуже брудна

1.1 Оцінка якості води з точки зору екологічної безпеки

Водні об’єкти вважаються придатними для господарсько-питного водопостачання з точки зору екологічної безпеки, якщо:

- не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для питного водопостачання;
- виконуються наступні умови:

$$C \le ПДК, \qquad (1.1)$$

де C – вміст домішок у водному об’єкті, г/м^3

та

$$\sum = \frac{C_i}{ПДК_i} \le 1, \qquad (1.2)$$

де C_i і $ПДК_i$ – відповідна концентрація лімітуючих домішок.

Гігієнічні вимоги до якості питної води визначають придатність води для питних цілей та включають:

- безпеку в епідеміологічному відношенні;
- нешкідливість хімічного складу;
- сприятливі органолептичні властивості;
- радіаційну безпеку.

Якість питної води залежить від її складу і властивостей визначають:

- у водному джерелі**;**
- при вступі у водопровідну мережу;
- у точці водозбору.

Відповідно ДСанПіНу виділяють індекс токсичності як одну з вимог до до якості питної води. Індекс токсичності води визначають за наступною формулою:

$$T = \frac{I_к - I_0}{I_к} \cdot 100\% \qquad (1.3)$$

де T – індекс токсичної проби досліджуваної води;

$I_к$ – величина тест-реакції у контрольній пробі;

I_o – величина тест-реакції у досліджуваній пробі.

Індекс токсичності проби води не повинен перевищувати 50 % (наприклад, дафнії, інфузорії та ін.)

1.2 Заходи, що поліпшують екологічний стан поверхневих джерел водопостачання

До основних заходів, які поліпшують екологічний стан поверхневих джерел водопостачання можна віднести наступні:

• очищення води, яка утворюється поверхневим стоком з селетебних територій, будівництво систем водовідведення в містах і сільських населених пунктах;

• поліпшення стану зон санітарної охорони;

• благоустрій водоохоронних та прибережних захисних смуг водних об'єктів;

• захист питних водозаборів від шкідливого впливу тваринницьких, птахівничих підприємств та інших сільськогосподарських об’єктів, які є потенційним джерелом забруднення води;

• розчищення русел і укріплення берегів річок і дна водосховищ;

• державний моніторинг стану водних об'єктів, які використовуються як джерела водопостачання.

Вода, що пройшла очищення за традиційною схемою, містить 70 % органічних речовин.

Список рекомендованої літератури

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 : затв. Міністерством охорони і здоров'я України № 400 від 12.05.2010 : чинний від 01.06.2010 р.

2. Основи екології / В. С. Джангаров та ін. – Львів : Афіша, 2001. – 277 с.

Контрольні питання

1. Оцініть якість води з точки зору екологічної безпеки.
2. Які гігієнічні вимоги до якості питної води пропонуються?
3. Які пропонуються вимоги ДСанПіНу до якості питної води?
4. Якою є фізична повноцінність мінерального складу питної води?
5. Як визначаютья індекс токсичності води?
6. У чому полягає специфіка питного водопостачання України?
7. Які заходи вдосконалюють екологічний стан поверхневих джерел водопостачання?

Тема 2 Відбір, консервування і зберігання проб для лабораторно-технологічного аналізу води

2.1 Вимоги до відбору проб води

До відбору проб води ставляться відповідні вимоги, згідно з якими:

- проба води, взята для аналізу, повинна відображати умови й місце її взяття;
- відбір проби, її зберігання, транспортування та поводження з нею повинні проводитися так, щоб не відбулися зміни у змісті визначених компонентів або у властивостях води;
- об'єм проби має бути достатнім і повинен відповідати застосовуваній методиці аналізу.

Залежно від мети аналізу виділяють різні види відбору проб. Наприклад, застосовуються разовий або серійний відбір проб.

У випадку *разового* відбору пробу беруть один раз у певному місці й розглядають результат одного аналізу. Цей спосіб застосовується в рідкісних випадках, коли результатів одного аналізу достатньо для судження щодо якості досліджуваної води.

• *просту* пробу отримують шляхом відбору усієї необхідної кількості за один раз;

• *змішану* пробу отримують, зливаючи однакові за обсягом прості проби, взяті з одного і того ж місця декілька разів поспіль через певні проміжки часу або відібрані одночасно з різних місць обстежуваного об'єкта;

• *середню* пробу готують звичайно змішуючи рівні частини проб, відібраних через рівні проміжки часу.

2.2 Консервування проб води

Метою консервування проб води є збереження компонентів, що визначаються у воді, та її властивостей у тому стані, в якому вони перебували в ній у момент взяття проби. При цьому необхідно відповідати умовам, які ставляться щодо їхнього консервування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Умови консервування проб води

Компонент	**Умови консервування проби**
Алюміній	Проби беруть у бутлі промиті кислотою. Визначення проводять за можливістю не пізніше ніж через 2 год після відбору проби; додають 5 мл *HCl* на 1 л проби (якщо є потреба).
БПК	Не можна консервувати, пробу зберігають при температурі 3-4 °С; обробляють не пізніше ніж через одну добу.
Завислі речовини	Проби не консервують; визначення слід проводити не пізніше ніж через одну добу. Зберігання при температурі 3-4 °С.
Смак та присмак	Зразки проб не можна консервувати; не можна брати проби у поліетиленові пляшки. Визначення треба проводити не пізніше ніж через дві години після взяття проби.
Гумінові речовини	Проби не можна консервувати; їх слід обробляти не пізніше ніж через три доби після взяття проби
Залізо	Загальний вміст заліза: додають 25 мл розчину HNO_3 на 1 л води.
Запах	Проби не можна консервувати; визначення проводять не пізніше ніж через дві години після взяття проби, але не пізніше кінця дня відбору.
Нітрати	Визначення проводять у день взяття проби або додають 1 мл H_2SO_4 на 1 л проби. Пробу охолоджують до 3-4 °С або додають 2-4 мл $CHCl_3$ на 1 л проби.
Хлор	Проби не можна консервувати, їх збирають у бутлі з темного скла, оберігаючи від дії сонячних променів і від струсів. Визначення треба робити відразу після відбору проби.
Лужність	Проби не можна консервувати. Визначення проводять відразу на місці відбору проб. Бутель заповнюють пробою доверху й приступають до аналізу не пізніше ніж через 24 год.

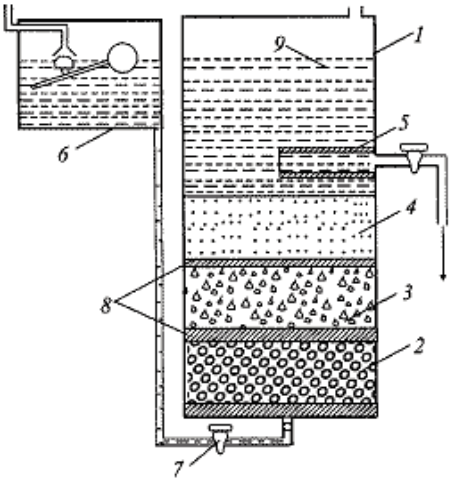
Визначення необхідно здійснювати:

- відразу на місці відбору проби або в лабораторії, якщо вона знаходиться поблизу місця відбору проби;
- якомога раніше, не пізніше ніж через 2 год після взяття проби;
- в той же день; приступають до аналізу в день відбору проби, не пізніше за 12 год після її відбору.

2.3 Підготовка екологічно чистої питної води

До одних із методів підготовки екологічно чистої питної води можна зарахувати очищення води способом спрямованої кристалізації, яку дуже просто організувати. Підберіть емальовану ємність, яка вміщується з кришкою в морозильну камеру холодильника. Наповніть ємність водою, закип'яченою в іншій ємності напередодні, яка охолола до кімнатної температури. При кип'ятінні з води відлітають галометани та інші леткі хлоровані з'єднання, а також розчинне повітря.

Шунгіт – це силікатна гірська порода з великим вмістом вуглецю (від 10 до 90 %), за допомогою якого можна отримати екологічну чисту воду. Лабораторними дослідженнями було встановлено, що після багатогодинного контакту порошок шунгіта не тільки очищає водопровідну воду від шкідливих домішок, а й знезаражує її, тобто вбиває хвороботворні бактерії (рис. 2.1).



1 – корпус,
2 - шунгітне завантаження,
3 - карбонатне завантаження,
4 - піщаний фільтр,
5 - вихідний фільтр,
6 - поплавкова камера,
7 - регулюючий кран,
8 - інертні прошарки,
9 - очищена вода.

Рисунок 2.1 – Конструкція модуля для глибокого очищення і кондиціонування питної води

2.3.1 Методи доочищення питної води

Здійснення доочищення питної води згідно з вимогами ДСанПіНа України (табл. 2.2) у питній воді можливо наступними шляхами:

- підвищенням технологічного рівня міських водопровідних очисних споруд і очищенням усього обсягу води, що надається;
- застосуванням установок для доочищення 5-10 % надається в місто вода

на очисних спорудах міського водопроводу і розподілом доочищеної води шляхом розвезення автоцистернами або бутилювання;

- будівництвом локальних (мікрорайонних, квартальних, шкільних, заводських) установок для доочищення водопровідної води й розподілом доочищеної води серед населення шляхом розвезення автоцистернами або бутилюванням, а також відпусткою у тару споживача;
- застосування побутових (квартирних, будинкових) установок (фільтрів) для доочищення водопровідної води.

Таблиця 2.2 – Санітарно-екологічні показники якості води м. Харків. Результати аналізів проб води

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	ГОСТ 2874-82 «Вода питна»	ДСанПіН «Вода питна»	Екол. Норми	«Роганська»
1	Забарвленість	град.	20,0	20,0		4,0
2	Мутність	мг/дм^3	1,5	0,78		0,09
3	Запах, 20 °С	бал	2	2		1
4	Сухий залишок	мг/дм^3	1000	100-1000	150-600	344
5	pH	од. pH	6,0-9,0	6,5-8,5	7,0-8,0	7,61
6	Жорсткість заг.	ммоль/дм^3	7	1,5-7,0	2,5-5,0	0,8
7	Лужність	ммоль/дм^3	не норм.	0,5-6,5	1,5-6,0	4,35
8	Хлориди	мг/дм^3	350	250	30	37
9	Сульфати	мг/дм^3	500	250	40	65,9
10	Нітрати	мг/дм^3	45,0	45	5,0	2,05
11	Залізо	мг/дм^3	0,3	0,3	0,1	0,07
12	Фтор	мг/дм^3	1,2	0,7-1,5	0,9	1,0

2.3.2 Класифікація методів доочищення питної води

Виділяють наступну класифікацію методів доочищення питної води:

- з електрохімічним очищенням;
- з механічним очищенням;
- сорбційні;
- комбіновані з використанням сорбції та іонного обміну;
- мембранні.

Фільтри з електрохімічним очищенням питної води дозволяють утримувати іони важких металів, за допомогою них руйнуються шкідливі органічні сполуки, знищуються мікроорганізми, знижується жорсткість води.

Найвідомішими представниками цієї групи фільтрів є установки типу «Ізумруд» і «Каскад ». Вода в них проходить обробку електролізом.

Механічні фільтри затримують тільки зважені у воді частинки завдяки фільтрації через матеріал з найдрібнішими порами або через металеві сітки, керамічні фільтри і т. д.

Сорбційні фільтри містять завантаження з активованого вугілля або синтетичних сорбентів. Затримуються органічні речовини, хлор, галометани, хлорфеноли, мікроорганізми, знижуються запахи й присмаки. Іноді активоване вугілля буває оброблене азотнокислим сріблом, що дозволяє підсилити бактерицидну дію фільтра. До сорбційних фільтрів належать більшість існуючих у продажу побутових установок доочищення води, наприклад, «Родник», «Прибій» і т. д.

Комбіновані фільтри завантажують активованим вугіллям й іонообмінними смолами, іноді використовуються природні іонообмінники (цеоліт, клиноптилоліт).

Мембранні (зворотньоосмотичні) фільтри затримують практично всі розчинні у воді солі й органічні речовини.

Список рекомендованої літератури

1. Мельникова Е. А. Руководство по химическому и технологическому анализу воды / Е. А. Мельникова. – Москва, 1973. – 273 с.
2. Скоробогатов Г. А. Осторожно! Водопроводная вода! (Ее химические загрязнения и способы доочистки в домашних условиях.) / Г. А. Скоробогатов, А. И. Калинин. – Санкт-Петербург. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. – 156 с.
3. Водоснабжение / А. Я. Найманов, С. Б. Никиша, Н. Г. Насонкина, Н. П. Омельченко, В. Н. Маслак, Н. И. Зотов, А. А. Найманова. – Донецк : Норд-Прес, 2004. – 650 с.

Контрольні питання

1. Які вимоги ставляться до відбору проб води, види відбору проб води?
2. Що таке консервування проб води та які існують їх умови консервування?
3. Як відбувається підготовка екологічно чистої питної води методом спрямованої кристалізації?
4. Як використовують шунгіт для очищення води?
5. Якими є методи доочищення питної води?
6. Якою є класифікація методів доочищення питної води?
7. Якими є санітарно-екологічні показники якості води у м. Харкові? Проаналізуйте їх.

Тема 3 Організація контролю якості та властивостей води

3.1 Основні елементи лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах

Лабораторно-виробничий контроль ділиться на декілька елементів:

- контроль якості води, що знаходиться на очисних спорудах;
- контроль якості води на всіх стадіях її очищення, включаючи воду, що подається споживачам;
- контроль якості реагентів, які надходять на станцію;
- контроль технологічних параметрів завантажувальних матеріалів;
- контроль якості замішування, розчинення й дозування реагентів.

3.2 Основні точки технологічного ланцюга для відбору проб для аналізів

Відбір проб для аналізів на станціях, що мають повний комплекс водоочисних споруд, проби води для аналізів відбираються в таких точках:

- перед змішувачем або в місцях водозабору (вихідна вода, не оброблена реагентами);
- в кінці змішувача (вода, оброблена хлором, коагулянтами, вапном та іншими реагентами);
- в кінці камер реакції (вода, що містить коагулювані пластівці суспензії);
- після кожного відстійника або освітлювача (прояснена вода);
- перед фільтрами й контактними освітлювачами;
- після кожного фільтра або контактного освітлювача (профільтрована вода);
- в резервуарах чистої води (очищена вода, що пройшла вторинне хлорування, амонізацію та інші види оброблення);
- у водоводах, за якими очищена вода подається споживачам.

3.3 Види санітарно-екологічного аналізу води

Санітарно-екологічний аналіз води може бути як повним, так і коротким. До короткого аналізу належить визначення наступних показників: температури, запаху і присмаку, кольоровості, прозорості (мутності), окиснення аміачного, нітритного і нітратного азоту, загального заліза, лужності, pH, хлоридів, залишкового хлору (хлорована вода), загального числа бактерій і колі-титра. При повному санітарному аналізі, проведеному один раз на місяць, крім показників короткого аналізу, визначають зміст у вихідній і очищеній воді сульфатів, окису кальцію й магнію, жорсткість води й цілий ряд інших параметрів.

3.4 Система лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах

Система лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах складається з груп:

• відбору проб; визначення фізичних показників і фізико-хімічних властивостей рідини; визначення вмісту азоту в різних формах (загальний, нітрити, нітрати і т. д.), фосфатів, сульфідів і хлоридів;

• лабораторія аналізу осадів стічних вод, що складається з груп: відбору проб; кількісного аналізу зважених речовин і активного мулу; аналізу хімічного складу осаду, активного мулу, піску, відходів;

• лабораторія санітарно-гігієнічної оцінки, що складається з груп: бактеріологічної; гельмінтологічної; гідробіологічної;

• група технологічної оцінки роботи певної споруди очищення.

3.4.1 Номенклатура аналізів, виконаних в лабораторіях очисних споруд

Номенклатура аналізів, виконаних в лабораторіях очисних споруд, зводиться до наступного:

• Перша лабораторія повинна виконувати всі фізико-хімічні аналізи, які дають уявлення про концентрацію й добову кількість забруднень, що надходять на очищення, оцінювати ступінь придатності стічних вод для біологічного очищення. Крім того, перша лабораторія підготовляє дані про ефективність очищення на окремих спорудах та станції в цілому, про характеристику очищеної води.

• Друга лабораторія аналізує кількість і якість відходів, піску, сирого осаду з первинних відстійників, осаду, зброджуваного в метантенках і підсушують на мулових майданчиках, і активного мулу.

• Третя лабораторія виконує бактеріологічні, гельмінтологічні й гідробіологічні дослідження проб, які надходять зі стічною водою, з осадом, зброджуваним в метантенках і підсушувальних на мулових майданчиках, з активним мулом (в аеротенках) або плівки (в біофільтрах); очищеної стічної рідини і водойми в місці випуску очищеної води.

• Група технологічної оцінки концентрує всі результати аналізів, надані аналітичними лабораторіями, обробляє їх; виміряє або контролює експлуатаційні виміри витрат стічних вод, осаду, активного мулу, пару, стисненого повітря та електроенергії; розраховує питомі характеристики основних параметрів (інтенсивність аерації, питомі витрати електроенергії, повітря, пару і т. д.), робочі навантаження за обсягом, поверхні на мул і т. д.

3.4.2 Матеріально-технічне забезпечення лабораторно-виробничого контролю

Необхідні такі мінімальні розміри приміщення лабораторії: хімічна кімната 20 м², вагова 6 м², бактеріологічна кімната 20 м² зі средоварної і мийної 10 м², комора 6-10 м², кабінет завідувача 8-10 м², бажано мати гардеробну.

Лабораторії повинні бути оснащені:

- системами водопостачання і каналізації;
- електроенергією;
- системами опалення та вентиляції;
- лабораторними меблями та обладнанням;
- реагентами (склад);
- аптечкою.

У лабораторії бажано мати підсобний столик з набором слюсарних інструментів: плоскогубцями, кусачками, лещатами, рашпілем, напилками, свердлами, паяльною лампою, ножними хутрами.

Бажано мати великі нагрівальні прилади: термостат, сушильну шафу й автоклав. Ці прилади мають знаходитися біля входу.

Список використаної літератури

1. Блувштейн М. М., Бабенков Е. Д. Пуск и наладка очистных сооружений водопровода. – Москва : Стройиздат, 1964. – 140 с.
2. Кигель Е. М., Милаенко Г. П., Кигель М. Е. – Київ : Будівельник, 1971. – 159 с.

Контрольні питання

1. Якими є головні елементи лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах?
2. Які існують основні точки технологічного ланцюга щодо відбору проб аналізів?
3. Якими є види санітарно-екологічного аналізу води?
4. Який графік лабораторно-виробничого контролю застосовується на очисних спорудах?
5. Якою є система лабораторно-виробничого контролю на очисних спорудах?
6. Якою є номенклатура аналізів застосовується в лабораторіях очисних споруд?
7. Яким є матеріально-технічне забезпечення є для лабораторно-виробничого контролю?

Тема 4 Деякі аспекти, пов'язані з безпекою водопостачання

Міжнародне співтовариство, розуміючи небезпеку і реальність погіршення систем водопостачання, приділяє серйозну увагу створенню системи надійного опору терористичним загрозам.

4.1 Деякі аспекти «Плану безпеки водопостачання»

Дослідники водного тероризму, систематизуючи наявну інформацію, виділяють два основних напрямки деструктивного використання води:

вода як зброя;

вода як мета.

