

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**Н. Ю. Колеснік, К. Б. Сорокіна**

*Конспект лекцій  
з дисципліни*

# **ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

(для студентів 3 курсу денної форми навчання  
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»  
та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.092108,  
7.06010107 «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Харків  
ХНАМГ  
2012

Конспект лекцій з дисципліни «Водопостачання та водовідведення» (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.092108, 7.06010107 «Теплогазопостачання і вентиляція») / Н. Ю. Колеснік, К. Б. Сорокіна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 72 с.

Автори: к.т.н., доц. Н. Ю. Колеснік,  
к.т.н., доц. К. Б. Сорокіна

Рецензент: д.т.н., проф. С. С. Душкін

Конспект лекцій побудовано за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

*Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод,  
протокол № 1 від 30.08.2011 р.*

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
<b>ЗМ 1.1. ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....</b>	<b>5</b>
ТЕМА 1. Системи і схеми водопостачання.....	5
ТЕМА 2. Прийом води з природних джерел.....	8
ТЕМА 3. Поліпшення якості природної води.....	12
ТЕМА 4. Зовнішні мережі водопостачання.....	17
Рекомендовані джерела за ЗМ 1.1.....	24
<b>ЗМ 1.2. ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....</b>	<b>25</b>
ТЕМА 5. Системи та схеми водовідведення.....	25
ТЕМА 6. Проектування водовідвідної мережі.....	29
ТЕМА 7. Влаштування водовідвідної мережі.....	37
ТЕМА 8. Склад забруднень і методи очищення стічних вод.....	42
Рекомендовані джерела за ЗМ 1.2.....	47
<b>ЗМ 1.3. УСТРІЙ ВНУТРІШНІХ ВОДОПРОВІДНИХ І ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ.....</b>	<b>48</b>
ТЕМА 9. Системи і схеми водопостачання будівель.....	48
ТЕМА 10. Улаштування внутрішньої водопровідної мережі.....	52
ТЕМА 11. Системи і схеми водовідведення будівель.....	60
ТЕМА 12. Водостоки будівель.....	68
Рекомендовані джерела за ЗМ 1.3.....	71

## ВСТУП

Задоволення попиту на воду в містах, на підприємствах і в селищах здійснюють шляхом влаштування централізованих систем водопостачання. Сучасний водопровід є системою складних споруд для видобування води, очищення її (якщо це потрібно), зберігання необхідних запасів і транспортування до споживача.

Каналізація складається з комплексу споруд для організованого відведення стічної рідини, очищення її і випуску в водойми.

Правильне вирішення питань водопостачання та водовідведення можливе лише в комплексній ув'язці з питаннями енергопостачання, газопостачання, транспорту та ін.

Навчальна дисципліна «Водопостачання та водовідведення» належить до циклу навчальних дисциплін професійної та практичної підготовки із спеціальних видів діяльності за напрямом 6.060101 «Будівництво».

Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі викладання цієї дисципліни, є теоретична і практична підготовка студентів з питань:

- основні положення та вимоги державних стандартів до систем водопостачання і водовідведення;
- класифікації та основні характеристики систем і схем водопостачання і водовідведення населених пунктів, житлових та промислових об'єктів;
- основні принципи санітарно-технічного обладнання будинків та споруд;
- визначення розрахункових параметрів систем подачі води для потреб водопостачання та систем відведення стічних вод від різних споживачів.

# **ЗМ 1.1. ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

## **ТЕМА 1. Системи і схеми водопостачання**

- 1. Схема водопостачання населеного пункту. Призначення окремих водопровідних споруд.*
- 2. Класифікація систем водопостачання.*
- 3. Основні категорії водоспоживачів. Режими й норми водопостачання.*
- 4. Основні схеми водопостачання промислових підприємств.*

### *1. Схема водопостачання населеного пункту. Призначення окремих водопровідних споруд*

Комплекс інженерних споруд, які виконують завдання водопостачання, називають системою водопостачання або водопроводом. У систему водопостачання включені такі елементи:

- водоприймальні споруди;
- насосні станції;
- споруди для очищення води;
- резервуари і водонапірні башти;
- водоводи і водорозподільні мережі.

Взаємне розташування споруд системи водопостачання і їх склад можуть бути різними залежно від призначення, місцевих природних умов, вимог водоспоживання або виходячи з економічних міркувань.

Щоб правильно вибрати схему і джерело водопостачання, треба мати в своєму розпорядженні дані про водоспоживання, знати вимоги, що ставляться до якості води, мати відомості про тиск, під яким вона повинна подаватися споживачеві, про наявні природні вододжерела в районі проектування.

### *2. Класифікація систем водопостачання*

Системи водопостачання можна класифікувати за наступними ознаками:

- за територіальним охопленням споживачів;
- за призначенням (видом обслуговуваних об'єктів);
- за видом використовуваного природного джерела;
- за якістю води;

- за вертикальним розташуванням;
- за способами подачі води;
- залежно від якості вихідної води і вимог водоспоживачів – з влаштуванням споруд з поліпшення якості води і без них;
- за тривалістю роботи;
- за ступенем надійності.

### **3. Основні категорії водоспоживачів. Режими й норми водопостачання**

Основними категоріями водоспоживання є наступні:

- господарсько-питні потреби населення;
- технологічні потреби різних промислових;
- потреби пожежогасіння;
- потреби сільського господарства.

Основним чинником, що визначає режим роботи всіх елементів системи водопостачання, є режим витрачання води споживачами, для яких ця система призначена. При проектуванні водопроводів задаються вірогідним графіком витрачання води протягом розрахункової доби найбільшого водоспоживання.

Вода протягом доби споживається нерівномірно. Ступінь нерівномірності водоспоживання характеризується відношенням максимальної годинної витрати до середньогодинної витрати, названим коефіцієнтом годинної нерівномірності. Відношення максимальної добової витрати до середньодобової називають коефіцієнтом добової нерівномірності.

При розрахунку міського водопроводу повинен бути складений загальний графік водоспоживання на господарсько-питні потреби населення і споживання води з мережі міського водопроводу промисловими підприємствами, а також на поливання вулиць і зелених насаджень.

Витрата господарсько-питної води не є постійною і міняється за сезонами року. Тому при проектуванні системи водопостачання необхідно крім середньої добової витрати споживаної води знати вірогідну максимальну добову витрату, яку визначають за допомогою коефіцієнта добової нерівномірності.

Для встановлення сумарної витрати води на господарсько-питні потреби необхідно також враховувати витрату води на господарсько-питні потреби робітників під час перебування їх на виробництві.

Кількість води питної якості, яку забирають з міського водопроводу для поливу зелених насаджень, миття і поливу вулиць і площ, визначають у кожному випадку конкретно залежно від місцевих умов, устанавлюють

органами місцевої влади.

Вода на виробничі потреби може забиратися з міського водопроводу (питна вода), з поверхневих або підземних джерел (технічна вода). Для підприємств, що вимагають великої кількості води, влаштовують власні водопроводи. Режим споживання води промисловим підприємством визначається технологією виробництва і обов'язково узгоджується з органами місцевої влади або водною інспекцією.

Нормування витрати води для пожежогасіння значно відрізняється. Пожежогасіння здійснюють струменем води, що подається пожежними кранами, які розміщують на зовнішній водорозподільній мережі, а для внутрішнього пожежогасіння використовують пожежні крани, що встановлюють на мережі внутрішнього водопроводу.

#### ***4. Основні схеми водопостачання промислових підприємств***

Системи виробничих водопроводів розрізняють за способами використання води на прямотечійні, оборотні й з послідовним використанням води.

Прямотечійні системи водопостачання, де повторне використання води недоцільне, передбачають скидання використаної води після змішування з іншими стічними водами і їх сумісне очищення.

Оборотні системи водопостачання – це ті, в яких в цілях економії витрати води, що скидаються підприємством або окремим цехом, нагріту воду охолоджують і подають для повторного використання на тому же об'єкті.