Основні напрямки деструктивного використання води більш детально наведені на рисунку 4.1.

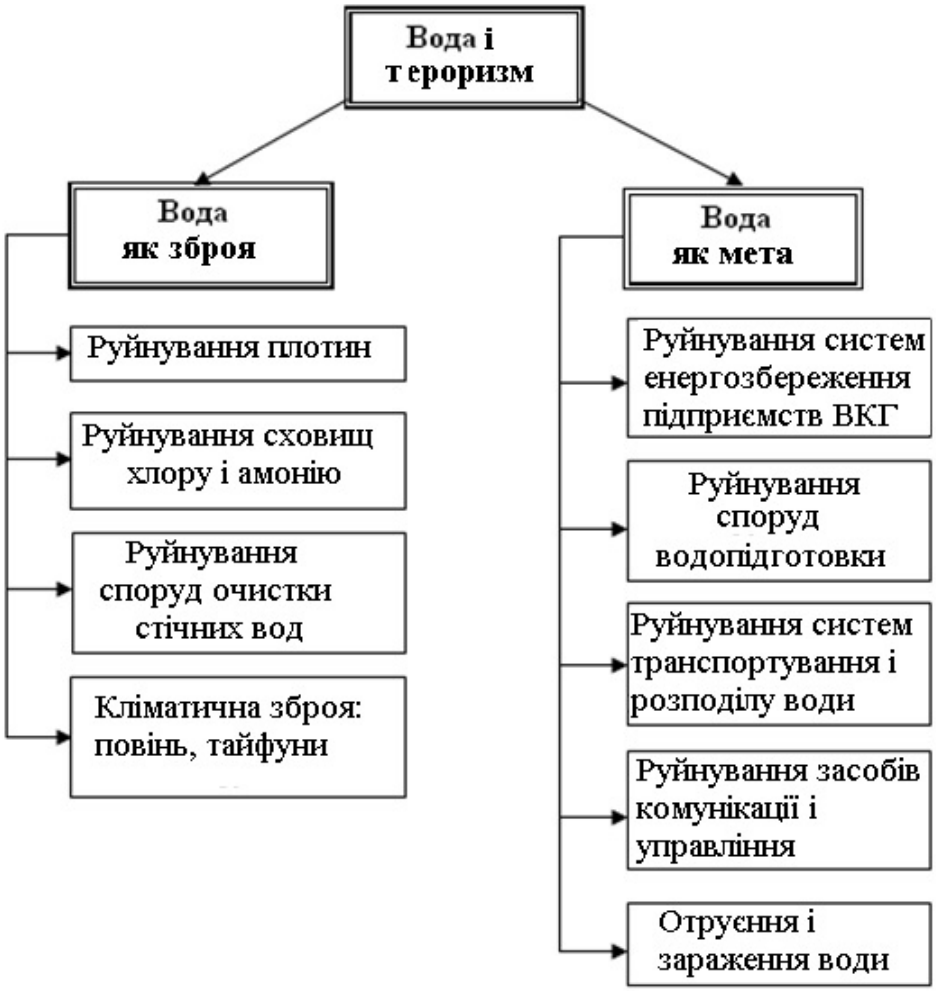


Рисунок 4.1 – Основні напрямки деструктивного використання води

У першому випадку мова йде, насамперед, про використання руйнівної сили великих мас води. Цього можна досягти, наприклад, при руйнуванні греблі, що призводить до непоправних втрат національного масштабу.

Потенційна загроза, накшталт, від греблі Київської ГЕС є унікальною, оскільки Київське водосховище крім величезної маси води (близько 4 млрд т), містить ще 90 тис. т радіоактивних мулів, що утворилися після аварії на ЧАЕС у 1986 р.

Озброєний «військовий» аспект – високотоксичні реагенти, що застосовуються для очищення води: рідкий хлор та ін. Запаси рідкого хлору в ряді випадків досягають декількох десятків.

Виведення з ладу споруд очищення стічних вод населених пунктів, особливо великих міст. Приклад аварії на насосній станції Диканівських очисних спорудах м. Харкова в 1995 р. показує, наскільки це небезпечно в екологічному й санітарному аспектах. Неочищені стоки є потенційною хімічною та біологічною загрозою для джерел питного призначення.

4.2 План безпеки водопостачання

До плану безпеки водопостачання входять:

1. Достатність, надійність й ефективність системи фізичного захисту об’єктів водопостачання.
2. Наявність спецтехніки та матеріально-технічного резерву (матеріалів та обладнання) для відновлення пошкодженого.
3. Водозабірні споруди на поверхневих джерелах є маловірогідними цілями для терактів через великі розміри й масивність.
4. Водозабірні споруди на свердловинах є надто уразливими в силу їхньої компактності і, зазвичай просторового поєднання з насосною станцією першого підйому.
5. Магістральні трубопроводи є досить уразливими в силу їхньої великої протяжності (що ускладнює їхній фізичний захист) і наявності великих наземних ділянок. Актуальний приклад - пошкодження магістрального трубопроводу КП «Вода Донбасу» від каналу Сів. Донець-Донбас у зоні бойових дій.

4.3 Рішення проблеми якості води

Може бути виконано за таких умов:

1. Постійний безперервний контроль ймовірних місць можливого внесення отруйної речовини, біологічно патогенного агента або радіоактивного.
2. Оперативне визначення у водопровідній воді при виникненні підозр про їхнє застосування з одночасним попереджувальним інформуванням населення.
3. Здійснювати щоденний оперативний контроль якості природної, питної та стічної води у всіх населених пунктах України, в тому числі в умовах надзвичайних ситуацій, можна за допомогою мобільного хіміко-

бактеріологічної лабораторії (рис. 3), яка скомплектована на базі фотометра 7 500 Palintest (Англія) і бактеріологічного обладнання IDEXX (США).

4. Все обладнання лабораторії і методики виконання вимірювань атестовані в Україні й використовуються в лабораторних центрах МОЗ України та на підприємствах ВКГ.

За результатами моделювання наслідків використання різних видів зброї масового знищення було встановлено, що біологічна зброя за кількістю загиблих не поступається водній бомбі.

Нові вимоги щодо контролю якості води підвищують вимоги до кваліфікації працівників технологічних підрозділів та лабораторій і їх підготовленості до роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

У зв'язку з цим викладачами кафедри водопостачання, водовідведення та очищення води Харківського національного університету міського господарства ім. А. Н. Бекетова спільно з фахівцями КП «Харківводоканал» і ТОВ «Науково-аналітичний центр якості води» (м. Харків) була розроблена навчальна програма підвищення кваліфікації працівників лабораторій підприємств водопровідно-каналізаційного господарства України.

5. 100 г розчинного діоксину у воді здатні знищити 14 000 000 ос., 1 г ботуліна – 8 000 000 ос. Існують десятки інших речовин, у тому числі так звані малодозовані, здатні поступово через воду за 7-9 місяців знищити людей в планованих регіонах і т. д.

Глобальна світова проблема «Вода і тероризм», з якою на сьогодні Україна зіткнулася безпосередньо, вимагає невідкладних рішень з протидії поточним загрозам руйнування і знищення складної і дорогої системи централізованого водопостачання та водовідведення.

Необхідно доповнити Загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2011-2020 роки завданням «Захист від тероризму і диверсій», в рамках якої, зокрема, передбачити негайне оснащення підприємств ВКГ системами захисту об'єктів і системами оперативного моніторингу якості води, у тому числі систем on-line моніторингу.

Список рекомендованої літератури

1. Петросов В. А. Управление региональными системами водоснабжения / В. А. Петросов. – Харьков: Основа, 1999. – 320 с.
2. Корінько І. В. Контроль якості води / І. В. Корінько, В. Я. Кобилянський, Ю. О. Панасенко. – Харків: ХНАМГ, 2013. – 288 с.

Контрольні питання

1. Якими є головні аспекти «Плану безпеки водопостачання»?
2. Якими є основні напрямки деструктивного використання води?
3. Як ви знаєте основні складові «Плану безпеки водопостачання»?
4. Яка класифікація груп терактів з проблеми «Вода як мета»?
5. Якою є ступінь уразливості і відновлення об'єктів системи водопостачання?
6. Які існують рішення проблеми якості води?
7. Якими є основні світові проблеми поняття «Вода і тероризм»?

Тема 5 Фізико-екологічні показники безпеки джерел водопостачання

5.1 Аналіз показників якості води на екологічну безпеку систем водопостачання

Аналіз показників якості води на екологічну безпеку систем водопостачання здійснюють за наступними параметрами:

• температура води – 7-11 °С;

• мутність – за нормами ДСанПіН України повинна бути не вище 1,5мг/л;

• кольоровість (забарвленість) – за нормами ДСанПіН України не повинна бути вище 20 град. (в особливих випадках не вище 35 град.);

• запахи й присмаки води, що визначаються при 20 °С – за нормами ДСанПіН України не повинні перевищувати 2 балів;

• вміст розчинених речовин (сухий залишок) – за нормами ДСанПіН України сухий залишок повинен бути не більше 1000 мг/л;

• активна реакція води – за нормами ДСанПіН України pH питної води повинен бути в межах 6,0 ... 9,0, після обробки вод реагентами значення pH може істотно змінитися;

• загальна жорсткість – за нормами ДСанПіН України повинна бути не вище 7 (10) мг-екв/л (або не більше 350мг/л). За жорсткістю воду характеризують:

– дуже м'яка вода – до 1,5 мг-екв/л;

– м'яка вода – від 1,5 до 4 мг-екв/л;

– вода середньої жорсткості – від 4 до 8 мг-екв/л;

• лужність води – ГДК по лужності становить 0,5-6,5 ммоль/дм^3;

• хлориди – ГДК хлоридів у воді питної якості – 300 ... 350мг/л (залежно від стандарту);

• сульфати – ГДК сульфатів у воді питної якості становить 500 мг/л;

• фториди – вміст фтору в питній воді має підтримуватися в межах 0,7-1,5 мг/л (залежно від кліматичних умов);

• окислюваність обумовлена вмістом у воді органічних речовин і частково може служити індикатором забрудненості джерела стічними водами. Якщо менше 5 мг-екв/л вода вважається чистою, більше 5 – брудною;

• вміст сполук заліза – за нормами ДСанПіН України допускається не більше 0,3 мг/л;

• алюміній потрапляє у воду в першу чергу в процесі водопідготовки – у складі коагулянтів і при скиданні стічних вод переробки бокситів. ГДК у воді солей алюмінію складає 0,5 мг/л;

• хлор з'являється в питній воді в результаті її знезараження. За нормами ДСанПіН України вміст залишкового хлору у водопровідній воді повинно бути не менше 0,3 мг/л і не більше 0,5 мг/л. При хлоруванні є ймовірність утворення надзвичайно токсичних сполук, теж містять хлор, - діоксинів (діоксин в 68 тис. разів отруйніше ціаністого калію).

Порівняльна характеристика якості питної води в м. Харкові у порівнянні з нормами в Україні та інших країнах світу наведена у табл. 5.1.

5.2 Ступінь екологічної безпеки джерел водопостачання

Ступінь екологічної безпеки водних об'єктів $P_{еб}$ може бути виражена формулою:

$$P_{еб} = \frac{\sum^{n} П_{ф}}{\sum^{n} П_{н}} \le 1 \ , \qquad (5.1)$$

де $П_{ф}$ – фактичне значення показників якості води;

$П_{н}$ – нормоване значення показників якості води.

Значення граничнодопустимого скиду (далі ГДС) визначається для всіх категорій водокористування за основними шкідливим речовинам за формулами:

$$ГДС_{i} = V_{заг} \cdot C_{ст.i} \ ; \qquad (5.2)$$

$$V_{заг} = (V_{пр} + V_{г/п}) - V_{бп} \ , \qquad (5.3)$$

де $V_{пр}$ – об'єм водокористування для виробничих потреб;

$V_{г/п}$ – обсяг водокористування для господарсько-побутових потреб;

$V_{бп}$ – обсяг безповоротного споживання води;

$C_{ст.i}$ – концентрація *і-ої* речовини в стоці.

Таблиця 5.1 – Порівняльна характеристика якості питної води в м. Харкові з нормами в Україні та інших країнах світу

№ п/п	Параметр якості	Одиниці вимирів	ДСанПіН України	СанПіН Росії	Екол. норми	Норми ВООЗ	Норми США	Норми Франції	Норми Германії	Факт у Харкові
1.	Алюміній	мг/дм^3	0,2 (0,5)	0,5	-	0,2	1	0,2	-	0,1-0,57
2.	Мутність	мг/дм^3	0,29	1,5 (2)	0,5	2,9	0,58	1,16	-	0,3-2,2
3.	Окислюваність	мг/дм^3	4	5	-	нет	-	5	-	2,5-7,8
4.	Жорсткість	ммоль/дм^3	7 (10)	7 (10)	1,5-1,7	нет	-	-	-	4,3-9,0
5.	Сульфати	мг/дм^3	250	500	40	250	250	250	240	420-490
6.	Хлориди	мг/дм^3	250	350	30	250	400	200	250	35-96
7.	Хлороформ	мг/дм^3	60	200	-	200	100	-	-	60-100
8.	Пестициди (сума)	мг/дм^3	0,1	2	-	2	0,2	0,1	-	0
9.	Миш'як	мг/дм^3	0,01	0,05	-	0,01	0,05	0,1	0,01	0,03
10.	Свинець	мг/дм^3	0,01	0,03	0,01	0,01	0,015	0,05	0,04	0,003
11.	pH	од.	6,5-8,5	6-9	7,0-8,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6-9	6,5-9,5	-
12.	Марганець	мг/дм^3	0,1	0,1 (0,5)	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,008
13.	Залізо	мг/дм^3	0,3	0,3 (1,0)	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,26
14.	Аніонні ПАР	мг/дм^3	відсутність	0,5	-	не норм.	0,5	-	-	-
15.	Нафтопродукти	мг/дм^3	0,1	0,1	-	не норм.	-	-	-	0,01
16.	Феноли	мг/дм^3	0,001(фенол)	0,25 (фенольний індекс)	-	не норм.	-	0,0005 (фенол)	-	0
17.	Цинк	мг/дм^3	1	5	0,1	3	2	5	-	0,01
18.	Ртуть	мг/дм^3	0,0005	0,0005	-	0,001	0,002	0,001	0,001	0
19.	Талій	мг/дм^3	0,0001	-	-	ні	0,001	-	-	0
20.	Кадмій	мг/дм^3	0,001	0,001	0,0005	0,003	0,005	0,005	0,005	0
21.	Нітрити	мг/дм^3	3,3	3	0,01	33	3,3	-	0,1	0,002-0,003
22.	Цианіди	мг/дм^3	0,035	0,035	-	0,07	0,2	0,05	0,05	0
23.	Хром (+ б)	мг/дм^3	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,008
24.	1,1-дихлоретилен	мкг/дм^3	не норм.	30	-	30	7	-	-	не зн.
25.	1,2-диклоретан	мкг/дм^3	не норм.	30	-	30	5	-	-	не зн.
26.	Бензопірен	мкг/дм^3	0,005	0,7	-	0,7	0,2	-	-	не зн.

Кількість опадів з території об’єкта водопостачання визначають за формулою:

$$V_{лс} = V_{уо} \cdot F \cdot t \qquad (5.4)$$

де $V_{уо}$ – питома кількість опадів на одиницю площі території підприємства за одиницю часу;

F – площа підприємства;

t – час осадження опадів.

5.3 Класифікація способів очищення води

Основні методи, що застосовуються при очищенні води можна звести до класифікації, наведеної на рисунку 5.2.

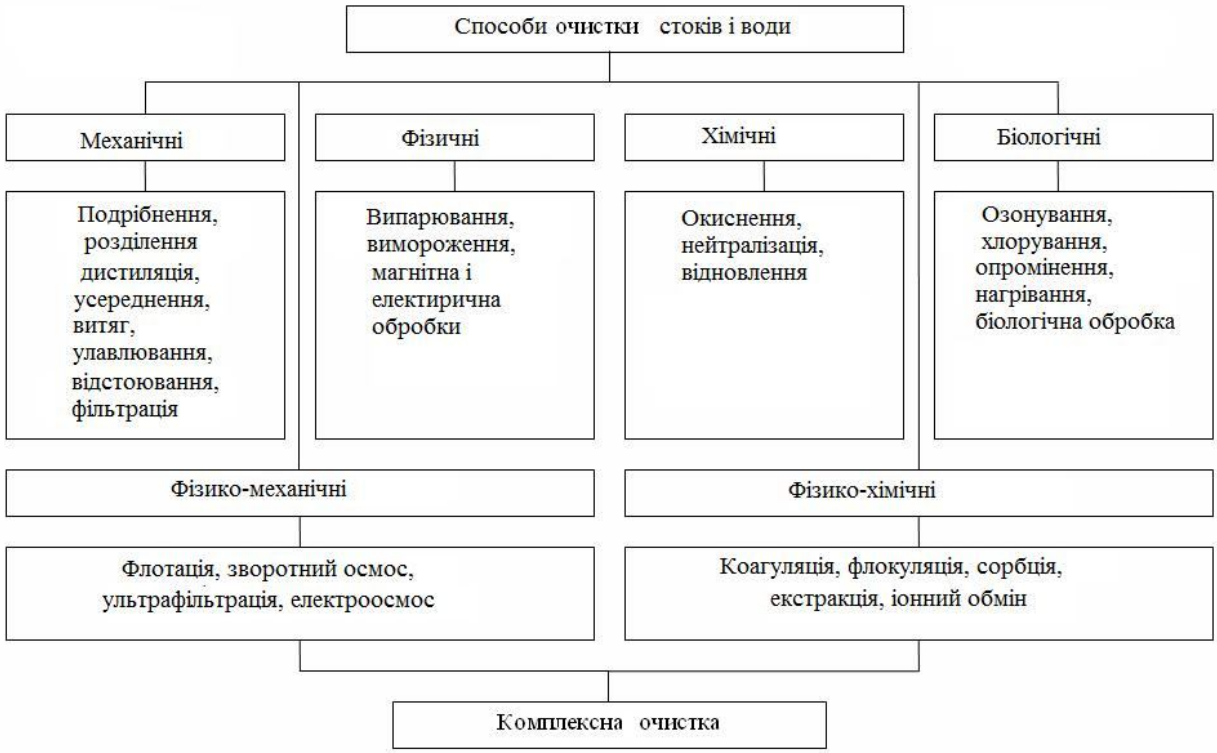


Рисунок 5.2 – Класифікація способів очищення води

Механічні способи очищення застосовуються для очищення стоків від твердих і масляних забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

• подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;

• відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтопасток, пісковловлювачів та інших відстійників;

• поділ води й забруднювачів за допомогою центрифуг і гідроциклонів;

• усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин і домішок до рівня, за допомогою якого стоки можна скидати у водойми або каналізацію;

• виключення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребків та інших пристроїв;

• фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше – шляхом пропускання їх через пісок;

• освітлення води шляхом пропускання її через пісок або спеціальні пристрої, наповнені композиціями або мінералами, здатними поглинати завислі частки.

Вибір схеми очищення води від завислих часток і нафтопродуктів залежить від виду та кількості забруднень і необхідного ступеня очищення.

Фізико-механічні способи очищення води базуються на флотації, мембранних методах очищення, азотропній відгонці.

Флотація – процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода – повітря, вода – тверда речовина).

Процес очищення СПАР, нафтопродуктів, волокнистих матеріалів флотацією полягає в утворенні системи «частинки забруднень – бульбашки повітря», яка випливає на поверхню й утилізується. За принципом дії флотаційні установки класифікуються наступним чином:

• флотація з механічним диспергуванням повітря;

• флотація з подачею повітря через пористі матеріали;

• електрофлотація;

• біологічна флотація.

Зворотний осмос (гіперфільтрація) – процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. При концентрації солей 2-5 г/л має бути тиск до 1 МПа, а при концентрації солей 10-30 г/л – близько 10 МПа.

Ультрафільтрація – мембранний процес поділу розчинів, що має малий осмотичний тиск. Застосовується для очищення стічних вод від високомолекулярних речовин, завислих часток і колоїдів.

Електродіаліз – процес сепарації іонів солей у мембранному апараті, який здійснюється під дією постійного електричного струму. Електродіаліз застосовується для демінералізації стічних вод. Як головне обладнання використовуються електродіалізатори, які складаються з катіонітових і аніонітових мембран.

Хімічне очищення застосовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних дільниць, для окислення сірководню та органічних речовин, для дезінфекції води та її знебарвлення.

Нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де використовуються кислоти й луги. Нейтралізація здійснюється шляхом змішування кислих стічних вод з лугами, додаванням до стічних вод реагентів (вапна, карбонатів кальцію та магнію, аміака та ін.) або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит, крейда, вапняк та ін.).

Кількість реагенту для нейтралізації стічних вод визначають так:

$$M_p = k\frac{100}{B}V_{cm}\cdot m\cdot C_k \ , \qquad (5.5)$$

де k – коефіцієнт запасу реагенту;

B – кількість активної складової в стічній воді;

V_{cm} – кількість стічних вод;

m – витрата реагенту для нейтралізації активних речовин;

C_k – концентрація кислоти та лугу.

Окислення застосовується для знезараження стічних вод від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфіди), а також від органічних сполук. Як окислювачі використовуються хлор, озон, кисень, хлорне вапно, гіпохлорид кальцію та ін.

Фізико-хімічні методи очищення. *Коагуляція* – процес з'єднання дрібних частинок забруднювачів у великі за допомогою коагулянтів. Для позитивно заряджених частинок коагулюючими іонами є аніони, а для негативно заряджених – катіони. Як коагулянти застосовуються вапняне молоко, солі алюмінію, заліза, магнію, цинку, сірчанокислого кальцію, вуглекислого газу та ін. Коагулююча здатність солей тривалентних металів у десятки разів вище, ніж двовалентних і в тисячу разів більше, ніж одновалентних.

Флокуляція – процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення зв'язків між ними й молекулами флокулянтів. Як флокулянти використовують активну кремнієву кислоту, ефіри, крохмаль, целюлозу, синтетичні органічні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, поліакрилати, поліетиленаміни та ін.).

Для освітлення води одночасно використовуються коагулянти й флокулянти (наприклад, сульфат алюмінію та поліакриламід ПАА). Коагуляція і флокуляція здійснюється в спеціальних ємностях і камерах.

Під час очищення води застосовується й *електрокоагуляція* – процес укрупнення частинок забруднювачів під дією постійного електричного струму.

Сорбція – процес поглинання забруднень й і рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селикогелем,

активною глиною та ін.). Адсорбційні властивості сорбентів залежать від структури пор, їх величини, розподілу за розміром, природи освіти. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, які поглинаються на одиницю їхнього обсягу або маси (кг/м^3).

Пристрої для вилучення із стічних вод або розчинів за цим методом виготовляють у вигляді фільтрів. Кількість затримуваних фільтром забруднень визначають за формулою:

$$M_З = (H - h) F\, ad \ , \qquad (5.6)$$

де H – висота шару сорбенту;

h – емпірична константа;

F – площа фільтру;

ad – динамічна активність сорбенту.

Розрізняють три види сорбційних процесів очищення стоків: абсорбція, адсорбція, хемосорбція.

При *абсорбції* поглинання забруднень утворюється всією масою (об'ємом) абсорбованої речовини.

При *адсорбції* поглинання забруднень відбувається тільки поверхнею адсорбенту за рахунок молекулярних сил двох взаємодіючих тіл.

При *хемосорбції* поглинання забруднень сорбентом відбувається з утворенням на поверхні поділу нового компонента або фази.

Вибір сорбенту визначається характером і властивостями забруднень. Процес очищення стоків різними видами сорбентів здійснюється в спеціальних колонах, заповнених сорбентами.

Екстракція – вилучення зі стічних вод цінних речовин за допомогою екстрагентів, які повинні мати такі властивості: високу екстрагуючих здатність, селективність; малу розчинність у воді; щільність, відмінну від щільності води, невелику питому теплоту випаровування; малу теплоємність; вибухобезпечність і нетоксичність, невисоку ціну.

Екстрагування речовин зі стічних вод здійснюється одним із методів: перехресно-течійним, ступінчасто протитечійним, безперервно протитечійним. Обсяг екстрагента, необхідного для екстракції, обчислюють за формулою:

$$V_e = m_e \cdot n \cdot V_{ст} \ , \qquad (5.7)$$

де m_e – питома витрата екстрагента для однієї екстракції;

n – число екстракцій;

$V_{ст}$ – кількість стічних вод, що підлягають екстракції.

Цей спосіб застосовується для вилучення із стічних вод фенолу.

Іонний обмін базується на вилученні зі стічних вод цінних домішок хрому, цинку, міді, ПАР за рахунок обміну іонами між домішками й іонітами (іонообмінними смолами) на поверхні розділу фаз «розчин - смола». За знаком заряду іоніти поділяються на катіоніти й аніоніти, які мають, відповідно, кислі та лужні властивості. Іоніти можуть бути природними й синтетичними. На практиці застосовуються природні іоніти типу алюмосилікатів гідрооксидів і солей багатовалентних металів, іоніти з вугілля й целюлози й різноманітні синтетичні іонообмінні смоли. Найважливішою властивістю іонітів є їхня поглинаюча здатність – обмінна ємність (кількість грам-еквівалентів у стічній воді, що поглинаються 1м^3 іоніта до повного насичення).

Після механічних, хімічних та фізико-хімічних методів очищення у стічних водах можуть знаходитися різноманітні віруси й бактерії (дизентерійні бактерії, холерний вібріон, збудники черевного тифу, вірус поліомієліту, вірус гепатиту, цитопатогенні віруси, аденовірус, вірусів, що викликають захворювання очей). Отже, з метою запобігання захворювань, стічні води перед повторним використанням для побутових потреб підлягають біологічному очищенню.

Стерилізація води здійснюється шляхом нагрівання, хлорування, озонування, обробки ультрафіолетовими променями, біообробки, електролізу срібла, коли срібний електрод застосовується як анод, а вугілля – як катод. Іони срібла мають бактерицидну дію. Для стерилізації 20 м^3 необхідно виділити з анода 1 г срібла. Інший метод електролізної обробки води полягає в додаванні у воду кухонної солі, яка при пропущенні струму розкладається з виділенням вільного хлору.

Біологічне очищення здійснюється в біофільтрах, в аеротенках, в аеротенках з заповнювачами, в окислювальних каналах, у біотенках. Біологічне очищення може здійснюватися і в природних умовах на полях зрошення, полях фільтрації, біологічних водоймах. Залежно від мікроорганізмів, які беруть участь у руйнуванні органічних речовин, розрізняють аеробну (окислювальну) і анаеробну (відновлювальну) біологічну очистку стічних вод.

У виробничих умовах часто доводиться використовувати комплексні методи очищення, які базуються на механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних способах і пристроях для вилучення забруднень.

Список рекомендованої літератури

1. Джигирей В. С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В. С. Джигирей, В. М. Сторожук, Р. А. Яцюк. – Львів : Афіша, 2001. – 272 с.

2. Насонкіна Н. Г. Підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання / Н. Г. Насонкіна. – Макіївка: ДонНАБА, 2005. – 181 с.

Контрольні питання

1. Наведіть аналіз показників якості води на екологічну безпеку систем водопостачання.

2. Яка якість питної води в м. Харкові у порівнянні з нормами якості в Україні й деяких країнах?

3. Що таке ступінь екологічної безпеки джерел водопостачання?

4. Яку ви знаєте класифікацію способів очищення води?

5. Наведіть характеристику механічних способів очищення води.

6. Наведіть характеристику фізико-механічних способів очищення води.

7. Наведіть характеристику хімічних способів очищення води.

8. Наведіть характеристику фізико-хімічних способів очищення води.

9. Наведіть характеристику іонного обміну та знезараження питної води.

Тема 6 Екологічна безпека поверхневих джерел водопостачання

Стан річкової води в Україні оцінюється за гідрохімічними показниками від слабо забрудненої до сильно забрудненої. До найнебезпечніших забруднень, що надходять у воду водотоків, належать: іони металів, токсичні й біологічно активні речовини, нафтопродукти, феноли, пестициди, хлорорганічні сполуки.

Гриби не тільки вражають шкіру, але й викликають ураження практично всіх органів і систем людини.

У зв’язку з дефіцитом води, основним джерелом централізованого водопостачання все частіше стають водосховища, канали й прісноводні моря, що утворилися в результаті штучного перекриття водних магістралей.

Використання традиційних технологій дозволяє видаляти з води лише ті види хімічних забруднень, які знаходяться у вигляді суспензії, емульсій, колоїдів, або які здатні швидше переходити в нерозчинну форму під час обробки води реагентами, або сорбуватися на пластівчатому осаді, що утворюється під час коагуляції.

Знаходять застосування біологічні методи видалення органічних речовин з природних вод. Встановлена висока ефективність біологічного окиснення галогенорганічних сполук, у першу чергу, трихлоретилен видаляється з води практично повністю, хлороформ, чотирихлористий вуглець і тетрахлоретилен на 89-91 %, бромдихлорметану на 76 %.

Для очищення води від нітратів використовуються фізико-хімічні методи (іонний обмін, зворотній осмос).

Підвищений вміст заліза у воді становить особливу небезпеку для здоров’я людей. Надлишок заліза накопичується в печінці людей у колоїдній формі (оксиду заліза) і викликає незворотні зміни в організмі. За наявністю

феромагнітних домішок для очищення природних вод використовують магнітні й біологічні методи.

Застосування зворотньоосмотичного методу обробки дозволяє видаляти з води не тільки солі, але й цілий ряд органічних забруднень, що знаходяться в молекулярно-розчиненому стані.

При зворотному осмосі необхідно не допускати забруднення мембрани, тобто завислі речовини мають відводитися від мембрани й не сорбуватися ні на її поверхні, ні в її обсязі.

Хлор є досить ефективним дезінфікуючим агентом, при цьому він відносно дешевий і досить стійкий, щоб перебувати в системах водопостачання достатній час. Однак на початку 70–х років виявили, що хлорування питної води призводить до утворення небажаних хлорорганічних та інших сполук, що є хімічними забруднювачами води. Хлорування є причиною утворення мутагенних хімічних речовин у питній воді.

Під час обробки води активним хлором утворюються особливо небезпечні речовини:

• *хлороформ канцерогенно активний;*

• *діхлорбромметан, хлорідбромметан, тріброммета*н, *що володіють тагенними властивостями та ін.*

Встановлено, що навіть при оптимальних умовах проведення коагуляційних процесів із води вдається видалити не більше 40 % біорозкладаних органічних речовин, а ассимульований органічний вуглець взагалі не видаляється при коагуляції, бо для зниження його концентрації потрібні великі дози коагулянтів.

Діоксид хлору усуває присмаки й запахи, зумовлені життєдіяльністю водоростей. Використання діоксиду хлору є ефективним для обробки води, що містить продукти життєдіяльності й відмирання зелених, діатомових, синьо-зелених та інших водоростей.

Існують реагенти з подібною до хлору дезінфікуючою здатністю, але які є менш активними хлоруючими агентами. Використання гіпохлориту натрію дозволяє зменшити концентрацію хлорорганічних сполук у воді на 30 %.

Сьогодні водне господарство стоїть перед альтернативою: якщо не вдасться запобігти подальшому погіршенню якості води в вододжерелах, виникає невідворотна ситуація, коли ціна питної води зросте настільки, що її використання для побутових потреб, окрім пиття, виявиться економічно невигідним.

Це неминуче призведе до необхідності докорінної *структурної реорганізації системи централізованого водопостачання* шляхом введення локальних установок доочищення, поділу мереж для технічних і питних потреб і зрідка навіть шляхом відмови від централізованого розподілу питної води

через мережу й перехід до автономних систем водопостачання окремих об'єктів.

Однією з ознак масового розвитку в обростаннях водопровідних споруд мікроорганізмами є наявність у воді летких речовин, які можна визначати за їхнім запахом. Іншим можливим показником зростання бактерій є присмаки, які часто пов'язані з застоєм води в окремих ділянках мережі.

З мікроорганізмів, здатних викликати обростання трубопроводів, що транспортують питну воду, найчастіше зустрічаються інфузорії, жгутикові, коловертки, молюски та ін.

Під час транспортування води в магістральних трубопроводах відбувається реакція між водою й матеріалом трубопроводу – з підвищенням температури води посилюються хімічні й біологічні процеси у воді і чим довше вода знаходиться в трубопровідній системі, тим сильніше змінюється якість води.

Хлорування й ультрафіолетова обробка істотно впливають на акумуляцію й загибель патогенних мікроорганізмів.

Знезараження води сполуками хлору забезпечує збереження якості води в розподільних мережах за мікробіологічними показниками. Проте присутність залишкового хлору може призвести до додаткового утворення побічних хлорорганічних продуктів, основну частину яких складають тригалогенметани (далі ТГМ).

Список рекомендованої літератури

1. Джигирей В. С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В. С. Джигирей, В. М. Сторожук, Р.А. Яцюк. – Львів: Афіша, 2001. – 272 с.

2. Насонкина Н. Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения / Н. Г. Насонкина. – Макеевка : ДонНАСА, 2005. – 181 с.

Контрольні питання

1. Яким є стан води у джерелах водопостачання, що використовуються для питного водопостачання?
2. Якими способами видаляють нітрати й залізо в процесі підготовки питної води?
3. Якими є особливості знезараження води хлором і діоксидом хлору?
4. Чому відбувається погіршення якості питної води при її транспортуванні?

Тема 7 Підвищення екологічної безпеки питної води за рахунок використання активованих розчинів реагентів

7.1 Теоретичні передумови магнітно-електричної активації розчинів реагентів

На сьогоднішній день увага приділяється вдосконаленню технологій і розробці нових ефективних методів очищення природних вод. До них належить аналізований у цій роботі метод обробки води з використанням активованих розчинів коагулянту, що дозволяє збільшити продуктивність очисних споруд, знизити витрати реагентів, використовуваних при очищенні води без погіршення її якості.

Дослідження з інтенсифікації очищення води із застосуванням активованих розчинів коагулянту сульфату алюмінію виконувалися в лабораторних умовах із використанням модельної води Харківського водопроводу й води р. Дніпро, яка надається на очисні споруди м. Світловодська.

Якісні показники води р. Дніпро на місці водозабору очисних споруд м. Світловодська характеризуються високою кольоровістю, що досягає в окремі періоди року 85-100 град. ПКШ і незначним вмістом завислих речовин. Найбільш напруженим, з погляду очищення води, є періоди весняної повені, осіннього паводка й низької температури води.

Механізм впливу активованих розчинів реагентів на процеси очищення води можна пояснити наступними чинниками:

• накладання на водні розчини зовнішнього магнітного поля змінює їхню структуру й створює умови для утворення іонних асоціатів субмікроскопічного та колоїдного ступеня дисперсності;

• утворені під впливом магнітного поля іонні асоціати є зародками нової фази субмикроскопічного та колоїдного ступеня дисперсності й після своєї стабілізації виконують функцію додаткових центрів коагуляції;

• стабілізація іонних асоціатів здійснюється за допомогою анодно-розчиненого заліза, вміст якого не перевищує 1 000-1 500 мг/дм³ 10 % розчину коагулянту сульфату алюмінію.

Активування розчину коагулянту здійснюється в спеціальному пристрої, що передбачає освіту іонних асоціатів, що виникають унаслідок магнітної обробки та закріплення їх анодно-розчиненим залізом.

Теорія освіти іонних асоціатів при магнітній обробці розчину обґрунтована в працях Класена В. І., Терновцева В. Є. та ін.

7.2 Схема ланцюга апаратів для активації розчинів коагулянту

Схема ланцюга апаратів для активації розчинів коагулянту та її активація зображена на рисунку 7.1.

Рисунок 7.1 – Схема ланцюга апаратів для активації розчинів коагулянту

Активація реагентів відбувається на спеціальних апаратах, конструктивна схема моделі якого наведена на рис. 7.2.

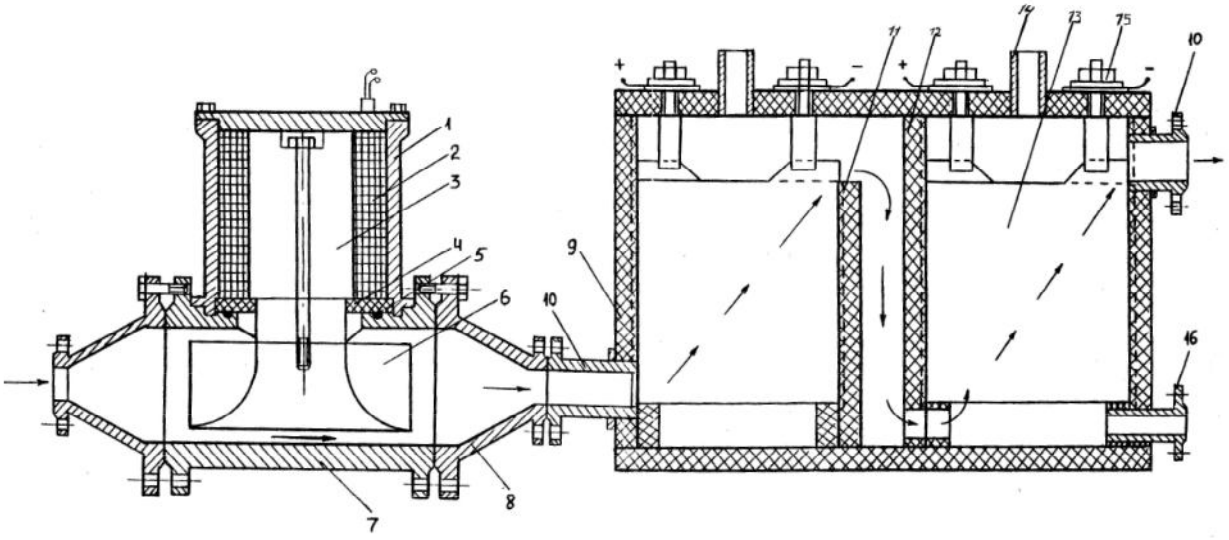


Рисунок 7.2 – Конструктивна схема моделі активатора реагенту:
1 – корпус електромагнітної системи; 2 – котушка; 3 – осердя; 4 – діомагнітна плита; 5 – гідроізолюючі прокладки; 6 – полюсний наконечник; 7 – корпус магнітопроводу; 8 – сполучна муфта; 9 – корпус електрокоагулятора; 10 – впускний і випускний патрубок; 11, 12 – перегородка переливна й прохідна; 13 – пластини; 14 – штуцер для відводу водню; 15 – сполучна клема; 16 – зливний патрубок

Встановлено, що використання у процесі підготовки питної води активованого розчину коагулянту дозволяє знизити його дози в середньому на 20-25 % без погіршення якості освітленої води, підвищити продуктивність системи водопідготовки, в середньому, на 15-18 %, обробку води активованим розчином коагулянту доцільно виробляти при вмісті завислих речовин в освітленній воді до 150–200 мг/дм³. Отримані дані проводилися на лабораторній установці для активації розчину коагулянту (рис. 7.3).