У випадках, коли вода, що скидається одним з промислових споживачів, може бути використана іншим, влаштовують так звані системи послідовного використання води.

На промислових підприємствах влаштовують водопроводи наступного призначення:

- окремі виробничі й господарсько-протипожежні;
- окремі виробничо-протипожежні й господарсько-питні;
- окремі виробничі, протипожежні й господарсько-питні;
- об'єднані виробничо-протипожежно-господарські.

#### ***Контрольні запитання***

1. Що називається водопостачанням?
2. Які споруди входять до складу водопроводу?
3. Які завдання повинна виконувати система водопостачання?

4. Яке призначення водозабірних споруд?
5. Як класифікують системи водопостачання?
6. Як класифікують споживачів води?
7. Які вимоги ставлять різні категорії споживачів до використовуваної води?
8. Як (за яким документом) визначити норму господарсько-питного водоспоживання?
9. Який режим водоспоживання води населеним пунктом протягом доби?
10. Які бувають схеми водопостачання промислових підприємств?
11. Яке значення обороту в системі водопостачання промпідприємств?
12. Чим відрізняється водопостачання населених пунктів від промислових об'єктів?

## **ТЕМА 2. Прийом води з природних джерел**

- 1. Джерела водопостачання та їх характеристика.*
- 2. Споруди для прийому води з природних джерел.*
- 3. Зони санітарної охорони.*

### *1. Джерела водопостачання та їх характеристика*

Основними чинниками, що впливають на вибір вододжерела, є:

- віддаленість від водозабезпечуваного об'єкта;
- санітарна і гідрологічна характеристика вододжерела;
- висота підйому води від джерела до об'єкта водопостачання.

В існуючій практиці з поверхневих вододжерел найчастіше використовують річки. Як правило, середні й великі річки за своїм дебітом задовольняють потреби у воді звичайних об'єктів водопостачання, інакше проводять зарегулювання їх стоку.

Характерними особливостями якості річкової води є її велика каламутність (особливо весною і восени), високий вміст органічних речовин, рослин, часто значна кольоровість води. Річкова вода звичайно має відносно малий солевміст і, як правило, невелику жорсткість. Вода водосховищ і озер характеризується малим вмістом завислих речовин, значною кольоровістю, великою окислюваністю, наявністю планктону в літній час.

Підземні води утворюються внаслідок проникнення вглиб землі атмосферних опадів і поверхневих вод, а також конденсації водяної пари з атмосфери.

Безнапірні підземні води насичують водоносний пласт не на всю його



товщину, а мають вільну поверхню, називану дзеркалом ґрунтових вод.

Потужність водоносного пласта визначають шаром водомісткої породи від водоупору до дзеркала ґрунтових вод.

Підземні води, які насичують повністю водоносний пласт, покриті зверху водонепроникними ґрунтами і мають п'єзометричний тиск, називають напірними або міжпластовими.

У місцях виходу водоносних пластів на поверхню землі утворюються джерела або ключі.

У верхніх шарах ґрунту іноді зустрічаються води, звичайно називані верховодкою, які характеризуються непостійністю і невизначеністю залягання.

Підземні води, як правило, прозорі й безбарвні, але часто сильно мінералізовані, мають підвищену жорсткість, значний вміст фтору, заліза і т.п. Артезіанські води, перекриті зверху водонепроникними породами, захищені від надходження проникаючих з поверхні землі забруднених стоків і тому мають високі санітарні якості. Разом з тим підземні води часто сильно мінералізовані, тобто містять велику кількість розчинених солей.

## ***2. Споруди для приймання води з природних джерел***

### *Водозабірні споруди з підземних джерел.*

Вживані в практиці водопостачання споруди для отримання підземних вод можна підрозділити на такі типи:

- трубчасті колодязі;
- шахтні колодязі;
- горизонтальні водозбори;
- променеві водозбори;
- споруди для каптажу джерел.

Трубчасті колодязі споруджують шляхом буріння в землі вертикальних циліндрових каналів - свердловин. У межах водоносного горизонту для можливості прийому води з ґрунту колодязь виконують з перфорованих труб, обладнаних спеціальним фільтром.

Рівень води в колодязі при відсутності з нього водовідбору називається статичним. При постійному відбиранні води з колодязя статичний рівень в ньому починає знижуватися і через деякий час встановлюється на певному горизонті, називаному динамічним.

Шахтні колодязі мають значну площу поперечного перерізу і малу довжину вертикальної частини. На дні шахтних колодязів для запобігання попаданню в них частинок ґрунту укладають піщано-гравійний фільтр.

Горизонтальні водозбори є дренажними трубами або галереями, що укладаються в межах водоносного пласта, перпендикулярно до напрямку ґрунтового потоку. Навколо дренажних труб або галерей укладають гравієві фільтри.

Променевий водозабір є водоприймальною спорудою з горизонтальними трубчастими дренами, розташованими в межах водоносних порід і радіально приєднаними до збірного шахтного колодязя.

Споруди для прийому джерельних вод одержали назву каптажних споруд, а процес збору джерельної води - каптажу джерел (ключів).

#### *Водозабірні споруди з поверхневих джерел*

При крутих берегах і наявності біля берега глибин, що достатні для нормальних умов приймання води, слід застосовувати берегові водозбори. Для водозборів середньої продуктивності при малій висоті всмоктування насосів допускається поєднання берегового колодязя і насосної станції першого підйому.

Береговий водозабір суміщеного типу являє собою залізобетонний колодязь, передня стінка якого винесена в русло річки. Вода поступає у водоприймач через вхідні вікна, обладнані решітками, що розташовані в передній стінці і запобігають попаданню всередину водоприймача риби і крупних плаваючих предметів. Вода, протікаючи від приймальних вікон до всмоктуючих труб насосів, проходить через сітки, які встановлені в перегородці, що розділяє весь водоприймач на два відділення: водоприймальне і всмоктуюче. Над водоприймачем споруджують павільйон для розміщення і керування механізмом очищення сіток та проведення інших операцій, пов'язаних з експлуатацією водоприймача.

За певних геологічних умов і характеру рельєфу берега водозбори малої продуктивності влаштовують з роздільною компоновкою берегового водоприймача, всмоктуючих труб і насосної станції.

При відносно пологому березі й відсутності біля нього достатніх для приймання води глибин водозбори малої продуктивності слід приймати руслового типу. У цьому випадку насосна станція може бути конструктивно об'єднана з береговим колодязем або розташована окремо.

Водоприймачі руслових водозборів розрізняють трьох видів: постійно затоплювані; незатоплювані; водоприймачі, затоплювані високими водами. У свою чергу, затоплені водоприймачі (оголовки) підрозділяють на дві групи: одні призначені для кріплення і захисту від пошкоджень приймальних кінців самопливних ліній, що забирають воду безпосередньо з вододжерела, інші

утворюють водоприймальну камеру, до якої приєднані приймальні кінці самопливних ліній. Розміри вхідних вікон, обладнаних ґратами, затоплених водоприймачів визначають за середньою швидкістю проходження води через отвори ґрат.

За певних умов – профіль берега, амплітуда коливань рівня води – влаштовують комбінований водозабір, де прийом води під час високого рівня проводять через вхідні вікна в передній стінці берегового колодязя, як і в звичайному водозабірному берегового типу.

Для поліпшення умов забору води з метою забезпечення можливості боротьби з донним льодом і шугою, а також для зниження кількості суспензії у воді створюють штучні затоки – *ковші*.

### **3. Зони санітарної охорони**

*Зона санітарної охорони поверхневого джерела* водопостачання є територією, що охоплює використовуване водоймище і частково басейн його живлення. На цій території встановлюється режим, що гарантує надійний захист джерела водопостачання від забруднення і забезпечує необхідні санітарні якості води. Звичайно зона санітарної охорони складається з трьох поясів.