1. Розчин коагулянту сульфату алюмінію

2. Апарат для магнітної активації розчину коагулянту

3. Електролізер

4. Випрямний пристрій

5. Активований розчин коагулянту

Рисунок 7.3 – Лабораторна установка для активації розчину коагулянту

Підвищення ефективності роботи споруд водопостачання за допомогою активованого розчину коагулянту сульфату алюмінію можна пояснити зниженням агрегативної стійкості колоїдних систем і збільшенням адсорбційної ємності гідроксиду алюмінію, який утворюється в процесі очищення води.

Список рекомендованої літератури

1. Душкин С. С. Физические методы водоподготовки : Учебн. пособие / С. С. Душкин. – К. : УМК ВО, 1989. – 151 с.

2. Современные методы очистки воды и пути их интенсификации / С. С. Душкин, И. Н. Гусь, О. В. Володченко, В. О. Тихонюк–Сидорчук // Вісник ОДАБА. – Одеса : Астропринт, 2003. – Вып. 11. – С. 136-140.

3. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения [Текст]: учебное пособие / А. А. Василенко, П. А. Грабовский, Г. М. Ларкина, А. В. Полищук, В. И. Прогульный. – Киев – Одесса : КНУСА, ОГАСА. – 2007. – 307 с.

4. Душкин С. С. Повышение эффективности работы фильтров очистных сооружений водопровода / С. С. Душкин, Е. Б. Сорокина, Г. И. Благодарная // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Вып. 65. – Харьков : ХГПУ, 1999. – С. 30–34.

Контрольні питання

1. Які теоретичні передумови магнітоелектричної активації розчинів реагентів ви знаєте?

2. Як виглядає схема ланцюга апаратів для активації розчинів коагулянту. Якою є її активація?

3. Який вигляд має конструктивна схема моделі активатора реагенту? Проаналізуйте її.

4. Чому відбувається зниження ξ-потенціалу золю гідроксиду алюмінію в залежності від способу активації?

5. Яким є режим роботи лабораторної установки для активації розчину коагулянту?

6. Який вигляд має технологічна схема очищення води, що включає відстійники й фільтри? Назвіть місце введення активованих розчинів реагентів.

7. Як впливає активований розчин коагулянту на гідравлічну крупність?

8. Якими є ефективні режими активації для розчинів коагулянту сульфату алюмінію?

9. Який має вплив активований розчин коагулянту сульфату алюмінію на тривалість фільтроциклу?

10. Як впливає активований розчин коагулянту на параметри фільтрування?

11. Який має вплив активований розчин коагулянту на залишковий вміст алюмінію в освітленій воді?

12. Те саме на поліпшення бакпоказників освітленої води?

13. Те саме на гідробіологічні показники освітленої води?

14. Яка ефективність освітлення води від завислих речовин при обробці активованим розчином?

15. Те саме по кольоровості?

ЗМ 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З ПІДЗЕМНИХ ДЖЕРЕЛ

Тема 8 Підвищення екологічної безпеки питної води в процесі очистки

У процесі очистки питної води значну увагу, з точки зору екологічної безпеки, необхідно приділяти вилученню нітратів. Вилучення нітратів з питної води здійснюють за допомогою біологічних методів. Особливістю денітрифікації питної води є необхідність закріплення бактерій на носії та вирощування їх у такій кількості, щоб біологічні реакції протікали досить швидко.

Для очищення стічних вод від біогенних елементів використовуються такі методи: фізико-хімічний, біологічний, комбінований.

8.1 Методи біологічного вилучення азоту і фосфору

З урахуванням екологічних факторів найбільша увага приділяється процесам, які здатні одночасно видаляти з стічних вод і фосфор, і азот. Таким методом є біологічний метод видалення азоту і фосфору.

Суть біологічного методу видалення азоту і фосфору полягає в тому, що на стадії біологічного очищення стічна рідина проходить послідовно три зони:

- анаеробну,
- безкисневу,
- аеробну.

Одним з основних методів біологічного вилучення фосфору є метод з анаеробною обробкою оборотного рециркульованого активного мулу. Застосування такої технології дозволяє витягувати фосфати з ефективністю близько 90 %. Видалення фосфору відбувається з надмірним мулом і муловою водою, що утворюються в споруді для анаеробної обробки мулу.

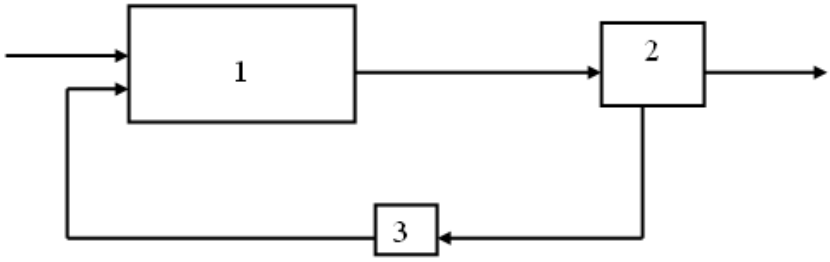


Рисунок 8.1 – Метод біологічного вилучення фосфору:
1 – аеротенк; 2 – відстійник; 3 – споруди для анаеробної обробки

Значну увагу також приділяють методу біологічного вилучення фосфору A/O (Anaerobic-Oxic). У технології A/O (рис. 8.2) ефект вилучення сполук фосфору досягає 70%. За допомогою цієї схеми почергової аеробної та анаеробної обробці піддається суміш стічної рідини й активного мулу, а фосфор з системи виводиться з надмірним мулом.

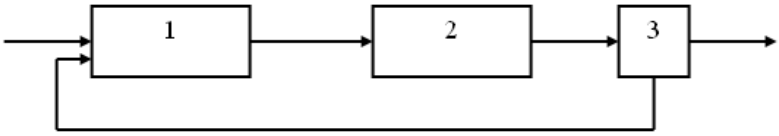


Рисунок 8.2 – Метод біологічного вилучення фосфору A/O (Anaerobic-Oxic)
1 – анаеробна зона; 2 – аеробна зона; 3 – вторинний відстійник

Метод біологічного вилучення фосфору Pherodox та його технологія Pherodox передбачає, що активний мул із вторинного відстійника направляється в анаеробну зону, а ілова суміш з аеробної зони, так як і в попередній схемі, повертається в першу аноксидну (рис. 8.3).

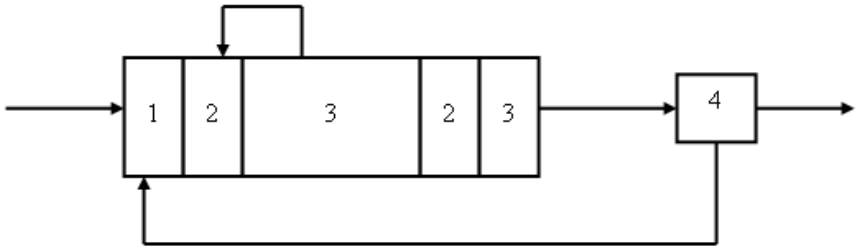


Рисунок 8.3 – Метод біологічного вилучення фосфору Pherodox:
1 – анаеробна зона; 2 – аноксидна зона; 3 – аеробна зона;
4 – вторинний відстійник

Сьогодні на практиці застосовуються різні схеми, що поєднують у собі біологічний процес і хімічне осадження, наприклад, широкої популярності набув комбінований спосіб вилучення азоту і фосфору (рис. 8.4).

Амонійний азот за даною схемою видаляється іонообмінним способом шляхом фільтрування стічної води через кріноптілоліт. Отримана після регенерації аміачна вода (1 %–ний розчин) може використовуватися як добриво.

Комбінований спосіб очищення побутових стічних вод, для споруд невеликої пропускної спроможності, включає дві стадії обробки стоків:

– коагуляція завислих і колоїдних забруднень шляхом введення в стічну воду реагентів (мінеральних коагулянтів і ПАА), пластівців, освітлення;

– вилучення розчинених органічних забруднень у результаті біохімічного окиснення їх при фільтруванні освітленої стічної води через пористе завантаження.

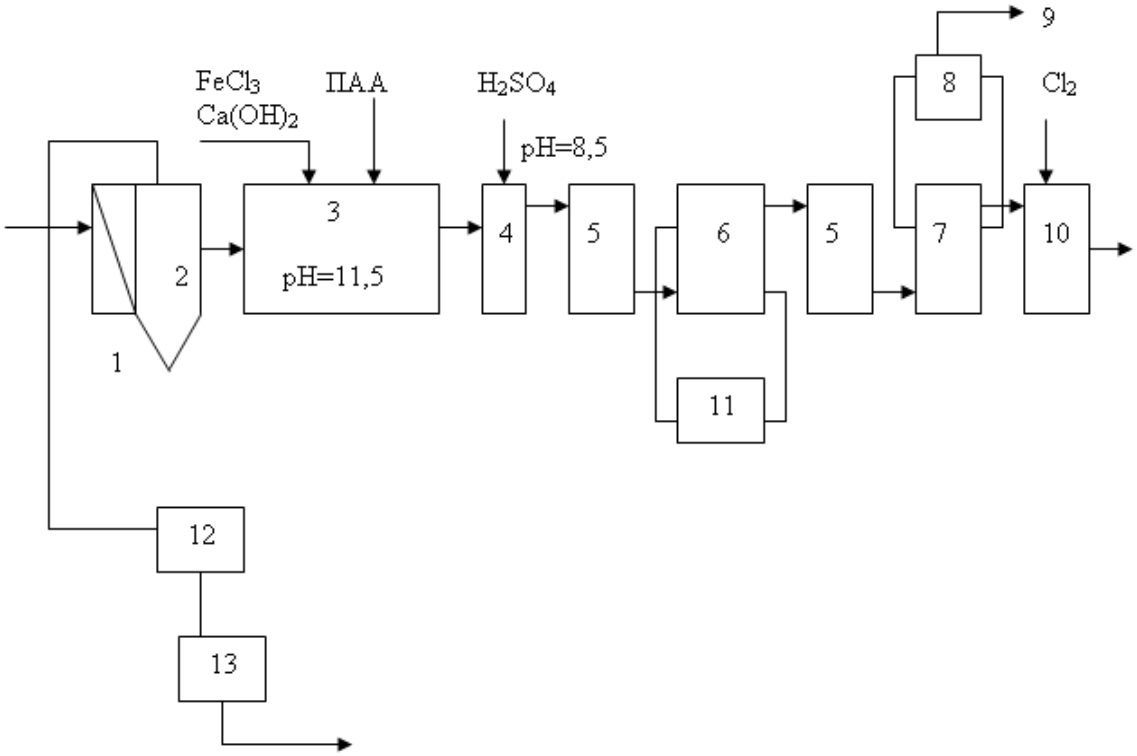


Рисунок 8.3 – Технологічна схема фізико-хімічної очистки стічних вод:
1 – решітка; 2 – пісколовка; 3 – комбінований відстійник-освітлювач;
4 – регулювання pH; 5 – двошаровий фільтр; 6 – фільтр з активним вугіллям;
7 – фільтр, завантажений кріноптілолітом; 8 – блок регенерації кріноптілоліта;
9 – 1–% аміачна вода; 10 – контактний резервуар; 11 – блок регенерації
активного вугілля; 12 – ущільнювач осаду; 13 – цех зневоднення осаду

Як пористе завантаження можуть бути використані керамзит, шлаки та інші пористі матеріали.

Денітрифікація води відбувається за схемою, що зображена у рисунку 8.4.

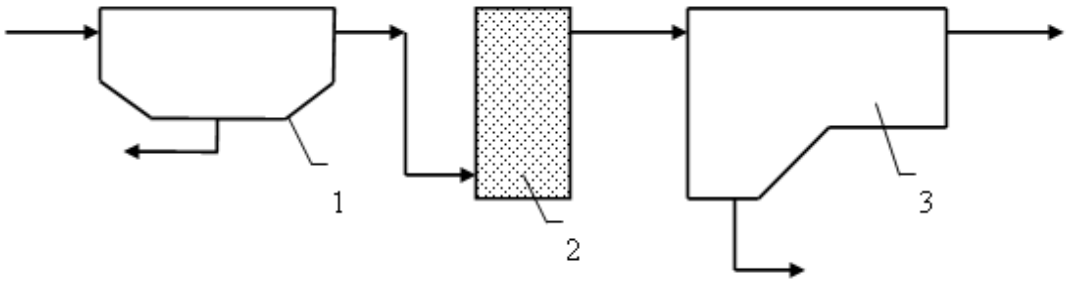


Рисунок 8.4 – Схема денітрифікації:
1 – приймальний резервуар; 2 – денітрифікатор; 3 – резервуар очищеної води

8.2 Очищення води води сполук заліза

У природній воді містяться сполуки дво– і тривалентного заліза. У поверхневих водах залізо зазвичай зустрічається у вигляді або органічних і мінеральних комплексних сполук, або колоїдних і тонкодисперсних суспензій (рис. 8.5). Найпоширенішою формою заліза в *підземних* водах є гідрокарбонат заліза, який є стійким тільки за наявністю значних кількостей вуглекислоти й відсутності розчиненого кисню.

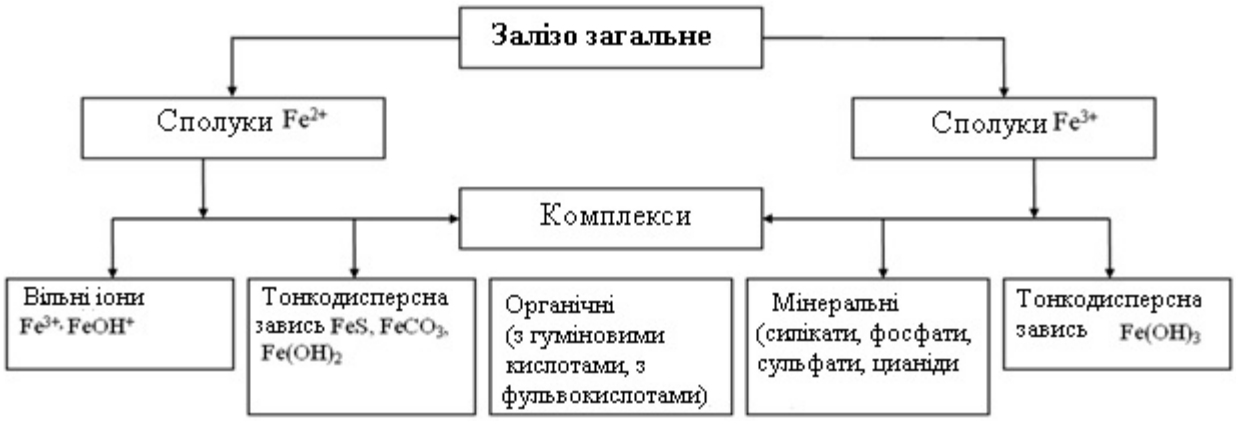


Рисунок 8.5 – Форми сполук заліза у воді

Окиснення заліза відбувається за такою реакцією:

$$4Fe^{2+} + O_2 + 8H_2O = 4Fe(OH)_3 \downarrow + 8H^+ . \qquad (8.1)$$

У процесі експлуатації піщаних фільтрів (на висоті $50 \div 60$ см) безповоротно кольматуючий верхній шар завантаження нерозчинними сполуками заліза видаляються в процесі промивки. У деяких випадках уся товща завантаження перетворюється на «моноліт». Однією з причин, що викликають зниження ефективності знезалізнення, є біологічне обростання зерен завантаження.

Останнім часом успішною заміною піщаного завантаження є плаваюче завантаження зі спіненого полістиролу. Таке завантаження добре відмивається водою і при збереженні високої ефективності знезалізнення дає можливість на 20 % скоротити витрату промивної води. Це завантаження піддається механічному стиранню.

Цих недоліків немає у завантаженні з синтетичних волокон. Волокнисте завантаження виготовляється з синтетичних поліефірних (лавсан) або поліамідних волокон (капрон), які застосовуються в системах підготовки води питної якості.

Під час застосування для знезалізнення біореакторів із волокнистої насадкою досягається одночасно два ефекти: за участю бактерій руйнується органічна речовина, а за допомогою окислювача (кисню повітря) – захисні колоїди.

8.3 Технологія очищення стічних вод від солей важких металів

Важкі метали охоплюють більше 40 хімічних елементів із відносною щільністю більше 6 г/см³ (наприклад, ртуть, свинець, кадмій, миш'як, мідь, ванадій, олово, цинк, сурма, малібден, кобальт, нікель та ін). За домінуванням особливо токсичних елементів у забруднювачі антропогенні джерела можна охарактеризувати наступним чином:

- спалювання вугілля – Se, As, Zn, Hg та ін.;
- кольорова металургія – As, Sb, Cu, Ag, Sr, Cd, Al, Sn, Pb, Mo та ін.;
- текстильна промисловість - Al, Pb, V, Cr та ін.;
- автотранспорт – Pb, Sn.

8.3.1 Вплив солей важких металів на людину

Розрізняють два види впливу важких металів (далі ВМ) на організм людини:

- *специфічне*, що приводить до виникнення певних захворювань у результаті виборчого впливу на органи й системи організму;
- *неспецифічне*, при якому дія елементів сприяє зростанню хвороб, пов'язаних з іншими факторами.

Сучасні технології очищення стічних вод ведуться згідно з наступним тенденціям:

- застосування в технологіях очищення нових реагентів (коагулянтів, флокулянтів, осаджувачів різних домішок та ін.)
- використання для виготовлення очисних установок пластмас та інших корозійностійких матеріалів;
- прагнення до компактності водоочисних комплексів;
- повна автоматизація процесу очищення на основі мікроелектроніки.

Основними напрямками розробки технологій, схем та установок для очищення води, що забезпечують більш економічні й екологічні рішення очищення багатокомпонентних стічних вод, є:

- комплексне вирішення питань водного господарства промпідприємств з розробкою схем повторного й багаторазового використання очищених стічних вод, а також поповнення ними оборотних систем водопостачання, що забезпечить зменшення плати за воду та водовідведення;
- розробка енергозберігаючих технологій та обладнання для очищення стічних вод, що дозволить швидко окупити витрати на будівництво нових споруд;
- реконструкція діючих очисних споруд із використанням новітніх технологій та обладнання.

8.3.2 Класифікація основних методів очищення стічних вод від ВМ

Метод окиснення від важких металів охоплю обробку стічних вод: хлором і його похідними, озоном, киснем повітря, технічним киснем, реагентами-окисниками (перекис водню, біхромат і перманганат калію, оксиди марганцю, формальдегід та ін.), електрохімічним окисненням; радіаційним окисненням.