Перший пояс (пояс «строного режиму») охоплює водоймище в місці забору води і територію розташування головних водопровідних споруд (водоприймачі, насосні й очисні станції, резервуари).

Другий пояс зони санітарної охорони включає територію по обидва боки річки на відстані 500-1000 м (залежно від рельєфу місцевості) вгору за течією, виходячи з пробігу води від меж поясу до водозабору при витраті води 95% забезпеченості у строк до 3 діб, вниз за течією - не менше 100 м.

Третій пояс зони санітарної охорони включає джерело водопостачання і басейн його живлення, тобто всі території і акваторії, які впливають на формування якості води джерела, використовуваного для водопостачання.

*Зона санітарної охорони підземних вод* також ділиться на три пояси.

Межі першого поясу встановлюють на наступній відстані від водозабору: для надійно захищених горизонтів - не менше 30 м; для незахищених, недостатньо захищених горизонтів і інфільтраційних водозаборів - не менше 50 м.

Другий пояс (зона обмежень) - територія, для якої вводять певні обмеження її використання з тим, щоб запобігти можливості забруднення експлуатованого водоносного пласта.

Межу третього поясу визначають розрахунком, що враховує час просування хімічного забруднення води до водозабору, яке має бути більше прийнятої тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

*Межа першого поясу зони санітарної охорони майданчика водоочисних споруд* мусить співпадати з її огорожею, яку розташовують на відстані: не менше 30 м від стін запасних і регулюючих ємкостей, фільтрувальних споруд і насосних станцій; не менше 10 м від стін або конструкцій стовбура водонапірної башти; відстані від стін решти приміщень слід приймати за СНіП.

### ***Контрольні запитання***

1. Назвіть види джерел водопостачання.
2. Які вимоги ставлять до джерел водопостачання?
3. Які існують види підземних вод?
4. Які водозабірні споруди використовують для прийому води з поверхневих джерел?
5. Які умови використання і принцип роботи берегових водозаборів?
6. Які умови використання і принцип роботи руслових водозаборів?
7. Які умови використання і принцип роботи комбінованих водозаборів?
8. В яких випадках використовують ковшові водозабори?
9. Які водозабірні споруди використовують для прийому води з підземних джерел?
10. Яке призначення каптажних споруд?
11. Як здійснюють охорону від забруднення джерел питного водопостачання?
12. Які принципи організації зон санітарної охорони джерел водопостачання і водозабірних споруд?

## **ТЕМА 3. Поліпшення якості природної води**

- 1. Показники якості води. Вимоги, що ставлять до якості води різні споживачі.***
- 2. Основні технологічні процеси й споруди, вживані для поліпшення якості природної води.***
- 3. Основні схеми поліпшення якості природної води.***

- 1. Показники якості води. Вимоги, що ставлять до якості води різні споживачі***

Якість природної води характеризують фізико-хімічні властивості й

бактерійні забруднення.

До фізичних властивостей відносяться:

- температура води;
- каламутність (або прозорість);
- кольоровість;
- смак;
- запах.

Хімічні властивості обумовлюються вмістом у воді розчинних хімічних речовин. Для оцінки води з огляду її використання для водопостачання мають значення наступні хімічні властивості:

- сухий залишок;
- жорсткість;
- окислюваність;
- активна реакція;
- вміст заліза;
- вміст марганцю;
- вміст сполук кремнію;
- вміст хлоридів;
- вміст сульфатів;
- вміст фтору;
- вміст йоду та ін.

Бактерійне й вірусне забруднення води характеризується числом бактерій групи кишкової палички, що містяться в 1 л води - колі-індексом, або його зворотною величиною - колі-тітром (той мінімальний об'єм води, в якому ще виявляється кишкова паличка). Загальна бактерійна забрудненість води характеризується кількістю всіх мікроорганізмів, які містяться в 1 мл води – загальне мікробне число.

Характер і обсяг заходів з очищення води мають вибиратися в результаті зіставлення якісних характеристик води даного джерела з тими вимогами, які ставлять споживачі до якості води.

Вимоги до якості *господарсько-питної* води диктуються турботою про охорону здоров'я людей і лімітуються Державними санітарними правилами і нормами (ДсанПіН) 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною".

Вимоги до якості *виробничої* води різноманітні, оскільки залежать від виду виробництва і його технології.

Для забезпечення потреб у *пожежогасінні* придатна вода практично будь-

якої якості. У більшості випадків подача води для потреб у пожежогасінні в містах покладається на ті ж системи міського водопостачання, які здійснюють подачу води для звичайних господарсько-питних потреб. В окремих випадках влаштовують також спеціальні протипожежні водопроводи.

## ***2. Основні технологічні процеси й споруди, вживані для поліпшення якості природної води***

Методи поліпшення якості води і склад водоочисних споруд залежать від вимог, які ставить споживач до якості води, і від властивості природної води.

Серед усього різноманіття способів поліпшення якості природної води виділяють такі:

- освітлення;
- знебарвлення;
- знезараження;
- спеціальні методи.

Під освітленням води розуміють видалення з неї завислих речовин, що пов'язане із зменшенням її каламутності й підвищенням прозорості.

Необхідний ефект освітлення води у відстійниках, освітлювачах і на фільтрувальних апаратах із зернистим фільтруючим завантаженням може бути досягнутий коагуляцією домішок води з метою інтенсифікації процесу, тобто дією солей багатовалентних металів. При цьому попутно відбувається значне знебарвлення води.

Знебарвлення води – усунення забарвлених колоїдів або істинно розчинених речовин (найчастіше органічних), пов'язане із зниженням кольоровості води, а також її окислюваності, присмаку і запаху.

Знезараження – знищення бактерій, що містяться у воді, зокрема хвороботворних, з метою доведення санітарно-епідеміологічних показників якості води до нормативних значень.

Спеціальні методи застосовують для поліпшення яких-небудь окремих властивостей води, наприклад: зм'якшування води, тобто зниження її жорсткості, направлене на виділення солей кальцію і магнію; дезодорація – видалення присмаків і запахів; дегазація – видалення розчинених газів; знезалізнення – видалення розчиненого заліза; деманганація – видалення розчиненого марганцю; знесолювання і опріснення – зниження вмісту розчинених солей, тобто коректування мінералізації; фторування і дефторування – досягнення оптимального вмісту іонів фтору і т.д.

Для інтенсифікації процесів водоочистки можуть бути використані різні

хімічні речовини, називані реагентами. Зокрема для поліпшення процесів освітлення і знебарвлення можуть бути застосовані коагулянти і флокулянти.

Коагуляцією домішок води називають процес укрупнення найдрібніших колоїдних і нерозчинених частинок, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання під дією сил міжмолекулярного тяжіння. Коагуляція завершується утворенням видимих неозброєним оком агрегатів – пластівців. Найбільш часто вживаними реагентами при коагуляції – коагулянтами є сульфат алюмінію  $Al_2(SO_4)_3$  і хлорне залізо  $FeCl_3$ .

Для інтенсифікації процесу коагуляції застосовують флокулювання – додавання високомолекулярних речовин: мінеральних (АК – активна кремнекислота) або органічних (ПАА – поліакриламід). У результаті відбувається зв'язування пластівців, вони укрупнюються і швидше випадають в осад.

### ***3. Основні схеми поліпшення якості природної води***

Найбільше розповсюдження у практиці водоочистки, особливо в міських водопроводах мають схеми очисних споруд з самопливним рухом води. Вода, подана НС 1-го підйому, самопливом проходить послідовно всі очисні споруди і поступає у збірні РЧВ, з яких забирається насосами станції 2-го підйому.

Очищення води за схемою, що включає відстійники і фільтри, відбувається таким чином. Вихідну воду насосами НС першого підйому подають до змішувача. Сюди ж подають розчини необхідних реагентів, що приготовані в реагентному господарстві (коагулянти, флокулянти, розчини лугів – вапняне молоко, знезаражувальні реагенти). Фізико-хімічні процеси взаємодії реагентів з домішками протікають в камерах утворення пластівців. Крупні пластівці, що утворилися при коагуляції і флокуляції в камерах утворення пластівців, осідають у відстійниках під дією сили тяжіння. Дрібні домішки, що не осіли у відстійниках, затримуються при фільтруванні води через зернисте завантаження фільтрів. Далі вода прямує в РЧВ, перед яким відбувається вторинна обробка її знезаражувальними реагентами. З РЧВ очищена вода насосами НС другого підйому прямує споживачу.

Осад, що збирається на дні відстійника, періодично видаляють. Забруднення, що накопичуються в товщі завантаження фільтрів, з часом погіршують їх роботу. Тому періодично фільтри промивають чистою водою.

За схемою, що включає освітлювачі із завислим осадом і фільтри, вода після змішування з розчинами реагентів поступає в нижню частину робочої камери освітлювача із завислим осадом. Пластівці коагулянта і частинки

суспензії піднімаються висхідним потоком води до тих пір, поки швидкість випадання їх в осад під дією сили тяжіння не стане рівною висхідній швидкості потоку. Таким чином, частинки утворюють завислий шар осаду, через який немовби фільтрується вода. Далі вода, частково освітлена при проходженні через такий своєрідний «завислий фільтр», збирається у верхній частині споруди. При досягненні верхньою межею шару осадкоприймальних вікон частина завислої маси поступає в осадкоушільнювач, де під дією сили тяжіння осад ущільнюється (суспензія осідає) і видаляється, а освітлена вода, що утворилася, прямує до змішувача.

Остаточне освітлення оброблюваної води відбувається шляхом фільтрування. Процеси, що пов'язані з перекачуванням і збором води, обробкою її реагентами, знезараженням, аналогічні вищеописаним для попередньої схеми.

Схема з контактним освітлювачем є одноступеневою, оскільки очищення води здійснюють в одній споруді, яка поєднує функції споруд утворення пластівців, відстоювання і фільтрування. Процес очищення води відбувається за рахунок фільтрування і контактної коагуляції, при якій колоїдні частинки прилипають до зерен завантаження, на поверхні яких при пропуску коагульованої води утворюється плівка.

Схема з подвійним фільтруванням є двоступеневою і однопроцесною (вода освітлюється двічі та в обох випадках фільтруванням. Перший ступінь освітлення води протікає у фільтрах, в яких разом з власне фільтруванням відбувається і контактна коагуляція.

В окремих випадках (при необхідності) схеми очисних споруд господарсько-питних водопроводів можуть бути доповнені пристроями для зм'якшування, знезалізнення, знефторювання або фторування води, обробки активованим вугіллям або іншими реагентами.

Схеми обробки підземних вод для господарсько-питних цілей, як правило, простіші, оскільки часто включають тільки споруди для знезараження води.

Схеми очищення і обробки води для потреб виробництва дуже різноманітні, як і вимоги до якості води, що ставлять різні виробничі споживачі.

### ***Контрольні запитання***

1. Які показники визначають якість води?
2. Назвіть фізичні показники якості води.
3. Назвіть хімічні показники якості води.
4. Назвіть санітарно-бактеріологічні показники якості води.



5. Як санітарно-бактеріологічні показники якості впливають на стан питної води?
6. Які вимоги ставлять до якості господарсько-питної води?
7. Які документи регламентують якість питної води?
8. Назвіть основні методи очистки питної води.
9. Які споруди входять до складу очисної станції підготовки господарсько-питної води?
10. Охарактеризуйте схему очистки природної води з горизонтальними відстійниками і фільтрами.
11. Охарактеризуйте схему очистки природної води з освітлювачами із завислим осадом і фільтрами.
12. Охарактеризуйте схему очистки природної води з контактними освітлювачами.
13. Охарактеризуйте схему очистки природної води з подвійним фільтруванням.

## **ТЕМА 4. Зовнішні мережі водопостачання**

- 1. Водопровідні насосні станції. Типи вживаних насосів.**
- 2. Регулюючі й запасні ємкості.**
- 3. Схеми трасування водопровідних мереж.**
- 4. Основні принципи влаштування і експлуатації зовнішніх водопровідних мереж.**
- 5. Труби та арматура водопровідних мереж**

### **1. Водопровідні насосні станції. Типи вживаних насосів**

За призначенням і розташуванням у загальній схемі водопостачання водопровідні насосні станції підрозділяють на станції I-го, II-го та подальших підйомів, підвищувальні й циркуляційні.

За ступенем забезпеченості подачі води НС підрозділяють на три категорії. До НС різних категорій пред'являють відповідні вимоги з надійності енергозабезпечення, з резерву технологічного устаткування. Від категорії НС залежить число резервних агрегатів, число всмоктуючих і напірних ліній, розрахункові витрати для них, кількість і розміщення запірної арматури на внутрішньостанційних комунікаціях.

До складу споруд НС окрім машинного залу, в якому розміщуються насоси, можуть входити:

- для станції I підйому - водозабірні споруди, водоприймачі та камери перемикання;
- для станцій II підйому - резервуари чистої води і камери перемикання;

- для циркуляційних НС - водоприймачі та камери перемикачів.

Залежно від типу насосного устаткування розрізняють НС з горизонтальними та вертикальними, відцентровими та осьовими насосами.

За розташуванням насосів щодо рівня води у водоймищі, приймальному резервуарі або резервуарі чистої води розрізняють станції:

- з насосами, що встановлені з позитивною висотою всмоктування;
- з насосами, що встановлені з підпором (під заливом).

За розташуванням машинного залу щодо поверхні землі НС бувають: наземні, частково заглиблені (напівзаглиблені); заглиблені; підземні.

За формою підземної частини в плані НС можуть бути: прямокутної, круглої, еліптичної і складної конфігурації.

За характером управління НС можуть бути:

- з ручним управлінням;
- автоматичні;
- напівавтоматичні;
- з дистанційним управлінням.

Основним обладнанням НС є насоси.

Насоси є гідравлічними машинами, що призначені для переміщення рідини під напором.

Основними параметрами насосів, що визначають діапазон зміни режимів роботи НС, склад її устаткування та конструктивні особливості, є тиск, подача, потужність і коефіцієнт корисної дії.

Насоси є одним з найбільш поширених видів машин, причому їх конструктивна різноманітність дуже велика, тому класифікувати насоси за їх призначенням важко. Логічнішою представляється класифікація, що заснована на відмінностях у принципі дії. З цієї точки зору всі насоси можуть бути розділені на два види: динамічні й об'ємні.

У динамічних насосах рідина рухається під силовою дією в камері постійного об'єму, що сполучається з підвідними й відвідними пристроями. Залежно від виду силової дії на рідину динамічні насоси (у свою чергу) ділять на лопатеві та тертя.

Об'ємні насоси працюють за принципом витіснення рідини з камери за рахунок зменшення її об'єму. Періодична зміна об'єму камери відбувається за рахунок зворотно-поступального або обертового руху робочого органу насоса. Поперемінне заповнення камери перекачуваною рідиною та її спорожнення забезпечують клапанні пристрої вхідного й вихідного патрубків насоса.

Існує також розділення насосів за видом перекачуваної рідини, за виглядом привода та за іншими класифікаційними ознаками.

Вибір типу насоса у кожному конкретному випадку проводять з урахуванням його експлуатаційних і конструктивних якостей, що якнайповніше задовольняють технологічному призначенню даної НС.

## ***2. Регулюючі й запасні ємкості***

Водонапірні башти призначені для зберігання регулюючого і протипожежного запасу води, а також для створення та підтримки в мережі необхідного напору.