Класифікація основних методів очищення води, що містять солі важких металів, зводиться до схеми (рис. 8.6).

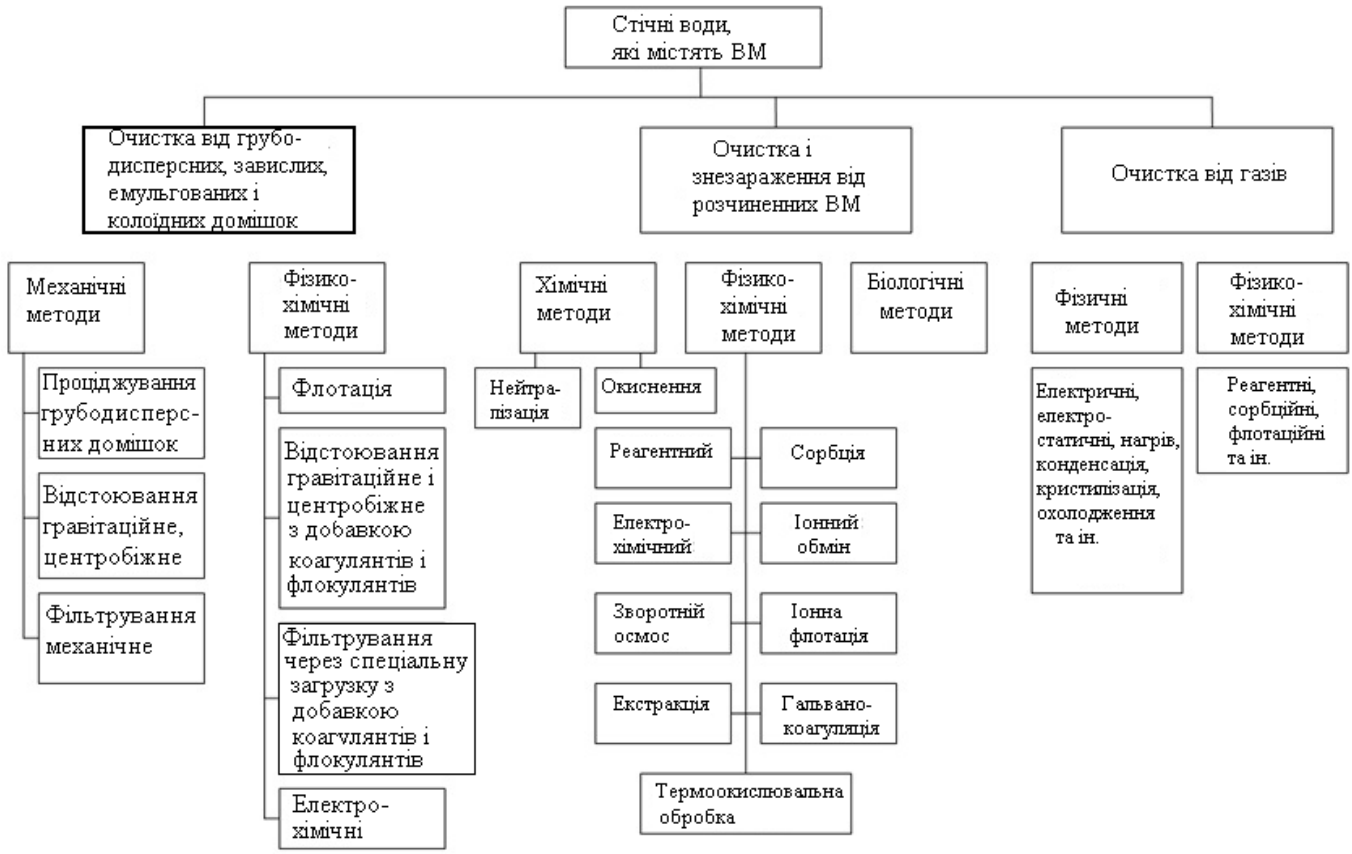


Рисунок 8.6 – Класифікація основних методів очищення води від важких металів

Список рекомендованої літератури

1. Насонкина Н. Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения / Н. Г. Насонкина. – Макеевка : ДонНАСА, 2005. – 181 с.

2. Долина Л. Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов : Монография / Л. Ф. Долина. – Днепропетровск : Континент, 2008. – 254 с.

3. Николадзе Г. И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г. И. Николадзе. – Москва : Стройиздат, 1978. – 160 с.

Контрольні питання

1. Якими є методи біологічного вилучення фосфору?
2. У чому полягає метод біологічного вилучення фосфору Pherodox?
3. Що включає технологічна схема фізико-хімічної очистки стічних вод?
4. Що таке комбінований метод очищення побутових стічних вод від азоту?
5. Які існують форми сполук заліза у воді?
6. Якими є особливості знезалізнення питної води?
7. У чому полягає технологія очищення стічних вод від солей важких металів?
8. Як впливає на людину вміст важких металів у воді?
9. Якою є класифікація основних методів очищення стічних вод, що містять солі важких металів?

Тема 9 Еколого-технічні особливості експлуатації очисних споруд водопостачання

9.1 Характеристика споруд для підготовки природних вод

Технологічна безпека роботи очисних споруд водопостачання передбачає ряд заходів. У складі персоналу, що обслуговує станції підготовки природних вод, повинні бути:

–начальник водопровідної станції, особа яка відповідальна за загальний стан і роботу водопровідної станції;

– технолог водопровідної станції, особа яка безпосередньо відповідальна за відповідність якості води встановленому стандарту, своєчасний контроль технологічного і санітарного режимів підготовки води на всіх стадіях, дотримання заданих технологічних параметрів, дози реагентів, що вводяться в підготовлену воду, організацію змінного чергування, своєчасний ремонт технологічного устаткування тощо;

– завідуючий лабораторією, особа яка відповідальна за організацію і ведення лабораторних робіт, своєчасний контроль якості очищення води, встановлення необхідних доз реагентів, своєчасне замовлення і контроль якості вступників на станцію реагентів;

– оператори споруд водопідготовки та хлораторних установок, коагулянтщики, пробовідбирачі, лаборанти-хіміки, вантажники, особи які здійснюють позмінно всі необхідні технологічні операції в цехах та контрольні функції в лабораторії.

Облік роботи очисних споруд фіксується в наступних журналах:

- технічної експлуатації (щодня реєструють обсяг обробленої води й води,

витраченої на власні потреби, витрата реагентів та їхні дози, найменування споруд й агрегатів, які перебували в роботі, очищенні, на ремонті, промиванні і т.д.);

- аналізів (щодня вносять результати аналізів вихідної води, якості води на окремих стадіях її обробки, очищеної води й т. д.);
- складському (записують обсяг реагентів, що надійшли, вбули итрачені й зберігаються на складі водопровідної станції).

9.2 Екологічна безпека експлуатації реагентного господарства очисних споруд водопроводу

Екологічна безпека експлуатації реагентного господарства включає контроль:

- маси або об'єму завантаженого реагенту – при кожному зачиненні;
- періодичності й тривалості завантаження – позмінно;
- тривалості та інтенсивності перемішування, тривалості відстоювання розчину – у міру розчинення;
- концентрації розчинів у реагентних баках – у міру розчинення реагенту або розбавлення розчинів;
- точності дозування розчинів – щогодини й частіше, у міру зміни режиму подачі води й концентрації розчину реагенту;
- стану дозуючих пристроїв – щокварталу чи не рідше двох разів на рік.

Відстійники й освітлювачі із завислим осадом повинні забезпечувати необхідний ступінь освітлення води. Прозорість її повинна бути не менше 25 см за шрифтом або 80–90 см – за хрестом, каламутність – 8–15 мг/л, вміст залишкового алюмінію – не більше 35 % дози коагулянту (сульфату алюмінію), кольоровість – не більше 20 град.

Фільтрувальні споруди повинні забезпечувати доведення якості обробленої води за органолептичними показниками згідно вимогами ДСанПіНу.

9.3 Можливі несправності в роботі споруд підготовки води і способи їх усунення

Основні несправності, які можуть виникати при роботі споруд підготовки води й способи їх усунення представлені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Основні несправності в роботі споруд підготовки води

Несправності	Причина виникнення	Спосіб усунення
1	2	3
Фільтри		
Періодичне підвищення мутності фільтрату	Різкі коливання гідравлічного навантаження	Відреголювати й стабілізувати швидкість фільтрації

Продовження таблиці 9.1

1	2	3
Непреривне підвищення мутності фільтрату	Тривалість фільтроциклу вище оптимальної	Промити завантаження, зменшити тривалість фільтроциклу
	Підвищене гідравлічне навантаження на фільтр	Знизити швидкість фільтрації
	Недостатня грязеємність фільтруючого шару	Навантажити фільтруючий матеріал, збільшивши висоту фільтруючого шару
Утворення воронок на поверхні фільтруючого шару	Руйнування дренажу	Розгрузити фільтр, відновити дренаж або замінити дренажні труби
	Недостатня товщина підтримуючих шарів гравію або неправильно підібрана їхня крупність	Розвантажити фільтр і збільшити гравійну підстилку
	Нерівномірний розподіл промивної води по площі фільтру	Відрегулювати розподіл (перевірити і забезпечити горизонтальність переливних жолобів)
Обволікання й обростання піщинок органічними або мінеральними відкладеннями	Низька інтенсивність промивки й недостатнє перетирання частинок піску	Збільшити інтенсивність і рівномірність промивки
Виніс піску з фільтрату	Висока інтенсивність промивки	Зменшити швидкість промивки
	Зменшення об’ємної ваги піщинок у результаті обволікання їх органікою	Збільшити тривалість промивки чи обробити завантаження 5 % розчином хлорної води
Освітлювачі із завислим осадом		
Періодичний вихід мутної води	Різкі коливання гідравлічної загрузки на освітлювач	Відрегулювати й стабілізувати навантаження
	Порушення дозування реагентів у змішувач	Перевірити і наладити дозування
	Зміна концентрації реагентів проти нормативної	Строго дотримуватися заданої концентрації
	Різка зміна висоти завислого осаду	Скинути шлам через оптимальний проміжок часу
Непереривний вихід мутної води	Збільшення висоти стояння завислого осаду проти оптимальної	Скинути частину шламу в каналізацію, встановивши оптимальну висоту шару осаду
	Невірно розраховані дози реагентів	Подати реагенти в змішувач в оптимальній дозі
	Завищене гідравлічне навантаження на освітлювач	Зменшити навантаження до нормативного

Список рекомендованої літератури

1. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: Справочник / П. Р. Хоружий, А. А. Ткачук, П. И. Батрак. – Київ : Будівельник, 1993. – 232 с.

2. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справочник / [Под ред. В. Д. Дмитриева, Б. Г. Мищукова]. – Ленинград : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 333 с.

Контрольні питання

1. Якою є характеристика споруд для підготовки природних вод?
2. Яким чином відбувається облік роботи на очисних спорудах водопроводу?
3. Що входить до обов'язків персоналу водопровідної станції?
4. Що входить до переліку заходів, виконуваних при пуску очисних споруд водопроводу?
5. Якими є обов'язки персоналу реагентних цехів очисних споруд водопроводу?
6. Що включає екологічна безпека експлуатації реагентного господарства очисних споруд водопроводу?
7. Якими є особливості експлуатації відстійників і освітлювачів очисних споруд водопроводу?
8. Які особливості експлуатації фільтрувальних споруд очисних споруд водопроводу?
9. Які можуть бути несправності в роботі фільтрів та як їх усунути?
10. Які можуть бути несправності в роботі освітлювачів зі завислим осадом? Як їх усунути?

Тема 10 Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України

Згідно з наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008 р. N 190, передбачені наступні правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України :

1. Загальні положення:

• Виробник обслуговує вуличні, квартальні та дворові мережі водопостачання та водовідведення, споруди й обладнання, а також технологічні прилади й пристрої на них, які перебувають у нього на балансі.

• Приймання стічних вод від підприємств, установ, організацій до системи централізованого водовідведення здійснюється відповідно за

Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.

• За стан водопровідних мереж, які проходять у технічних підвалах і до яких приєднані внутрішньобудинкові мережі, відповідають підприємства та організації, у яких вони перебувають на балансі.

• Виробник відповідає за технічний стан мереж гарячого водопостачання тільки якщо такі мережі перебувають у нього на балансі.

• Межею вуличної мережі водовідведення, яку обслуговує виробник, є контрольний колодязь на ній включно, а межею дворової мережі водовідведення – перший від будинку колодязь включно.

• У випадку відсутності контрольного колодязя на випуску водовідведення межею будинкової мережі є її приєднання до вуличної мережі.

2. Договірні відносини:

• Договірні відносини щодо користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення здійснюються виключно на договірних засадах відповідно до Законів України «Про питну воду та питне водопостачання» та «Про житлово-комунальні послуги».

• Розрахунки за спожиту питну воду та скид стічних вод здійснюються на основі показів засобів обліку.

• Водокористування вважається безобліковим, якщо споживач самовільно приєднався до систем централізованого комунального водопостачання та водовідведення або самовільно користується ними.

• У разі безоблікового водокористування виробник виконує розрахунок витрат води за пропускною спроможністю труби вводу при швидкості руху води в ній 2,0 м/с та дією її повним перерізом протягом 24 год за добу.

• Розрахунковий період при безобліковому водокористуванні встановлюється з дня початку такого користування. Якщо термін початку безоблікового водокористування виявити неможливо, розрахунковий період становить один місяць.

• Споживачі, що передають об’єкт централізованого водопостачання та водовідведення на баланс новому балансоутримувачу або власнику, повинні в семиденний термін після передачі повідомити про це виробника. Новий балансоутримувач також у семиденний термін після прийняття об’єкта повинен письмово повідомити виробника про прийняття на себе зобов’язань щодо водокористування та водовідведення і оформлення договору.

• Плата за воду, яка використовується на поливання дворів, вулиць, зелених насаджень, газонів, прибирання громадських і дворових туалетів тощо, сплачується споживачами відповідно до показів засобів обліку води або норм водоспоживання.

• Обсяг питної води, поданої до теплових пунктів (котелень), фіксується засобами обліку, які встановлені на межі балансової належності.

• Споживачі, що мають власні водозабори й скидають стічні води до мереж централізованого водовідведення, при відсутності засобів обліку стічних

вод подають виробнику дані про об’єм та показники якості стічних вод відповідно до умов договору.

• Вода, що використовується на поливання вулиць та зелених насаджень населених пунктів, заповнення водойм і заливання ковзанок, в розрахунках за стічні води не враховується при наявності засобу обліку на водопровідному трубопроводі, що подає воду на ці потреби.

• Для приєднання до систем централізованого водопостачання та водовідведення замовнику необхідно отримати технічні умови.

• Забороняється будь-яке приєднання об’єктів водоспоживання до діючих систем централізованого водопостачання та водовідведення.

• Підключення нових об’єктів до систем централізованого водопостачання та водовідведення виконується за наявності проектів, розроблених і узгоджених згідно з нормами проектування та цими Правилами.

Термін розгляду наданої на узгодження проектної документації та її узгодження, за умови відсутності відхилень від технічних умов приєднання й відповідних нормативних документів, не може перевищувати п’ятнадцяти робочих днів з дня отримання виробником.

У тих випадках, коли в проектній документації виявлені відхилення від технічних умов приєднання або відповідних нормативних документів, виробник протягом п’ятнадцяти робочих днів з дня отримання проекту має надати замовнику лист із зауваженнями та рекомендаціями щодо доопрацювання або узгодити її.

3. Система обліку водопостачання та водовідведення:

• Обладнання вузла обліку здійснюється за рахунок споживачів.

• Установка засобів обліку здійснюється відповідно до проекту, погодженого виробником.

• Засоби обліку в місцях їх приєднання до трубопроводів повинні бути опломбовані представником виробника й захищені від несанкціонованого втручання в їхню роботу, яке може порушити достовірний облік кількості отриманої води.

• Споживач забезпечує захист приміщень, де розташовані вузли обліку, від ґрунтових, талих і дощових вод та інших шкідливих впливів; утримує зазначені приміщення в належному стані; не допускає доступу сторонніх осіб і забезпечує доступ представників виробника за службовими посвідченнями до засобів обліку, водопровідних пристроїв та обладнання.

• Повірка, ремонт та обслуговування засобів обліку, що належать споживачам (крім квартирних), виконуються за їхній рахунок.

• Споживач відповідає за цілісність та збереження засобів обліку, пломб і деталей пломбування.

• У разі зняття показів засобів обліку представник виробника зобов’язаний перевіряти цілісність пломб на засобах обліку, гідрантах, запірній арматурі та інших водопровідних пристроях, що перебувають у споживача, а також пересвідчитись у відсутності витоку води у мережі споживача.

• Для контролю витрат води у споживачів, які не мають засобів обліку, а також для перевірки показів встановлених засобів обліку виробник має право встановлювати на вводах контрольні засоби обліку.

• Тривалість роботи контрольних засобів обліку має бути не менше ніж 15 днів.

У разі відсутності засобів обліку стічних вод їх облік здійснюється такими методами:

1) за допомогою засобів обліку на водозаборах;

2) за паспортною продуктивністю насосів на водозаборах;

3) за паспортним дебітом усіх свердловин та проектною потужністю поверхневого водозабору.

• У разі недостатнього тиску в мережі централізованого водопостачання для постачання водою верхніх поверхів будинків за проектом, узгодженим з виробником, передбачаються насоси для підвищення тиску води, а при постійному надмірному тиску понад 1 кг/см^2 – регулятори тиску «після себе».

• Насосні станції підкачування холодної води та регулятори тиску, що розміщені в житлових будинках або прибудовах до них, перебувають на балансі споживачів і обслуговуються ними.

• Вуличні водорозбори (колонки) призначені для колективного водокористування. Місце їх встановлення визначається за пропозицією місцевих органів самоврядування та за погодженням виробника.

• Не дозволяється біля водорозбору прати білизну, мити автомашини, вози, посуд, домашніх тварин тощо, приєднувати до водорозбірних колонок труби й шланги, а також чинити інші дії, що суперечать санітарним вимогам.

• Експлуатація та ремонт водорозборів здійснюються виробником або споживачами, на балансі яких перебувають ці водорозбори й які зобов’язані:

а) стежити за станом водорозборів, цілісністю їх частин, дотримуватися санітарних вимог;

б) не допускати нецільового використання води, утворення калюж та намерзлого льоду;

в) зберігати непошкодженими водостоки та підступи до водорозборів;

г) виконувати дезінфекцію й фарбування приладів водорозбору в термін, визначений договором.

• Використання питної води з систем централізованого водопостачання для охолодження будь-якого обладнання за прямоточною схемою забороняється. З цією метою повинні були налаштовані системи зворотного водопостачання.

4. Дворові системи водовідведення:

• Для приймання стічних вод із внутрішньодомової мережі водовідведення використовуються дворові мережі водовідведення, а для випуску їх у вуличну мережу водовідведення – каналізаційні з’єднувальні лінії.

• Каналізаційні з’єднувальні лінії та дворові мережі водовідведення будуються споживачами за власний кошт.

• Місцеві станції перекачування стічних вод споруджуються в окремому приміщенні підземного або наземного типу (залежно від глибини закладання мережі водовідведення), територія якого має бути огороджена. Машинний зал, резервуар та грабельне відділення, як правило, встановлюють в одній споруді.