Водонапірна башта складається з бака, підтримуючої конструкції (стовбура), фундаменту та системи трубопроводів. За наявності небезпеки замерзання води в баці навколо нього влаштовують шатро.

Баки водонапірної башти бувають залізобетонними й сталевими; в більшості випадків мають циліндричну форму, плоске, напівсферичне або радіально-конічне днище.

Різновидом водонапірних башт є водонапірні колони, які знаходять широке застосування в системі промислового водопостачання. Башти-колони дешевші за водонапірні башти й можуть бути суміщені з насосними станціями подачі.

Резервуари чистої води можуть бути як напірними, так і безнапірними. Напірні резервуари розташовують на піднесених відмітках; вони виконують таку ж роль, як і водонапірні башти. Безнапірні резервуари служать для регулювання нерівномірності роботи насосних станцій I і II підйомів, а також в них зберігається непорушний протипожежний запас води. Крім того, у цих резервуарах накопичують об'єм води, який використовують на власні потреби водоочисної станції.

Резервуари виконують переважно круглої або прямокутної форми (у плані) в основному із залізобетону. Загальне число резервуарів в одному вузлі, як правило, має бути не менше двох. Влаштування одного резервуару допускають в разі відсутності протипожежного об'єму води.

## ***3. Схеми трасування водопровідних мереж***

Водопровідні мережі призначені для транспортування води від джерела водопостачання до споживачів. Вони мають задовольняти наступним основним вимогам:

- 1) забезпечувати подачу заданої кількості води до місць її споживання під

необхідним тиском;

2) мати достатній ступінь надійності й безперебійності постачання водою споживачів.

Водопровідна мережа складається з водоводів, магістральної мережі й розподільних трубопроводів.

Всю водопровідну мережу проектують на основі плану забудови населеного пункту. При цьому беруть до уваги конфігурацію населеного пункту; взаємне розташування джерела водопостачання і споживачів; розташування вулиць, кварталів і зосереджених водоспоживачів (заводи, фабрики та ін.); рельєф місцевості. Мережу прокладають проїздами або узбіччями доріг паралельно до лінії забудови. У поздовжньому профілі трубопроводи повторюють рельєф місцевості на певній постійній глибині. З метою випуску повітря в підвищених місцях мережі влаштовують вантузи, а в понижених - випуски.

Заглиблення водопровідних труб залежить від глибини промерзання ґрунту, температури води в трубах і режиму її подачі. Трубопровід має знаходитись на 0,5 м нижче розрахункової глибини промерзання, але не вище ніж 0,7 м до верху труби.

При трасуванні водопровідної мережі потрібно врахувати наступне:

- магістралі мають розташовуватися уздовж основного напрямку руху води в місті;
- до кожного споживача вода має йти найкоротшим шляхом;
- мережа має якомога повніше охоплювати сельбишну зону;
- необхідно враховувати перспективу розвитку населеного пункту;
- слід перетинати мінімальне число природних перешкод;
- траси трубопроводів бажано прокладати поблизу автодоріг і проїздів, паралельно лініям забудови, поза асфальтовими і бетонними покриттями;
- перетин проїздів та інших комунікацій має проводитися під прямим кутом;
- траси трубопроводів мусять мати мінімальне число штучних споруд і бути легко доступними для експлуатації і виконання ремонтних робіт.

За розташуванням у плані магістральних ліній розрізняють: тупикові (розгалужені), кільцеві та комбіновані мережі.

У населених пунктах найчастіше використовують комбіновані схеми. Кільце охоплює райони найбільшого водоспоживання, а до окремих водоспоживачів прокладають від кільця тупики.

Трасу господарсько-питного водопроводу заборонено прокладати на

території звалищ, цвинтарів і місць поховання худоби.

#### ***4. Основні принципи влаштування та експлуатації водопровідних мереж і водоводів***

До завдань технічної експлуатації мережі відносяться:

- спостереження за роботою і станом мережі та її устаткування (огляд мережі й арматури, обстеження введень до будівель і споруд);
- усунення виявлених дефектів, поточний ремонт стикових з'єднань і арматури;
- промивка і прочищення водопровідних труб для підтримки мережі в належному санітарному стані;
- ліквідація аварій на мережі;
- приєднання нових ділянок мережі й будинкових відгалужень;
- відтавання замерзлих ліній (гарячою водою або електричним струмом);
- догляд за вуличними водорозбірними кранами.

Спостереження за станом мережі ведуть шляхом регулярного планового обходу мережі й огляду всіх колодязів і розташованої в них водопровідної арматури.

Поточний ремонт включає профілактичний ремонт, який планують наперед за об'ємом і часом виконання, і непередбачений ремонт, необхідність якого виявляється у процесі експлуатації в терміновому порядку.

Капітальний ремонт включає ті роботи, в процесі яких проводиться зміна зношених конструкцій, вузлів, деталей або заміна їх на міцніші і економічніші.

Для запобігання пошкоджень трубопроводу внутрішнім тиском води в місцях поворотів і в тупиках встановлюють бетонні упори.

При проходженні трубопроводу через залізницю і автомобільні шляхи його укладають у запобіжний футляр із сталевих труб. Футляри (кожухи) захищають від руйнування залізницю чи автомобільний шлях у випадку аварії трубопроводу, а також сам трубопровід від дії зовнішніх сил, які виникають під час руху транспорту.

При влаштуванні переходів замість футлярів можуть використовуватися прохідні або непрохідні тунелі. Глибина закладання труби футляра або тунелю (відстань від підшови рейки або покриття автодороги до верху труби) має бути не менша 1,0 м при відкритому способі виконання робіт і не менша 1,5 м при виконанні робіт закритим способом.

Прокладання трубопроводу через річку, яр або канал може здійснюватись за допомогою дюкера або в утеплених кожухах під мостом, або по естакаді.

При перетині річки прокладають по дну дюкер не менше ніж у дві лінії із сталевих труб, що покриті підсиленою антикорозійною ізоляцією.

Після завершення будівельно-монтажних робіт водопровідну лінію перевіряють на відповідність усіх елементів проектним розв'язанням. Насамперед перевіряють якість виконання зварювальних і монтажних робіт, роботу арматури, прямолінійність прокладання і заглиблення трубопроводів. Після зовнішнього огляду водопровідну лінію випробовують двічі: до і після засипання траншеї. Випробовують ділянки довжиною не більше 1 км; її кінці закривають глухими фланцями і трубопровід заповнюють водою з низового боку.

Перед здачею в експлуатацію трубопроводи та споруди водопостачання промивають (очищають) і дезінфікують.

### ***5. Труби й арматура водопровідної мережі***

Для влаштування зовнішньої водопровідної мережі використовують сталеві, чавунні, азбестоцементні, залізобетонні й пластмасові труби. Матеріал труб вибирають за техніко-економічними розрахунками, які враховують робочий внутрішній тиск, агресивність ґрунту і води, умови роботи трубопроводу, санітарні вимоги тощо. Для зовнішньої напірної мережі рекомендовано застосовувати переважно неметалеві труби, а металеві - тільки на відповідальних ділянках, де потрібно мати більш високий ступінь надійності роботи водопровідної мережі.

Сталеві труби виготовляють безшовними й зварними (з прямим або спіральним швом). Широко застосовують сталеві труби для внутрішніх водопроводів. Сталеві труби, що прокладені в землі, необхідно захищати від корозії, інакше вони досить швидко вийдуть з ладу.

Чавунні труби (в порівнянні зі сталевими) більш довговічні за рахунок значної товщини стінок. Недоліки чавунних труб - значна вага, крихкість при динамічних навантаженнях і обмеженість робочого тиску.

Залізобетонні труби застосовують переважно для водоводів. Ці труби довговічні, вимагають для виготовлення невеликих витрат металу, але мають значну масу.