• Приймання стічних вод від районів, у яких немає централізованої системи водовідведення, здійснюється через зливові станції.

5. Профілактика мереж водовідведення:

• Колодязі, встановлені на мережах водовідведення, що належать споживачам, мають бути завжди доступні для огляду, вільні від завалів ґрунтом, будівельним сміттям тощо. Забороняється залишати колодязі з нещільно причиненими, розбитими або зсунутими з нього люками, отворами в стінках колодязів. Узимку споживачі зобов’язані очищати ляди колодязів від снігу та льоду.

• До зимового періоду споживачі повинні:

а) ліквідувати всі наявні та приховані витоки води;

б) замінити або відремонтувати аварійні ділянки трубопроводів та обладнання;

в) відключити всі тимчасові водопровідні лінії, обладнані на літній період;

г) захистити вузол обліку та підведені до нього трубопроводи від замерзання (при цьому необхідно забезпечити безперешкодне зняття показів засобів обліку);

ґ) у холодних приміщеннях, де прокладені водопровідні труби, здійснити їх теплову ізоляцію, вставити шибки, відремонтувати двері та забезпечити їх щільне зачинення;

д) забезпечити ремонт дверей та справну роботу систем опалення на сходових майданчиках, де прокладені труби, а там, де немає опалення, - достатню теплову ізоляцію водопровідних труб;

е) здійснити достатнє утеплення водонапірних баків та трубопроводів, прокладених на горищах;

є) забезпечити влаштування подвійних люків або утеплення ляд у водомірних камерах;

ж) забезпечити утеплення пожежних гідрантів і позначити місце їх розташування світловими показниками згідно з ГОСТ 12.4.026 -76*.

10.1 Правила приймання стічних вод споживачів у каналізаційну мережу м. Харкова

Згідно з Рішенням виконавчого комітету Харківської міської ради від 08.09.2010 № 321, до приймання стічних вод споживачів у каналізаційну мережу м. Харкова ставляться вимоги, наведені нижче.

КП «Харківводоканал» має право:

• Контролювати якість, кількість та режим скиду стічних вод Споживачів.

• Здійснювати раптовий (у будь-яку годину доби), не погоджений зі Споживачем заздалегідь, відбір проб для контролю за якістю стічних вод, що скидаються.

• Вимагати від Споживачів будівництва локальних очисних споруд при систематичному скиді понаднормативних забруднень.

• Заборонити скидання стічних вод Споживача у каналізаційну мережу при загрозі виходу з ладу мереж та порушенні технологічного режиму роботи очисних споруд з вини Споживача.

• Надавати Споживачам до сплати у встановленому порядку розрахункові документи.

КП «Харківводоканал» зобов'язаний:

• Забезпечити приймання, відведення й очищення стічних вод Споживача згідно з умовами укладеного Договору на послуги водовідведення.

• Проводити відбір проб для хімічного аналізу стічних вод Споживачів з ціллю визначення відповідності фактичних концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах Споживачів, встановленим допустимим концентраціям.

Споживачі мають право:

• Перевіряти розрахунки допустимих концентрацій забруднюючих речовин в стічних водах свого підприємства та оскаржувати їх.

• Виконувати аналізи якості стічних вод свого підприємства у лабораторіях, що атестовані в державній метрологічній системі.

Споживачі зобов'язані:

• Виконувати в повному обсязі вимоги цих Правил та Договору на послуги водовідведення, сплачувати надані послуги КП «Харківводоканал» у семиденний термін після отримання платіжного документа або у 17-денний термін з дня його відправлення.

• Сплачувати нарахування за скид понаднормативних забруднень у разі порушення встановлених показників ДК у семиденний термін після отримання Споживачем платіжного документу.

• Виконувати попереднє очищення забруднених стічних вод на локальних очисних спорудах із обов'язковою утилізацією або вивозом утворених при цьому осадів, якщо стічні води Споживача не задовольняють вимогам Правил.

• Брати участь у ліквідації аварій і заміні аварійних мереж своїми силами та засобами, а також у відшкодуванні капітальних витрат на відновлення

системи міської каналізації у разі погіршення технічного стану та аварійних руйнувань системи міської каналізації з вини Споживача.

• Забезпечити у термін не пізніше 30 хв з моменту повідомлення можливість проведення службами КП «Харківводоканал» у будь-який час доби контрольного відбору проби стічної води, включаючи надання відповідного персоналу.

• Утримувати контрольні колодязі в належному стані, у разі необхідності обгородити їх та забезпечити доступ до них (очищувати колодязі від снігу, льоду та не захаращувати сміттям, будівельними матеріалами, транспортом тощо).

• За вимогою КП «Харківводоканал» реконструювати, розробляти й будувати локальні очисні споруди, установки за доведенням якості стічних вод до встановлених ДК, встановлювати прибори обліку, контролю та регулювання скидання стічних вод.

КП «Харківводоканал» приймає стічні води споживачів до комунальної каналізації м. Харкова за умови, якщо каналізаційна мережа та очисні споруди каналізації мають резерв пропускної спроможності.

Підключення нових Споживачів до каналізаційної мережі (або після реконструкції об'єктів) дозволяється лише за наявності проекту приєднання до каналізаційної мережі м. Харкова, розробленого у відповідності до чинних норм проектування та узгодженого з КП «Харківводоканал» у встановленому порядку.

Невід'ємною частиною дійсного Договору є Технічні умови на приймання стічних вод Споживача у міську каналізаційну мережу (далі – Технічні умови). У випадку, якщо на момент укладення Договору Споживач не має Технічних умов, він, по домовленості із КП «Харківводоканал», повинен їх отримати й виконати у терміни, що оговорюються у Договорі.

В Технічних умовах фіксується кількість, склад і якість стічних вод, які Споживач має право скидати у каналізаційну мережу, передбачається обов'язкове обладнання на випуску контрольного колодязя (далі – КК) та виконання інших умов і заходів, направлених на забезпечення безаварійної і безпечної роботи системи водовідведення міста.

Обсяги стічних вод, що скидаються Споживачем у міську каналізацію, визначаються згідно з «Правилами користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України» з урахуванням даних Паспорта водного господарства,

Контрольні колодязі, а також колодязі, що встановлені на каналізаційній мережі Споживача або на мережі міської каналізації, яка проходить через територію Споживача, повинні завжди бути доступні для огляду, вільні від завалів ґрунтом, будівельним сміттям. Забороняється залишати колодязі з нещільно прикритими, розбитими або зсуненими кришками. Взимку кришки колодязів необхідно очищувати від снігу та льоду. Місце розташування колодязів має бути позначено спеціальними табличками з прив'язкою на місцях. При зникненні або поломці кришок колодязів Споживач зобов'язаний встановити нові.

При проведенні КП «Харківводоканал» планово-попереджувальних та інших ремонтних робіт на міських мережах водовідведення, а також робіт з приєднання нових Споживачів, КП «Харківводоканал» відключає Споживачів від міської мережі каналізації, завчасно попередивши їх письмово або телефонограмою не менш ніж за п’ять діб до початку робіт.

Стічні води, що підлягають прийманню до міської каналізаційної мережі не повинні мати:

- температуру вище 40 °;
- pH нижче 6.5 або вище 9,0;
- ХСК вище БСК 5 більш ніж у 2,5.
- не повинні містити:
- забруднюючі речовини з перевищенням допустимих концентрацій, установлених для Споживача Договором з КП КГ «ХКОВ»;
- речовини, що спроможні засмічувати труби, колодязі, грати або відкладатися на стінках труб, колодязів, поверхні грат (будівельне сміття, мочало, солому, харчові й тверді виробничі відходи, абразивні порошки та інші абразивні грубодисперсні зависі, окалина, вапно, пісок, гіпс, смола, мазут, канига тощо);
- речовини, що спричиняють руйнівну дію на матеріал труб, елементи споруд каналізації та мають отруйний вплив на працівників, а саме:
- горючі домішки й розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші;
- агресивні гази з руйнуючим корозійним впливом на каналізаційні мережі й споруди та небезпечні для життя людини;
- речовини, для яких не встановлені гранично допустимі концентрації (далі – ГДК) у воді водойм рибогосподарського та інших видів водокористування, а також речовини, для визначення яких не розроблено методів аналітичного контролю;
- токсичні речовини, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод;
- небезпечні бактеріальні, вірусні, токсичні та радіоактивні забруднення;
- нерозчинні олії;
- біологічно жорсткі синтетичні поверхнево-активні речовини, які важко руйнуються;
- тільки неорганічні речовини або речовини, що не піддаються біологічному розкладу.

Категорично забороняється скидати у міську каналізаційну мережу:

- кислоти, розчинники, розчини, речовини, які містять або утворюють при змішуванні зі стічними водами сірководень, сірковуглець, оксид вуглецю,

ціаністі сполуки, легколеткі вуглеводні та інші токсичні, горючі та вибухонебезпечні речовини (бензин, діетиловий ефір, дихлоретан, бензол та їхні похідні, тощо);

- концентровані маточні та кубові розчини;
- дренажні води, конденсати й нормативно-чисті виробничі стічні води;
- організований скид поверхневих (зливових) вод з територій промислових підприємств;
- осади після локальних очисних споруд;
- ґрунт, будівельне й побутове сміття, відходи виробництва;
- понадлімітні (ті, що перевищують договірні) об'єми стічних вод;
- стічні води, в яких містяться радіоактивні, токсичні речовини, солі важких металів і бактеріальні забруднення, у тому числі стічні води інфекційних лікувальних закладів і відділень;
- промислові стічні води, взаємодія з якими може привести до утворення емульсій, токсичних або вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних речовин.
- ХСК не повинна перевищувати БПК5 більш ніж в 2,5 рази.
- Споживачі несуть встановлену законодавством відповідальність за порушення цих Правил і за аварійні ситуації, що можуть виникнути на міських каналізаційних мережах і очисних спорудах внаслідок скидання Споживачем у каналізацію забруднень, що кількісно й якісно не відповідають вимогам цих Правил.

10.2 Встановлення плати за скидання стічних вод у каналізаційну мережу

Величина плати за скидання стічних вод у міську каналізаційну мережу *(Пс)* розраховується за формулою:

$$Пс = T \cdot V_{дог} + 5T\, V_{п.дог} + V_{ПЗ} \cdot K_K \cdot H_П \ , \qquad (10.1)$$

де T – тариф, встановлений за надання послуг водовідведення Споживачам, грн/м^3;

$V_{дог}$ - об'єм скинутих Споживачем стічних вод у межах, що зумовлені Договором, м^3;

$V_{п.дог}$ - об'єм скинутих Споживачем стічних вод понад об'єми, що зумовлені Договором, м^3;

$V_{ПЗ}$ – обсяг скинутих стічних вод з понаднормативними забрудненнями, м^3;

$К_К$ – коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод та екологічного стану водойми;

$Н_П$ – встановлений норматив плати за скидання понаднормативних забруднень у систему каналізації міста, грн/м^3.

Тариф *(Т)* за послуги каналізації встановлюється згідно з чинним законодавством для відповідної категорії Споживачів. Споживачі сплачують за послуги водовідведення за тарифом у разі повної відповідності якості та режиму скиду стічних вод цим Правилам та умовам укладеного Договору.

Об'єми стічних вод Споживача *($V_{дог}$),* що підлягають оплаті, визначаються згідно з умовами Договору на послуги водовідведення.

При перевищенні вмісту забруднюючих речовин у скидах стічних водах Споживача у міську каналізацію, порівняно з встановленими допустимими концентраціями, Споживач сплачує КП «Харківводоканал» плату за скид понаднормативних забруднень, яка нараховується за встановленим нормативом плати за очищення 1 куб.м стічних вод з умістом забруднень у межах допустимих концентрацій *($Н_П$),* об'ємом скинутих понаднормативно забруднених стічних вод *($V_{ПЗ}$)* та коефіцієнтом кратності *($К_К$),* який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод та екологічного стану водойми.

Норматив плати за скид понаднормативних забруднень *($Н_П$)* у систему каналізації м. Харкова встановлюється КП «Харківводоканал» на рівні виробничої собівартості 1 м^3 стічних вод з умістом забруднень у межах встановлених цими Правилами допустимих концентрацій забруднюючих речовин.

При перевищенні фактичної концентрації одного з показників забруднень *(Сф)* над допустимою концентрацією, встановленою Договором, коефіцієнт кратності для розрахунку плати за скид понаднормативних забруднень визначається за формулою:

$$К_к = \frac{С_ф}{ДК} - 1 \ , \qquad (10.2)$$

Коефіцієнт кратності при перевищенні допустимої концентрації однієї речовини не може перевищувати 5.

При встановленні факту одночасного скидання в міську каналізацію декількох забруднюючих речовин у концентраціях, що перевищують ДК, *КК* визначається як сума коефіцієнтів кратності при перевищенні кожного показника *($К_К = К_{К1}+К_{К2}+К_{К3}+...К_{Кl}$)* за формулою:

$$К_к = \sum_{i=1}^{n} \frac{С_{фi} - ДК_i}{ДК_1} \ , \qquad (10.3)$$

де $C_{фі}$ – фактична концентрація в стічних водах Споживача *і*-ої речовини, мг/л;

ДКі – допустима концентрація *і*-ої речовини, що встановлена Договором для даного Споживача, мг/л.

Загальний коефіцієнт кратності з урахуванням перевищення допустимої концентрації кількох речовин та інших порушень не може бути більше 10. (Якщо за розрахунком вийшло, що $К_К$ більше ніж 10, то приймають $К_К$ = 10.

У випадку порушення Споживачами цих Правил у частині загальних вимог до якості стічних вод, що скидаються в міську каналізацію, порушники сплачують за послуги КП «Харківводоканал» з коефіцієнтом кратності $К_К$:

За відхилення показника pH від встановлених меж на 0,5÷1,5 одиниць pH, застосовується $К_К$ = 2.

За відхилення показника pH від встановлених меж на 1,6 та більше одиниць pH, застосовується $К_К$ = 10.

За перевищення відношення ХСК/БСК$_5$ ≤ 2,5 коефіцієнт кратності визначають за формулою:

$$К_к = \frac{ХСК}{2{,}5 \cdot БСК_5} - 1 \qquad (10.4)$$

За скидання стічних вод з температурою вище 400 С, скидання тільки мінеральних солей: $К_К$ = 2.

За скидання конденсату, дощового та дренажного стоку при роздільній системі каналізації та за скидання речовин, заборонених до скидання в міську каналізацію: $К_К$ = 5.

За встановлений факт скидання токсичних або радіоактивних забруднень, приймання яких до каналізації не було обумовлено Договором або цими Правилами $К_К$ = 5. За встановлений факт залпового скидання забруднюючих речовин: $К_К$ = 20.

У разі необхідності перекладання аварійних або заміни зруйнованих мереж і споруд каналізації внаслідок агресивного впливу стічних вод Споживачів, кошторисну вартість цих робіт (загальні капітальні вкладення) $К_{заг}$ розподіляють між Споживачами, які скидали стічні води з порушенням Правил, з вини яких сталося їх руйнування, згідно з формулою:

$$К_i = \frac{Q_i \cdot Ш_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i \cdot Ш_i} \cdot К_{заг}, \qquad (10.5)$$

де $К_i$ – відшкодування заподіяних збитків *і*-м споживачем на відновлення зруйнованих мереж і споруд, тис. грн;

Qi – середньодобова витрата стічних вод, які скидає *i*-й споживач, м^3/доб;

$Ш_i$ – сума платежів за скид понаднормативних забруднень з агресивними властивостями, стягнута КП «Харківводоканал» за останні три роки з *i*-го споживача.

При відмові Споживача від участі в роботах з відновленням мереж та споруд, зруйнованих внаслідок агресивного впливу його стічних вод, КП «Харківводоканал» застосовує до нього заходи, передбачені у цих Правилах.

При неможливості використання осадів і мулів у сільському господарстві через їх непридатність (підвищений вміст важких металів, токсичних речовин, тощо) та необхідності розміщення осадів і мулів на спеціальних полігонах, кошторисна вартість цих робіт (разом зі збором за забруднення навколишнього природного середовища) розподіляється серед Споживачів, які винні у забрудненні токсичними речовинами осадів та мулів. Розрахунок кошторисної вартості цих робіт для конкретного Споживача виконується за формулою:

$$B_i = \frac{П_i}{\sum_{i=1}^{n} П_i} \cdot B_{заг} \ , \qquad (10.6)$$

де B_i – частка вартості робіт з розміщення осадів і мулів, яка має бути відшкодована *i*-м Споживачем;

$B_{заг}$ – загальна кошторисна вартість робіт з розміщення осадів і мулів, тис. грн;

$П_i$ – скиди *i*-м Споживачем забруднюючих речовин, які не піддаються біологічному розкладу;

$\sum_{i=1}^{n} П_i$ - сумарні скиди усіх Споживачів забруднюючих речовин, що не піддаються біологічному розкладу, усіма Споживачами за період накопичення осадів, т.

При встановленні причетності Споживача до загазованості колекторів, яка може, привести до руйнування каналізаційної мережі та несе загрозу життю та здоров'ю обслуговуючого персоналу, КП «Харківводоканал» встановлює для нього плату за скидання понаднормативних забруднень з коефіцієнтом кратності $K_K = 5$ до усунення причин загазованості.

Список рекомендованої літератури

1. Правила приймання стічних вод споживачів у каналізаційну мережу м. Харкова / УкркомунНДІпрогрес. – 2010. – 51 с.

2. Наказ від 27.06.2008 р. № 190 Про затвердження Правил користування системами централізованого водопостачання та водовідведення в населених пунктах України / Мінжитлокомунгосп України. – 2008. – 32с.

Контрольні питання

1. Назвіть загальні положення правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України.

2. У чому полягають договірні відносини щодо користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення?

3. Що входить до системи обліку водопостачання та водовідведення?

4. Що таке дворові системи водовідведення?

5. Яким чином відбувається профілактика мереж водовідведення?

6. Які права та обов'язки у КП «Харківводоканал»?

7. Права та обов'язки споживачів КП «Харківводоканал».

8. Які існують умови приймання стічних вод споживачів у каналізаційну мережу?

9. Що входить до правил скидання стічних вод у міську каналізаційну мережу м. Харкова?

10. Як визначається величина плати за скидання стічних вод у міську каналізаційну мережу?

11. Як відбувається облік коефіцієнту кратності при скиданні стічних вод у каналізаційну мережу м. Харкова?

Тема 11 Втрати води в системах міського водопостачання

Неврахованою витратою і витоком води прийнято вважати різницю між кількістю поданої в міську мережу і корисно відпущеної, тобто поданою, води.

11.1 Класифікація витоків

Витоки і невраховані витрати води діляться на групи.

Невраховані витрати води

До цієї групи відносяться:

- витоки з труб зовнішньої міської мережі;
- витоки на внутрішніх приєднаннях, при відсутності на них водолічильників або при недостатній чутливості водолічильників;
- витоки з водорозбірних колонок;
- витоки при аваріях і при розривах труб в результаті замерзання або пошкодження;

- розкрадання води.

Вода, врахована вимірювальними приладами, але витрачена марно

До цієї групи відносяться:

- втрати води на внутрішніх приєднаннях та мережах при несправності санітарних приладів;
- нераціональні витрати води промисловими підприємствами (використання води для виробничих цілей без її обороту та ін.).

Боротьба з витоками і втратами води передбачає:

- Організацію обліку води як поданої в мережу, так і реалізованої споживачем. До неї належать правильне ведення водолічильного господарства, ремонт і перевірка приладів обліку, налагодження роботи абонентного відділу, облік витрат води при відсутності водолічильників і т. д.
- Виявлення та ліквідацію фактичних витоків і втрат води з водопровідної мережі, а також вживання заходів для попередження витоків і непродуктивних втрат води.

11.2 Безводомірний облік води

У разі відсутності приладів обліку води або при їх несправності облік поданої і реалізованої води ведеться наступним чином:

- На насосних станціях – по числу годин роботи насосів і їх продуктивності.
- У абонентів – за нормами водоспоживання.

Для забезпечення точності обліку води необхідно не рідше одного разу на рік проводити перевірку продуктивності насосів. Перевірка здійснюється:

- Об’ємним способом;
- Сольовим способом;
- За споживаною потужністю електродвигунів і т. д.

Визначення продуктивності насоса (або групи насосів) *об’ємним способом* виробляється шляхом виміру часу наповнення або спорожнення резервуара під час роботи кожного насоса окремо і під час їх різного поєднання.

Продуктивність насоса визначається за формулою:

$$q = \frac{Q}{t}\ , \qquad (11.1)$$

де Q – об’єм води, що надійшла в резервуар за час випробування, м³;

t – час випробування, ч.

Необхідно враховувати, що у випадку одночасної роботи двох насосів в одну й ту ж лінію загальна подача їх не дорівнює сумарній продуктивності обох

насосів, а буде значно менше. Тому для правильного визначення сумарної подачі води для кожної групи насосів вона повинна бути перевірена зазначеним вище об'ємним способом.

Сольовий спосіб визначення продуктивності насосів заснований на визначенні ступеня розбавлення в насосі концентрованого розчину кухонної солі.

Розрахунок *продуктивності насоса* Q в л/с ведеться за формулою проф. С. Х. Азер'єра:

$$Q = \frac{Aq}{(B-b)T}\ , \qquad (11.2)$$

де A – вміст хлоридів в розчині солі, мг/л;

B – вміст хлоридів у пробі води за насосом;

b – вміст хлоридів,що подається у воді до введення сольового розчину;

q – кількість введеного розчину в л за час T в сек.

Перевірка продуктивності насосів за споживаною потужністю електродвигунів рекомендується для середньо- і високонапірних насосів (похибка в межах 5-7 %). Цей спосіб зручний для визначення кількості води, що подається при різних режимах роботи насосів.

Розрахунок *корисної потужності електродвигуна* $N_{кор}$ у кВт ведеться за формулою:

$$N_{кор} = \frac{QH}{102 \cdot \eta}\ , \qquad (11.3)$$

де Q – продуктивність насоса, м³/год;

H – повний напір, який визначається по манометру і вакуумметрах, м;

η – коефіцієнт корисної дії агрегату;

102 – перекладний коефіцієнт.

Для забезпечення безперебійної роботи водопровідної мережі та боротьби з витоками води необхідно дотриматися наступних умов: мережа повинна бути закольцована, тупикові лінії можуть зберігатися тільки як вийняток.

11.3 Підготовка водопровідної мережі до зими

Однією з причин пошкоджень на водопровідній мережі, пов'язаних із великими втратами води, є *замерзання води в трубопроводах*. Для попередження цих втрат кожне водопровідне господарство має добре підготуватися до роботи в зимових умовах.

З приходом сильних морозів необхідно систематично проводити у вибірковому порядку вимірювання температури у водопровідній мережі, в першу чергу на ділянках, покладених у зоні промерзання грунту, на тупикових лініях та на вводах з недостатньою циркуляцією води.

Зниження температури до +1, +2 °С вважається загрозливим. У цьому випадку необхідно вживати заходів щодо прогрівання трубопроводів шляхом спуску великої кількості води через пожежний гідрант у кінці ділянки, що перебуває під загрозою.

Для відігрівання заморожених ділянок водогінної мережі та водорозбірних колонок застосовуються пересувні парові котли, типу АДУ або РІ-1-ЛС.

Замерзлі ділянки вуличних мереж відігріваються паром через зняту фасонну частину (засувку, пожежний гідрант, трійник та ін.). Через зазначений отвір за допомогою шланга з внутрішнім діаметром 12-15 мм, довжиною 25-30 м у трубу подається пар для її відігрівання.

При відігріванні замерзлої водорозбірної колонки відвертається верхня кришка і в кільцевий простір між зовнішнім корпусом і штангою просовується шланг зовнішнім діаметром 10-12 мм. Під час пуску через нього пара водорозбірна колонка швидко відігрівається.

Котли подібні АДУ і РІ-1, можуть бути виготовлені на місцях. У цьому випадку виготовлені котли повинні бути демонстровані для огляду та апробації місцевим органам Держгіртехнагляду.

Усі котли, які знаходяться в експлуатації, повинні відповідати «Правилам пристроїв і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском», затверджених Держгіртехнаглядом 17 грудня 1956 р. з урахуванням змін 1965 р.

Оператор, який працює з котлами, повинен мати спеціальне посвідчення Держгіртехнагляду про допуск до роботи.

Замерзлі труби дрібних діаметрів (50-100 мм), здебільшого будинкових вводів або відгалужень до водорозбірних колонок, можуть відігріватись електричним струмом. З цією метою трансформатор електрозварювального апарату приєднується проводами до двох кінців відігріваємої ділянки. Електричний струм, проходячи по трубах, нагріває їх, розтоплює крижані затори й відновлює рух води.

Замерзлі фасонні частини – засувки, пожежні гідранти та ін. В оглядових колодязях вони можуть відігріватись парою або гарячою водою.

11.4 Заходи боротьби з розкраданнями води

Розкрадання води можуть відбуватися головним чином через засувки на обвідних лініях і через гідранти на заводських територіях, поставлені на

транзитних лініях. Розкрадання води можуть мати місце при самовільному приєднанні абонентів.

Основними заходами по боротьбі з розкраданнями води є посилення нагляду за мережею. Усі засувки на обвідних лініях та інші пристрої, через які може здійснюватися розкрадання води, повинні бути терміново опломбовані. Усі пожежні гідранти, що складаються на транзитних міських магістралях, які проходять територією абонента, також мають бути опломбовані. У випадку зриву пломби на засувці або гідранті з абонента має бути стягнена плата за воду не з водолічильника, а з пропускної здатності трубопроводу при роботі його повним перерізом при наявному напорі в мережі.

Для визначення *кількості води* Q, викраденої під час самовільного відкриття засувки, користуються формулою:

$$Q = \mu F\sqrt{2gH} \ , \qquad (11.4)$$

де μ – коефіцієнт витрати води через засувку, рівний 0,60;

A – площа перерізу засувки в м²;

H – напір води, який визначається манометром, в м.

11.5 Гідравлічні випробування водопровідних мереж

Гідравлічні випробування покладеного трубопроводу проводиться два рази: попереднє – до установки лінійної арматури та засипки труб і остаточне – після засипки трубопроводу.

Тиск у трубах при гідравлічному випробуванні у відповідності зі СНіП має бути:

- для чавунних труб – робочий тиск + 5 атм, але не менше 10 атм;
- для сталевих труб – робочий тиск Н × 1,25, але не менше 10 атм;
- для напірних залізобетонних труб – робочий тиск + 3 атм.

Для зниження аварійності на мережах необхідно ввести суворий облік аварій і пошкоджень на мережі.

11.6 Розрахунок втрат води в системах водопостачання

Види витоків з водопровідної мережі:

- Втрати води при прихованих витоках.
- Обсяг витоків води з резервуарів чистої води.
- Втрати води у протипожежних цілях.
- Розкрадання води.

● Втрати води при пошкодженнях на водоводах і водопровідних мережах.

● Витоки води в житловому фонді.

Втрати води виникають при пошкодженнях на водоводах і водопровідних мережах (тріщини, переломи, стики, свищі тощо).

В умовах експлуатації безпосереднє вимірювання втрат води при аваріях практично неможливо, тому для оцінки обсягу втраченої води рекомендується використовувати формулу:

$$W_{ab} = 3600 \mu F t \sqrt{2gH} \,, \tag{11.5}$$

де W_{ab} – обсяг витоків води в результаті аварії, м^3;

μ – коефіцієнт витрати, що приймається 0,6;

F – площа закінчення, приймається в залежності від діаметра труби і характеру пошкодження, м^2;

t – фактичний час витоку, приймається в межах 12-24 год;

g – прискорення сили тяжіння, 9,8 м/с^2;

H – напір води в трубопроводі, МПа.

У випадку розривів, переломів труб кількість вилилась води можна визначити за формулою:

$$W_{ab} = 5358 \cdot d^2 \cdot t \cdot \sqrt{H}, \tag{11.6}$$

де t – час закінчення води при аварії, ч;

H – напір в мережі, м.

У випадку наявності тріщини в трубі кількість вилилась води можна визначити за формулою:

$$W_{ab} = 383 \cdot d^2 \cdot t\sqrt{H} \,. \tag{11.7}$$

У випадку розладу фланця, сальника, наскрізних свищах кількість вилилась води можна визначити за формулою:

$$W_{ab} = 1{,}9 \cdot d^2 \cdot t\sqrt{H} \,. \tag{11.8}$$

11.7 Втрати води у прихованих витоках

Приховані витоки води, що не виявляються під час зовнішнього огляду водопровідної мережі й споруд на ній, є невеликими течіями, які не виходять на поверхню. Якщо вода, що виходить з місць пошкодження на трубопроводі поглинається ґрунтом або надходить у підземні комунікації (наприклад, у

систему водовідведення, в канали теплотрас, у водостоки, в недіючі залишені в землі трубопроводи), приховані витоки тривалий час залишаються невиявленими й є джерелом значних втрат води .

Дослідження, виконані в НДІ КВОВ і ХНУГХ ім. О. М. Бекетова показали, що приховані витоки складають 7,75-9,2 % витрат води, яка подається в мережу.

Обсяг витоків води з резервуарів чистої води розраховується за формулою:

$$W_{рез} = 0{,}001 \cdot F \cdot q_{вит} \ , \qquad (11.9)$$

де F – змочена площа внутрішньої поверхні резервуарів, м^2;

$q_{вит}$ – витік води з резервуарів, л/м^2·доб;

0,001 – перекладний коефіцієнт літри в м^3.

Якщо дані щодо фактичних витоків води з резервуарів відсутні, то в розрахунку варто приймати величину допустимого витоку води, що дорівнює 3 л/м^2·добу відповідно до СНиП 3.05.04-85.

Витрати води, що не враховуються водолічильниками, залежить від метрологічних показників водолічильників і, згідно з дослідженнями, виконаним у НДІ КВОВ і ХНУГХ імені О. М. Бекетова, становить 4-6 % обсягу споживання, який обліковується водолічильниками.

На протипожежні цілі вода витрачається з водопровідної мережі під час пожежогасіння, перевірки дії пожежних гідрантів, протипожежних систем промислових підприємств і громадських будівель, а також під час пожежонавчання.

Вимірювання витрати води на зазначені цілі на практиці не проводиться, і тому величину вищеперелічених витрат рекомендується розраховувати за формулою (11.4), де:

q – витрата води через гідрант або протипожежний кран на промисловому підприємстві або в громадському будинку, м^3/с;

μ – коефіцієнт витрати, що приймається 0,6;

F – площа закінчення шибера пожежного стендери або протипожежного крана, м^2;

g – прискорення сили тяжіння, 9,8 м/с^2;

H – напір води в трубопроводі, МПа.

Враховуючи витрату води, можна визначити загальну кількість витраченої води Wпож під час пожежогасіння, перевірки дії пожежних гідрантів, протипожежних систем та під час пожежонавчань:

$$W_{пож} = 3600 \cdot n \cdot q \cdot t \ , \qquad (11.10)$$

де $W_{пож}$ – кількість води, витраченої на протипожежні цілі, м^3;

n – фактичне число діючих пожежних струменів, перевірених пожежних гідрантів, протипожежних засувок, шт.;

t – фактичний час дії, ч.

Час перевірки пожежного гідранта має дорівнювати 3 хв (0,05 ч).

Враховуючи витрату води при перевірці одного пожежного гідранта й кількість перевірених пожежних гідрантів, втрати води під час перевірок дії пожежних гідрантів і навчальних заняттях з ними можна визначити також за формулою:

$$W_{пож} = n \cdot q \cdot N_{nr} \ , \qquad (11.11)$$

де n – кількість перевірок пожежних гідрантів на рік;

q – кількість води, що витрачається під час перевірки одного пожежного гідранта;

Nnr – кількість пожежних гідрантів.

Розкрадання води (цей вид втрат води визначено за даними НДІ КВОВ і ХНУГХ ім. О. М. Бекетові) становить 0,9-1,1 % від обсягу води, яка подається в мережу.

Визначення витоків води в житловому фонді виконано за даними досліджень КП «Харківводоканал» і ХНУГХ ім. О. М. Бекетові. Втрати становлять в середньому 5,5 % від кількості споживаної води.

12.8 Технологічні втрати води в системах водопостачання

Проблема технологічних втрат води давно привертає увагу фахівців, але вона, як правило, до останнього часу не виходила за рамки пошуку шляхів скорочення споживання води на власні потреби лише для очисних споруд.

Сучасний стан системи водопостачання м. Харкова взагалі є незадовільним, що вимагає розробки та впровадження системи різнопланових заходів щодо його вдосконалення. Це зумовлено такими факторами:

• прогресуючої тенденцією й погіршення рівня пропонованих споживачам послуг водопостачання та водовідведення;

• підвищенням аварійності водопроводів і каналізаційних колекторів;

• важким фінансово-економічним станом підприємств водопровідно-каналізаційного господарства.

Основними напрямками розвитку водопровідно-каналізаційного господарства можуть бути прийняті наступні:

- економія водних ресурсів;
- підвищення надійності роботи систем;
- підвищення ефективності використання;
- енергетичних і матеріальних ресурсів;
- скорочення невиробничих втрат води;
- удосконалення якості очищення води і стоків;
- впровадження прозорої, економічно обґрунтованої системи ціноутворення на послуги водопостачання та водовідведення.

11.8.1 Характеристика основних складових технологічних витрат і втрат води на водопровідній мережі

Під час оцінки технологічних витрат води в системі водопостачання вивчені й статистично оброблені основні напрямки використання води у водопровідному господарстві, а саме:

- технологічні витрати води під час її транспортування;
- втрати й не враховані витрати води з системи подачі й розподілу води;
- витрати води на господарсько-питні потреби працівників водопровідного господарства;
- витрати води на утримання території зон санітарної охорони й споруд у належному санітарному стані.

Технологічні витрати на транспортування води охоплюють витрати води на водопровідних насосних станціях, на хлорування й промивання водоводів, водопровідної мережі та резервуарів чистої води в мережі згідно з Правилами технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України, в тому числі на хлорування й промивання мережі й водоводів після проведення ремонтних робіт.

11.8.2 Розрахунок технологічних втрат

До технологічних витрат на допоміжних об’єктах систем водопостачання належать:

- витрати води на потреби лабораторії, мийку автомашин, включаючи автотранспорт та ін. Ці витрати складають 0,05 % витрати води, яка подається в мережу.

Технологічні втрати на невраховані витрати води можуть бути визначені за формулою:

$$W = W_p + W_{н.р.}, \qquad (11.12)$$

де W_p – норматив фізичних втрат під час транспортування води до абонентів, м^3/рік;

$W_{н.р.}$ – норматив не врахованих витрат води, втраченої підприємством при реалізації і використанні води на протипожежні заходи, м^3/рік.

Втрати води в системі водопостачання визначають за формулою:

$$W_B = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \ , \qquad (11.13)$$

де W_1 – витрати води через пошкодження відвідав і водопровідної мережі, за яких вода виходить на поверхню землі через розриви труб, розгерметизації стиків або корозійних пошкоджень труб, а також через приховані витоки;

W_2 – втрати води через спорожнення труб для проведення різних ремонтних робіт;

W_3 – витоку з водорозбірних колонок;

W_4 – витоку з резервуарів на розподільчій мережі.

Відповідно до розрахунку витоку води з пошкоджених труб водопровідної мережі - W_1 = 29,3 %; втрати води через спорожнення труб для проведення ремонтних робіт – W_2 = 0,08 %; втрати води з водорозбірних колонок – W_3 = 1,22 %; з резервуара чистої води – W_4 = 0,07 %, від загального обсягу води, яка подається в мережу.

Невраховані витрати води з системи водопостачання визначаємо за формулою:

$$W_{н.р.} = W_5 + W_6 + W_7 \ , \qquad (11.14)$$

де W_5 – недооблік води лічильниками споживачів через їхню нечутливість до малих витрат води (наприклад, у нічні години) і через погіршення метрологічних характеристик лічильників води в процесі експлуатації;

W_6 – протипожежні витрати води (на гасіння пожеж, пожежо-навчання, перевірку дії гідрантів;

W_7 – комерційні втрати підприємства.

Встановлено, що невраховані витрати води приладами обліку W_5 складають 3,75 %.

Невраховані витрати на протипожежні цілі становлять 0,13 %, а комерційні втрати води можна взяти 1 % від кількості води, що подається у водопровідну мережу.

Технологічні витрати питної води в системі водопостачання м. Харкова становлять 379,9 м^3 на кожну тисяч м^3, що подається в місто. Варто зазначити, що розрахункові дані можуть бути використані під час техніко-економічного

обґрунтування технічних рішень за реконструкції систем водопостачання та обґрунтування раціонального водокористання в системах водопостачання м. Харкова.

Список рекомендованої літератури

1. Утечки воды из водопроводной сети и меры по обеспечению надежности водораспределительной системы: учебн. пособ. / С. С. Душкин, Г. И. Благодарная, Н. М. Яковенко, О. Н. Кудлач. Харьков, 2012. – 176 с.

2. Инструкция по борьбе с утечками и потерями воды на городских водопроводах / [Под ред. Бальян Л. Г.] – Москва : Стройиздат, 1988. – 80 с.

3. Галузеві технологічні нормативи використання питної води на підприємствах водопровідно-каналізаційного департаменту України. – Затв. Наказом Держжитлокомунгоспу України від 17.02.04 р. № 33. – Зареєстр. Мінюстом України 7.12.04 р. за №1557/10156.

4. Лернер А. Д. Неучтенные расходы в системах коммунального водоснабжения и водоотведения / А. Д. Лернер // Водоснабжение и санитарная техника. - № 4, 2005. – С. 9-12.

5. Онищук Г. І. Основи раціонального використання води у житлово-комунальному господарстві : навчальний посібник / Г. І. Онищук, В. О. Сліпченко. – Київ, 1999. – 53 с.