Азбестоцементні труби стійкі проти корозії, мають гладкі стінки з невеликим гідравлічним опором, малу масу й низьку теплопровідність, легко механічно обробляються, але вони крихкі, вимагають особливої уваги при транспортуванні й динамічних навантаженнях.

Пластмасові (пластикові) труби виготовляють із полімерних матеріалів: поліетилену високої і низької щільності, полібутилену, поліпропілену,

полівінілхлориду, поліхлорвінілу та інших. Пластмасові труби значно легші за металеві, стійкі до корозії, мають низький гідравлічний опір і низьку теплопровідність, легко обробляються і стикуються, гнучкі й пластичні, але мають високий коефіцієнт лінійного розширення і при коливанні температури можуть змінювати свої властивості.

Різновидом пластмасових є металопластикові (багатошарові) труби, в яких поєднані переваги металевих і пластмасових труб.

Для організації належної експлуатації на зовнішніх водопровідних мережах передбачають установлення запірно-регулювальної (засувки), запобіжної (запобіжні й зворотні клапани, вантузи) й водорозбірної арматури (водорозбірні колонки, пожежні гідранти).

Засувки призначені для управління потоком води в мережі й вимкнення окремих ділянок для огляду і ремонту.

Зворотні клапани призначені для пропускання води лише в одному напрямку.

Вантузи встановлюють у найвищих точках трубопроводу для автоматичного впуску або випуску повітря в трубопровід.

Пожежні гідранти призначені для забору води із зовнішніх мереж для гасіння пожежі.

У житлових кварталах, які не мають каналізації і введів у будинки, воду беруть безпосередньо із зовнішньої мережі через установлені на ній водорозбірні колонки.

Для забезпечення потрібної експлуатації мережі слід так розмістити на ній водопровідну арматуру, щоб можна було легко регулювати подачу води, виключати окремі ділянки для ремонту та регулювання водорозбору. Розташування на мережі арматури, фасонних частин, водопровідних колодязів та інших деталей показують умовними позначеннями на спеціальному кресленні, яке називають деталюванням мережі.

### ***Контрольні запитання***

1. Яке основне призначення насосних станцій системи водопостачання?
2. Назвіть типи НС за призначенням.
3. Які споруди можуть входити до складу НС?
4. Для чого застосовують насоси?
5. Які види насосів можна виділити за відмінностями у принципі їх дії?
6. Які вимоги ставлять до роботи насосів?
7. Призначення та принцип дії водонапірної башти.
8. Яка різниця у призначенні та дії напірних та безнапірних резервуарів?

9. Що називають водопровідною мережею?
10. Назвіть принципи трасування водопровідних мереж.
11. Які є типи водопровідних мереж?
12. Від чого залежить глибина прокладення водопровідних труб?
13. Назвіть основні завдання технічної експлуатації водопровідної мережі.
14. Яких заходів слід вжити для проведення поточного і капітального ремонту мережі?
15. Які матеріали застосовують для виготовлення труб водопровідної мережі?
16. Яку арматуру застосовують при експлуатації водопровідної мережі?

## **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ЗА ЗМ 1.1**

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
2. Найманов А.Я., Никиша С.Б. и др. Водоснабжение. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 649 с.
3. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація. – К.:Кондор, 2003. – 288 с.
4. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения. – М. – С.Пб.: Изд-во «АСВ», СПбГАСУ, 1998. – 246 с.
5. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.
6. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
7. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища школа, 1986. – 352 с.
8. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 680 с.
9. ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". – Затверджено МОЗ України 12.05.2010. – К., 2010.
13. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
14. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.
15. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 56 с.



## **ЗМ 1.2. ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

### **ТЕМА 5. Системи та схеми водовідведення**

- 1. Класифікація стічних вод.*
- 2. Схема та основні елементи системи водовідведення населеного пункту з промисловим підприємством.*
- 3. Системи водовідведення.*
- 4. Системи та схеми водовідведення промислових підприємств.*

#### *1. Класифікація стічних вод*

Воду, яка була у використанні та одержала забруднення, які змінили її хімічний склад та фізичні властивості називають *стічною*.

Стічні води за складом та концентрацією забруднень класифікують на: побутові, виробничі та атмосферні.

*Побутові стічні води* за складом забруднень поділяють на фекальні та господарські. *Фекальні* води забруднені фізіологічними покидьками та надходять з унітазів. *Господарські* стічні води надходять з мийок, умивальників, бань, пралень та ін. *Побутові* стічні води забруднені речовинами мінерального та органічного походження, мають велику кількість патогенних бактерій, тому вони небезпечні у санітарному відношенні.

*Виробничі стічні води* створюються в результаті забруднення водопровідної води під час використання її для технологічних потреб. За ступінем забруднення їх поділяють на: а) умовно-чисті; б) забруднені.

*Умовно-чисті* води не містять специфічних забруднень; під час використання вони лише змінюють свою температуру. Це води після охолодження машин та агрегатів.

*Забруднені виробничі води* за складом забруднень та їх концентрації дуже різноманітні. Ступінь їх забруднення залежить від характеру та технології виробництва. Вони містять органічні чи мінеральні домішки (іноді вони змішані), бактеріальні забруднення, ядовиті та радіоактивні речовини.

*Атмосферні стічні води* утворюються в результаті випадіння дощу та таяння снігів. Їх поділяють відповідно на дощові та талі. За складом забруднення вони близькі до розведених побутових чи виробничих стічних вод.

## **2. Схема та основні елементи системи водовідведення населеного пункту з промисловим підприємством**

Система водовідведення – це комплекс інженерних споруд, які призначені для збору, відводу за межі міста стічних вод, їх очищення, знешкодження та випуск їх до водоймищ.

Система водовідведення містить наступні основні елементи:

- 1) внутрішні водовідвідні системи будинків;
- 2) зовнішню внутрішньоквартальну (дворову) водовідвідну мережу;
- 3) зовнішню водовідвідну мережу;
- 4) регулюючі резервуари;
- 5) насосні станції та напірні трубопроводи;
- 6) внутрішні (заводські) водовідвідні мережі промислових підприємств;
- 7) очисні споруди;
- 8) випуски очищених стічних вод до водоймищ та аварійні випуски стічної води до водоймищ.

Залежно від характеру території, яку обслуговує система водовідведення, міські вуличні мережі приймають стічні води від внутрішньоквартальних чи дворових мереж, а також від заводських мереж, які прокладають територію промислового підприємства для прийому стічних вод від цехів та будинків усередині підприємства. У деяких випадках заводські мережі приєднують до спеціальної мережі промислової каналізації.

Водовідвідні мережі будують переважно самопливними. Для цього їх прокладають відповідно рельєфу місцевості, поділяючи усю територію, яку каналізують, на басейни водовідведення. Басейном водовідведення називають частину території, яка обмежена водорозділами.

Ділянки водовідвідної мережі, які збирають стічні води від одного чи кількох басейнів водовідведення, називають колекторами.

Колектори поділяють на наступні види:

- 1) *колектори басейнів водовідведення*, які збирають стічні води з окремих басейнів;
- 2) *головні колектори*, які приймають та транспортують стічні води двох чи більше басейнів водовідведення;
- 3) *позаміські колектори*, які відводять стічні води транзитом за межі об'єкта водовідведення до насосних станцій, очисних споруд чи до місця випуску їх у водоймище.

Для огляду, промивання та прочищення водовідвідної мережі від засмічування на ній улаштовують оглядові колодязі. Для прийому

атмосферних стічних вод з проїздів використовують дощоприймачі, які мають вигляд круглих чи прямокутних колодязів з металевими решітками зверху.

### **3. Системи водовідведення**

Залежно від того, яким чином відводять окремі види стічних вод - окремо чи разом, системи водовідведення поділяють на: загальносплавні, роздільні (повні або неповні) та напівроздільні.