Контрольні питання

1. Якою є класифікація витоків?
2. Яким чином проводять боротьбу з витоками і втратами води?
3. Що таке безводомірний облік води?
4. Які заходи боротьби з витоками на водопровідній мережі застосовують?
5. Яким чином виконують підготовку водопровідної мережі до зими?
6. Які заходи боротьби з розкраданнями води застосовують?
7. Які існують заходи зменшення неврахованих витрат води?
8. Яким чином відбуваються гідравлічні випробування водопровідних мереж?
9. Якими є види витоків з водопровідної мережі та їхня характеристика?
10. Як визначаються втрати води під час пошкодження на водопроводах та водопровідних мережах?
11. Якою є характеристика втрат води під час прихованих витоках?
12. Як визначаються витоки води з РЧВ і витрати води, що не враховуються водолічильниками?
14. Яким чином можна визначити витрати води на протипожежні цілі?
15. Що таке розкрадання води, яким чином можна охаректиризувати витоки води в житловому фонді?

16. Якими є технологічні втрати води в системах водопостачання та як їх можна схарактеризувати?

17. Як виконується розрахунок технологічних втрат?

18. Як можна схарактеризувати технологічні витрати води в системі водопостачання м. Харкова?

Тема 12 Підвищення екологічної безпеки очищення природних і стічних вод за допомогою біоплато

Підвищити екологічну безпеку очищення природних і стічних вод можна створенням спеціальних гідротехнічних споруд – *біоплато*.

Очищення води у цьому випадку здійснюють крім вищих водних рослин, бактеріальні населення заростей, донні, планктонні водорості й хребетні тварини.

Особливий інтерес становить використання біоплато для каналів, що беруть початок з водосховищ, схильних «цвітінню» води синьо-зеленими водоростями. Спільноти вищих водних рослин вельми ефективно очищають воду від маси, що поступає у канал водоростей і продуктів їх розкладу.

Для створення біоплато використовують повітряно-водні рослини (очерет звичайний, рогозу, очерет озерний) і занурені (рдесту гребінчасту, маленьку, ниткоподібну, стеблеоб'ємну, уруть колосисту, кушир занурений та ін.) Найповніше очищення досягається при послідовному протіканні води через зарості повітряно-водних і занурених рослин.

Біоплато функціонують сезонно. Спільноти вищих водних рослин інтенсивно здійснюють очищення води протягом вегетаційного періоду. Узимку інтенсивність цього процесу знижується.

Біоплато на каналах за місцем розташування й конструктивними особливостям поділяють на руслові, берегові, гирлові, інфільтраційні, наплавні.

Руслові біоплато створюють на мілководних розширених руслах каналу, через яке проходить весь обсяг потоку.

Берегові біоплато розташовані на верховних уздовжберегових бермах каналу й призначені для захисту каналу від забруднень з відкосів. Вони одночасно можуть виконувати функції берегоукріплення.

Гирлові біоплато розташовують у місцях впадання в канал забруднених малих річок за заплавному трасуванню каналів. Природні зарості вищих водних рослин зазвичай розвиваються в гирлових ділянках малих річок і виконують функції біофільтра насадок. При їхньому пристрої в місцях сполучення з каналом утворюються умови, що сприяють відновленню заростей.

Інфільтраційні біоплато розташовують у балкових виходах поверхневого стоку й використовують для його очищення за допомогою співтовариств вищих водних рослин.

Наплавні біоплато призначені для інтенсивного очищення поверхневого шару води в каналах. З цією метою вищі водні рослини розташовують у спеціальних наплавних контейнерах.

Біоплато використовується також для зниження загального солевмісту: рогозу (1,35–0,8 г/дм³), очерет (1,94–1,3 г/дм³) і т. д.

Біоплато – це комбінація вищої водної рослинності (очерет, рогіз), водної мікрофлори та грунтово-піщаних фільтрів, що забезпечує використання природних механізмів очищення води.

При цьому досягається ефективна очистка природних і стічних вод, а також зневоднення мулу без використання електроенергії і хімікатів з мінімумом обслуговуючого персоналу.

Зовнішній пристрій, який застосовується:

- Для очищення комунальних і промислових природних і стічних вод – це один або декілька котлованів корисною площею з розрахунку 10–20 м² на 1м³ стічних вод на добу.
- Для зневоднення осаду та очищення води – це посадка вищих водних рослин на мулових майданчиках, плаваючі острови, а також використання існуючих заростей.
- Для відпрацювання технологічних параметрів очищення природних і стічних вод за технологією біоплато в природно-кліматичних умовах Східної України перший комплекс очисних споруд продуктивністю 40 м³/доб. побудований у 1997 р. в селищі Великі Проходи (рис. 11.1).

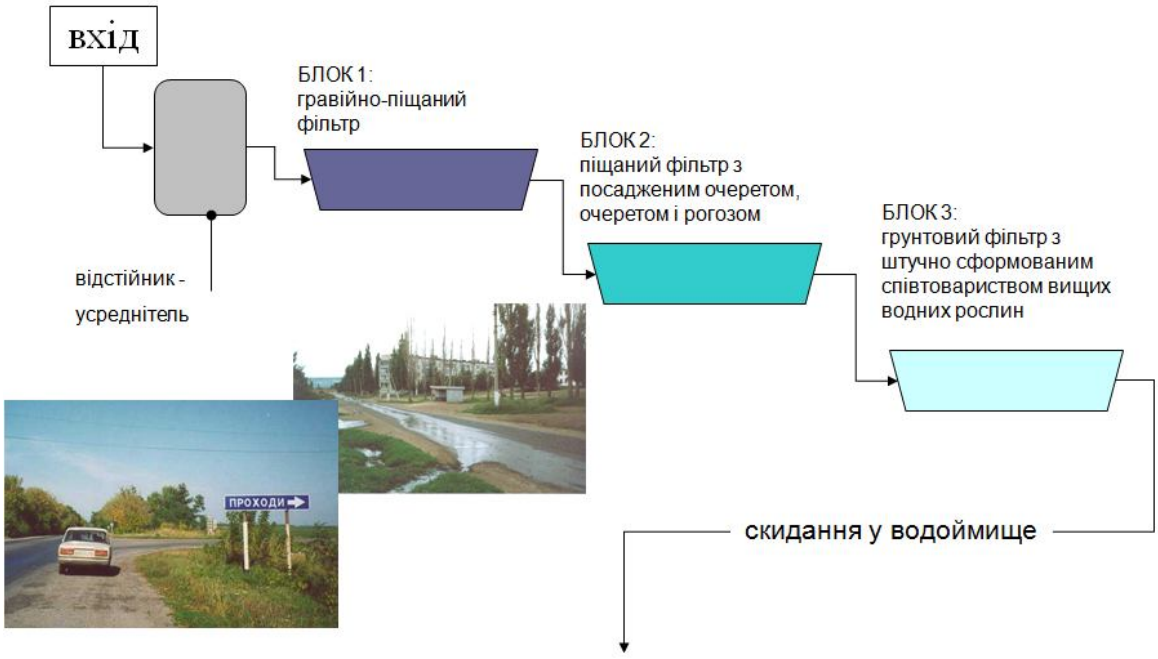


Рисунок 11.1 – Схема комплексу очищення стічних вод «Біоплато»

Список рекомендованої літератури

1. Водозаборно-очистные сооружения и устройства : учеб. пособие для студентов вузов / М. Г. Журба, Ю. И. Вдовин; Ж. М. Говорова, И. А. Лушкин; [под ред. М. Г. Журбы]. – Москва : Издательство АСТ, 2003. – 569 с.

2. Экология города : учебник. / [Под общ. ред. Ф. В. Стольберга]. – Киев : Либра, 2000. – 464 с.

Контрольні питання

1. Якою є загальна характеристика біоплато?
2. Назвіть класифікацію біоплато.
3. У чому призначення й принцип роботи біоплато?
4. Схема комплексу очищення стічних вод біоплато.
5. У чому полягає характеристика інфільтраційного біоплато?
6. У чому полягає характеристика поверхневого біоплато?
7. Як відбувається контроль за роботою біоплато і яка ефективність очищення стічних вод на біоплато?

Тема 13 Мембранні біореактори в процесах очистки води

Мембранні процеси використовують тонку плівку або пористий матеріал для сепарації однієї речовини від іншої. Рушійною силою розділення речовин можуть бути концентрація, тиск, температура та електричні сили.

У спорудах типу мембранний біореактор використовуються процеси ультра- і мікрофільтрації, які належать до більшзагальної групи баромембранних процесів.

Для розділення суміші в баромембранних процесах використовується градієнт тиску. Крім ультрафільтрації (далі – УФ) і мікрофільтрації (дал – МФ) до баромембранних процесів відносяться нанофільтрація (далі – НФ) і зворотній осмос (ЗО). Межа між процесами мікрофільтрації, ультрафільтрації, нанофільтрації і зворотного осмосу досить умовна. Речовини, що затримуються мембраною:

• *МФ:* завислі речовини, бактерії, деякі макромолекули;

• *УФ:* те саме та віруси, макромолекулярні з'єднання;

• *НФ:* те саме та низькомолекулярні речовини двох і більше валентних іонів;

• *ЗО:* те саме та одновалентні іони й жорсткість.

13.1 Класифікація мембран

Виділяють дві основні групи мембран.

Суцільні – основну функці. виконують фізико-хімічні взаємодії між проникаючими речовинами й мембраною. Вони використовуються в системах зворотного осмосу, і частково при нанофільтрації.

Пористі – основну функцію виконує механічне розділення. Ці мембрани використовуються здебільшого системах ультрафільтрації та мікрофільтрації.

Пористі мембрани поділяються на два основні класи: асиметричні мембрани та симетричні мембрани.

Асиметричні мембрани. У цих мембранах присутній градієнт зміни розміру пор по товщині, тобто пори у верхньому шарі мають розмір відмінний від розміру пор у нижньому шарі. Крім того, верхній шар може бути непористим або зроблений з іншого матеріалу (так звані композитні мембрани).

Симетричні мембрани. Пори в симетричних мембранах становлять:

а) довгі канали правильної або неправильної форми, прямі або звивисті, круглого перетину чи іншого;

б) пори розташовані рівномірно по всьому об’єму (на зразок губки).

Існує декілька класифікацій процесів мікро- і ультрафільтрації.

За напрямком руху основних потоків

1. *Поперечна фільтрація.* При поперечній фільтрації вода промивається через мембранні модулі, проходячи вздовж мембранних елементів. Завдяки прикладеному тиску (або вакууму) основна частина води фільтрується через мембрани. Концентрат, що містить уловлені мембранами компоненти, відводиться від мембранних модулів, відокремлюється від уловлених компонентів і подається в загальний потік перед мембранними установками. Відокремлені речовини разом з частиною концентрату подаються на подальшу обробку.

Перевагою даної системи є велика продуктивність установок і відсутність грязевого шару, який присутній у тупиковій фільтрації. До недоліків належать велика енергоємність і необхідність експлуатації циклу рециркуляції.

2. *Тупикова фільтрація.* При тупикової фільтрації весь об’єм води фільтрується через поверхню мембран. Уловлені речовини накопичуються на зовнішній поверхні, формуючи грязьовий шар. Цей шар, з одного боку, є додатковим фільтруючим шаром для знову поданих стічних вод, з іншого боку, грязьовий шар різко знижує потік через мембрану й збільшує її загальний опір. Грязьовий шар видаляється шляхом зворотного промивання або іншим способом, передбаченим даною технологічною схемою (рис. 13.1).

За характером рушійної сили: тиск, вакуум.

Рисунок 13.1 – Тупикова і поперечна фільтрація

13.2 Основні типи фільтраційних елементів

Для здійснення тупикової і поперечної фільтрації розроблені різні типи фільтраційних елементів. Виділяють чотири основних типи елементів:

Трубчасті – становлять порожнисті трубки з фільтруючого мембранного матеріалу діаметром більше 5–7 мм. Деяка кількість труб (до 60-80 шт.) компонується в модуль із загальним каналом підведення води на очищення (під час фільтрації зовні всередину) або відведення фільтрату (під час фільтрації зсередини назовні). Перевагою такого типу систем є простота розрахунку й можливість очищати води з високою концентрацією завислих речовин. Однак даний вид елементів має наступні недоліки: невелику площу фільтрації (унаслідок великого діаметра), енергоємні, великий діаметр, що призводить до великих витрат води та реагентів під час зворотнього промивання.

Плоскі – становлять дві плоскі фільтруючі поверхні з розташованим між ними пристроєм для відводу пермеата. Далі плоскі елементи компонуються в модулі. Для рівномірного розподілу вихідної стічної води по поверхні мембран можуть застосовуватися спеціальні розподільні пристрої. При послідовному переміщенні очищуваної води від одного елемента до іншого влаштовуються канали, які дозволяють очищуваній воді без фільтрації перетекти до наступного елементу. Недоліком цієї системи є дуже низьке співвідношення площі фільтрації і займаного об’єму. Перевагами є простота процесу очищення та заміну мембран.

Половолоконні (капілярні) мембрани мають діаметр волокон менше 2 мм. Окремі волокна компонуються в пучки, потім пучки компонуються в мембранні модулі з загальним пристроєм підведення стічної води та відведення фільтрату. Маленький діаметр дає можливість досягати великих площ фільтрації на одиницю об’єму установки.

13.3 Особливості технології очищення стічних вод у мембранному біореакторі

Технологія мембранного біореактора (далі – МБР) дозволяє об'єднати в собі методи біологічної очистки та мембранну сепарацію. Для біологічного очищення в МБР використовується аеротенк, об'єднаний з мембранним модулем.

Залежно від взаємного положення аеротенка й мембранного модуля, розрізняють дві основні конфігурації МБР (рис. 13.2):

Занурений мембранний біореактор. За цією конфігурацією мембранний модуль занурений безпосередньо в аеротенк. Фільтрація зазвичай відбувається під дією вакууму. Суміш активного мулу й стічної води, що знаходиться в аеротенку, фільтрується через поверхню мембран. Очищена вода відводиться, а активний мул і затримані речовини залишаються в аеротенку і підтримуються в підвішеному стані. Надлишковий активний мул періодично видаляється з МБР.

Зовнішній мембранний біореактор із циклом рециркуляції. У цьому випадку мембранний модуль знаходиться поза аеротенком. Мембранна установка не приймає безпосередньої участі у процесі біологічного очищення, а об'єднує в собі функції вторинного відстійника й апаратів доочищення. Суміш активного мулу та стічних вод перекачується у зовнішній мембранний модуль. Цей модуль найчастіше становить набір трубчастих мембран із діаметром більше 7 мм, всередину яких подається суміш. Далі суміш фільтрується зсередини назовні й відводиться. Концентрована суміш рециркулюючим насосом направляється назад в аеротенк. Надлишковий активний мул виводиться з системи.

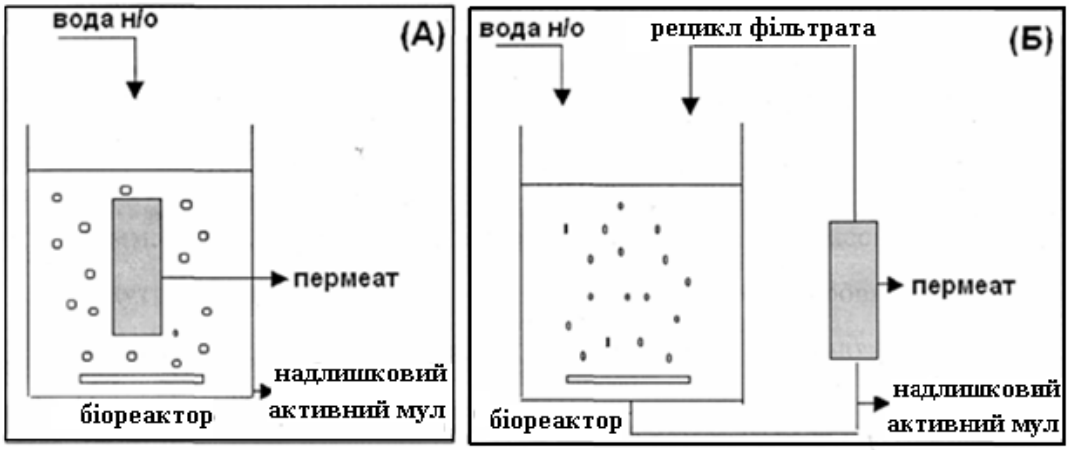


Рисунок 13.2 – Конфігурації МБР:
а – занурений; б – зовнішній з рециркуляцією

Кожна з описаних схем має свої переваги й недоліки. У таблиці 13.1 представлені переваги й недоліки обох конфігурацій.

Таблиця 13.1 – Переваги і недоліки різних конфігурацій МБР

Погружний МБР	**Зовнішній МБР з рециркуляцією**
- високі витрати на аерацію (приблизно 90 %); - низькі витрати на перекачування (для вакуумного насоса – приблизно 28 %); - менший потік (велика площа); - менша частота очищення; - менші експлуатаційні витрати; - великі капітальні витрати - менший трансмембранний тиск - менш ефективна механічна очистка	- низькі витрати на аерацію (приблизно 20 %); - високі витрати на перекачування суміші (приблизно 60–80 %); - більший потік (менша площа); - велика частота очищення; - великі експлуатаційні витрати; - менші капітальні витрати; - більший трансмембранний тиск - більш ефективна механічна очистка; - прямий гідродинамічний контроль за засміченням мембран

Розмір пор ультра- і мікрофільтраційних мембран у кілька разів менший, ніж розміри клітин бактерій, найпростіших та ін. організмів активного мулу, і тому винос мулу з профільтрованою водою неможливий, на відміну від вторинного відстоювання, де виніс активного мулу з освітленою водою є основною проблемою експлуатації.

Під час вторинного відстоювання дуже важливою є форма пластівців активного мулу. Так, експлуатація споруд традиційної біологічної очистки (*аеротенк + вторинний відстійник)* передбачає наявність компактних, близьких за формою до сфери, пластівців активного мулу, що забезпечує задовільне його осідання у вторинному відстійнику. У разі мембранного біореактора немає необхідності підтримувати сферичну форму пластівців активного мулу.

Список рекомендованої літератури

1. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С. С. Душкин, А. Н. Коваленко, М. В. Дегтярь, Т. А. Шевченко; Харьк. нац. акад. городского хоз-ва. – Харьков : ХНАГХ, 2011. – 146 с.

2. Свитцов А. А. Введение в мембранную технологию / А. А. Свитцов. – Москва : ДеЛи принт, 2007. – 208 с.

Контрольні питання

1. Яка характеристика мембранних процесів очищення води?
2. Якими є основні групи мембран, їх характеристика?
3. Якою є класифікація процесів мікро-ультрафільтрації?

4. Як використовується тупикова й поперечна фільтрація під час застосування мембран?

5. Які існують основні типи фільтраційних елементів мембран? Схарактеризуйте їх.

6. У чому полягають переваги і недоліки різних мембранних елементів?

7. Якими є основні конфігурації МБР?

8. У чому полягають переваги й недоліки різних конфігурацій МБР та які основні параметри МБР?

9. Якою є ефективність очищення стічних вод за допомогою МБР?

10. У чому полягають основні теоретичні передумови використання технологій МБР?

Навчальне видання

ДУШКІН Станіслав Станіславович
ГАЛКІНА Олена Павлівна

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ»

(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізації (освітньої програми) «Раціональне використання і охорона водних ресурсів»)

Відповідальний за випуск *К. Б. Сорокіна*

Редактор *В. І. Шалда*

Комп'ютерне верстання *О. П. Галкіна*

План 2016, поз. 73 Л

Підп. до друку 07.10.2016	Формат 60x84/16
Друк на ризографі	Ум. друк. арк. 3,3
Зам. №	Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.