*Загальносплавною* називають таку систему водовідведення, при якій всі види стічних вод відводять до очисних споруд чи у водоймище по єдиній мережі. Особливістю загально сплавної системи водовідведення є наявність на головному колекторі зливоспусків, крізь які частину суміші стічних вод скидають у водоймище без очищення під час випадіння сильних дощів.

*Роздільною* називається така система водовідведення, за якої окремі види стічних вод с забрудненнями різного характеру відводяться самостійними водовідвідними мережами. Роздільні системи водовідведення, в свою чергу, поділяють на повні та неповні. *Повна* роздільна система передбачає не менше двох мереж: одну - для прийому та відводу побутових та близьких до них за складом виробничих стічних вод на очисні споруди; другу - для прийому та відводу атмосферних стічних вод на локальні очисні споруди поверхневого стоку перед випуском їх у водоймища. *Неповна* роздільна система передбачає відвод побутових стічних вод закритою мережею на очисні споруди та неорганізований відвід у водоймище атмосферних вод.

*Напівроздільною* системою водовідведення називають таку систему водовідведення, при якій у місцях перетину самостійних водовідвідних мереж для відводу різних видів стічних вод встановлюють водоскидні камери, які дозволяють перепускати найбільш забруднені дощові води при малих витратах до побутової мережі й відводити їх загальним колектором на очисні споруди, а при зливах скидати порівняно чисті води безпосередньо у водоймища.

Систему водовідведення вибирають з урахуванням місцевих вимог, техніко-економічних та санітарно-гігієнічних умов. У санітарному відношенні найбільш доцільною є загальносплавна система водовідведення, при якій усі види стічних вод підлягають очищенню. Однак ця система вимагає значних капітальних та експлуатаційних витрат, оскільки збільшуються розміри комунікацій, очисних споруд та потужність обладнання. Крім того, на повну потужність система працює тільки під час великих злив при надходженні всієї маси дощових вод на очисні споруди. Для зменшення вартості загальносплавної системи на головному колекторі в місцях приєднання до нього

виробничо-дошової мережі встановлюють зливоспуски, але у цьому випадку частина неочищених стічних вод потрапляє у водоймище без очищення та забруднює його. Крім того, вона має високу вартість і не знайшла широкого розповсюдження. У нашій країні найбільшого розповсюдження набула повна роздільна система водовідведення, першою чергою будівництва якої є неповна роздільна система водовідведення.

#### **4. Системи та схеми водовідведення промислових підприємств**

Системи водовідведення промислових підприємств поділяються також на *загальносплавні та роздільні*. Під час вибору системи водовідведення необхідно враховувати наступні можливості:

- спільного чи роздільного очищення окремих видів стічних вод (від різних цехів);
- вилучення та використання цінних речовин, які містять сточні води;
- повторного використання виробничих стічних вод без очищення, чи після часткового очищення у системі зворотнього водопостачання чи для технічних потреб іншого цеха чи виробництва;
- використання для зрошення сільськогосподарських культур.

Крім того, треба знати, куди будуть скидати стічні води від підприємств – безпосередньо у водоймище чи у міську мережу.

**Загальносплавну систему водовідведення** використовують для невеликих підприємств (з малою витратою води), якщо виробничі стічні води близькі за складом до побутових стічних вод, мають одну водовідвідну мережу та всі стоки відводять до єдиних очисних споруд.

**Роздільні системи водовідведення** мають декілька водовідведних мереж для відводу виробничих стічних вод від окремих цехів(виробнича мережа). Побутові та дошові води відводять також самостійною мережею (побутова та дошова мережа), але у деяких випадках можливе спільне відведення кількох видів стічних вод.

Роздільна система водовідведення може бути:

- 1) з локальними очисними спорудами, якщо забруднення за складом різні;
- 2) с частковим оборотом виробничих вод – для охолодження;
- 3) з повним оборотом виробничих вод – для великої кількості виробничих стічних вод та невеликої витрати води у річці;
- 4) з повним оборотом виробничих та побутових вод - безстічна система водоспоживання – доцільне використання при нестачі води у річці для потреб водопостачання.

## Контрольні запитання

1. Що називають стічною водою та як класифікують стічні води?
2. Що називають системою водовідведення і які основні елементи вона містить?
3. Які бувають види колекторів та для чого призначені оглядові колодязі та дощоприймачі?
4. Як транспортують стічні води при використанні загальносплавної системи водовідведення та які її характерні особливості?
5. Як транспортують стічні води при використанні роздільної системи водовідведення та які її характерні особливості?
6. Як транспортують стічні води при використанні напівроздільної системи водовідведення та які її конструктивні особливості?
7. Як вибирають систему водовідведення?
8. Які бувають системи водовідведення промислових підприємств та їх характерні особливості?
9. Які бувають варіанти роздільної системи водовідведення промислових підприємств?

## ТЕМА 6. Проектування водовідвідної мережі

1. *Основні дані для проектування.*
2. *Схеми водовідвідних мереж.*
3. *Визначення розрахункових витрат.*
4. *Швидкості руху стічних вод і ухили та наповнення трубопроводів.*
5. *Глибина залягання трубопроводів водовідвідної мережі.*
6. *З'єднання водовідвідних труб у колодязях.*

### 1. Основні дані для проектування

До початку проектування систем водовідведення необхідно провести інженерні пошуки, які поділяють: на топографічні, гідрологічні, геологічні та гідрогеологічні. Під час *топографічних* пошуків йде зйомка ділянки, площадки споруд, колектора. Під час проведення *геологічних* та *гідрогеологічних* пошуків визначають геологічну будову трас водоводів і колекторів, площадок споруд; фізико-механічні властивості ґрунтів; положення рівня ґрунтових вод; виявляють агресивність ґрунтів та ґрунтових вод по відношенню до металу та бетону; визначають сейсмічність району, зсувні явища.

Для проектування водовідвідних систем необхідні наступні вихідні дані:

- генеральний план міста у масштабі 1:5000 чи 1:10000 з горизонталями через 1-2 м; розрахункова щільність населення, чол/га за плямами забудови;
- питомі норми водовідведення від населення за плямами забудови;
- дані про водовідведення від найбільш водоемних підприємств;
- глибина промерзання ґрунту в районі укладки колекторів;
- інженерна геологія та гідрогеологія за трасами мереж, колекторів майданчикам розташування насосних станцій.

## **2. Схеми водовідвідних мереж**

Трасування вуличних трубопроводів залежить від рельєфу місцевості і диктується необхідністю забезпечення найменшого заглиблення внутрішньоквартальної мережі та вуличних трубопроводів.

Схеми водовідвідних мереж, які використовують при трасуванні міських водовідвідних мереж, можуть бути класифіковані наступним чином:

1. **Перпендикулярна схема** – колектори басейнів водовідведення трасують перпендикулярно напрямку течії води у водоймище. Цю схему використовують для спуску стічних вод, які не потребують очищення (дошові, умовно чисті).
2. **Пересічена схема** – колектори басейнів водовідведення трасують перпендикулярно напрямку течії води у водоймище та перехоплюють головним колектором, який трасують паралельно до напрямку руху води у річці. Таку схему використовують при плавному падінні рельєфу місцевості до водоймища та необхідності очищення стічних вод.
3. **Паралельна (віялова) схема** – використовують при різкому падінні рельєфу місцевості до водоймища. Ця схема дозволяє виключити в колекторах басейнів водовідведення підвищені швидкості руху стічної води.
4. **Радіальна схема** – використовують при складному рельєфі місцевості та у великих містах. Очищення стічних вод здійснюють на 2-х і більше очисних спорудах.
5. **Зонна (поясна) схема** – територія, яку каналізують, розплановують на дві зони: з верхньої стічні води відводять самопливом до очисних споруд, а з нижньої зони перекачують насосною станцією. Кожна із зон має схему, яка аналогічна пересіченій схемі. Використовують при нерівномірному падінні рельєфу місцевості до водоймища та відсутності можливості каналізування усієї території (наприклад, нижньої зони) самопливом.

Трасування вуличних трубопроводів здійснюють за трьома схемами:

1. **Охоплююче трасування** – вуличні мережі прокладають по проїздах, які охоплюють квартал з усіх 4-х боків. Застосовують при плоскому рельєфі

місцевості ( $i = 0,005-0,007$ ) та великих кварталах.

2. Трасування з *пониженого боку квартала* – вуличні мережі прокладають з одного пониженого боку квартала. Використовують при значному ухилі поверхні землі ( $i = 0,008-0,01$ ).

3. *Черезквартальна схема*. Вуличні трубопроводи прокладають усередині кварталів від вище- до нижчерозташованих. Ця схема дозволяє скоротити довжину мережі, але ускладнює її експлуатацію.

### **3. Визначення розрахункових витрат**

Розрахунок водовідвідної мережі та споруд здійснюють на пропуск розрахункової витрати.

*Розрахункова витрата* стічних вод - це максимальна можлива витрата, тобто найбільша секундна витрата, яка може надходити до водовідвідних мереж та споруд..

*Норма водовідведення* –це середньодобова витрата стічних вод на одного мешканця, який користується системою водовідведення, чи на одиницю продукції, яку виробляє підприємство.

Витрата побутових стічних вод залежить від кількості мешканців, які користуються системою водовідведення та норми водовідведення , яка, у свою чергу, залежить від ступеня благоустрою будинків, тобто ступеня обладнання будинків санітарно-технічними пристроями(мийками, ваннами і ін.). Чим вище ступінь благоустрою, тим вище норма водовідведення. Крім того, норма водоспоживання залежить від кліматичних умов:

Звичайно норма водовідведення дорівнює нормі водоспоживання.

#### **3.1. Коефіцієнти нерівномірності**

Приплив стічних вод до водовідвідної мережі коливається за добу та погодинно, тому важливою характеристикою цього коливання є коефіцієнт нерівномірності, за допомогою якого визначають розрахункові витрати.

1) *Для населених пунктів*

*Загальний максимальний коефіцієнт нерівномірності* визначають за формулою:

$$K_{gen.max} = K_{сут} \cdot K_{ч} = \frac{q_{max(m)}}{q_{mid}}, \quad (1.2.1)$$

де  $q_{max(m)}$  – максимальна годинна витрата за добу з максимальним водовідведенням;

$q_{mid}$  – середня годинна витрата за добу з середнім водовідведенням.

**Загальний мінімальний коефіцієнт нерівномірності** визначають за формулою:

$$K_{gen.min} = \frac{q_{\min(\min)}}{q_{mid}}, \quad (1.2.2)$$

де  $q_{\min(\min)}$  – мінімальна годинна витрата за добу з мінімальним водовідведенням, м<sup>3</sup>/год.

2) *Для промислових підприємств*

Величину коефіцієнта годинної нерівномірності надходження виробничих стічних вод  $K_q$  належить одержувати у технологів виробництва.

Величина коефіцієнта годинної нерівномірності надходження побутових стічних вод із території промислових підприємств приймають:  $K_q = 2,5$  - для гарячих цехів та  $K_q = 3,0$  - для холодних.

### **3.2. Визначення витрат побутових та виробничих стічних вод**

#### **3.2.1. Витрати стічних вод від населення**

**Середньодобову витрату**, м<sup>3</sup>/доб, знаходять за формулою:

$$Q_{mid} = \frac{N \cdot q_{\delta}}{1000}. \quad (1.2.3)$$

**Середню секундну витрату**, л/с, визначають за формулою:

$$q_{mid.s} = \frac{N \cdot q_{\delta}}{86400}. \quad (1.2.4)$$

**Розрахункову витрату**, л/с, знаходять за формулою:

$$q_{\max.s} = q_{mid.s} \cdot K_{gen.max}, \quad (1.2.5)$$

де  $N$  – розрахункова кількість мешканців;

$q_{\delta}$  – норма водовідведення, л/доб. на одного мешканця;

$K_{gen.max}$  – загальний максимальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод.

Для спрощення розрахунку припливу стічних вод до мережі водовідведення, в інженерній практиці використовують поняття *модуль стока*.

**Модуль стока** – це розрахункова витрата стічних вод з одиниці площі житлових кварталів, л/с·га, визначають за формулою:

$$q_0 = \frac{q_{\delta} \cdot P}{86400}, \quad (1.2.6)$$

Якщо модуль стока помножити на відповідну площу кварталу, знайдемо середній приплив стічних вод з цього кварталу, л/с:



$$q_{mid.s} = q_0 \cdot F. \quad (1.2.7)$$

### 3.2.2. Витрата побутових стічних вод від промислових підприємств

**Середньодобову витрату**, м<sup>3</sup>/доб, визначають за формулою:

$$Q_{mid} = \frac{(25N_1 + 45N_2)}{1000}, \quad (1.2.8)$$

де  $N_1, N_2$  –кількість працюючих за добу відповідно в холодних і гарячих цехах;

25 та 45 –норма водовідведення побутових стічних вод в л/см. на одного працюючого відповідно в холодних і гарячих цехах.

**Розрахункову витрату**, л/с, знаходять за формулою:

$$q_{max.s} = \frac{(25N_3K_1 + 45N_4K_2)}{T \cdot 3600}, \quad (1.2.9)$$

де  $N_3, N_4$  –кількість працюючих у максимальну зміну відповідно в холодних і гарячих цехах;

$K_1, K_2$  – коефіцієнти годинної нерівномірності надходження побутових стічних вод відповідно у холодних та гарячих цехах;

$T$  –тривалість зміни у годинах.

### 3.2.3. Витрата душових стічних вод

Робітники приймають душ протягом 45 хвилин після закінчення зміни.

**Максимальну витрату за зміну**, м<sup>3</sup>/см, знаходять за формулою:

$$Q_{max.cm} = \frac{q_{qc} \cdot m_q \cdot 45}{60 \cdot 1000}. \quad (1.2.10)$$

**Секундну витрату**, л/с, знаходять за формулою:

$$q_{max.s} = \frac{q_{qc} \cdot m_q}{3600}, \quad (1.2.11)$$

де  $q_{qc}$  –витрата води крізь одну душову сітку, дорівнює 500 л на годину;

$m_q$  – кількість душових сіток.

### 3.2.4. Витрата виробничих стічних вод

**Середню добову витрату стічних вод від технологічних процесів**, м<sup>3</sup>/доб, знаходять за формулою:

$$Q_{mid} = M \cdot q_{np}. \quad (1.2.12)$$

**Розрахункову витрату виробничих стічних вод**, л/с, визначають за формулою:

$$q_{max.s}''' = \frac{M_1 \cdot q_{np}}{T \cdot 3,6} K_1, \quad (1.2.13)$$

де  $M$  та  $M_1$  –кількість одиниць виробляємої продукції відповідно за добу та у максимальну зміну;

$q_{np}$  –питоме водовідведення, м<sup>3</sup>, на одиницю продукції;

$K_1$  – коефіцієнт годинної нерівномірності скидання виробничих стічних вод.

#### **4. Швидкість руху стічних вод, ухил і наповнення трубопроводів**

Стічні води забруднені різними домішками. Нерозчинена їх частина має як органічне так й неорганічне походження. Домішки органічного походження, які мають невелику питому вагу, добре транспортуються водовідвідною мережею, а домішки неорганічного походження (пісок,шлак та інші) транспортуються лише зі значними швидкостями. У зв'язку з цим, розрахункові швидкості у водовідвідній мережі мають визначатися за умови транспортування піску та інших домішок неорганічного походження, що містить стічна вода.

*Швидкість*, яка відповідає повному зваженню забруднень, називають *самоочищуючою*, тому що осад, який осідає на стінках труб водовідвідної мережі, змивається потоком стічної води і таким чином здійснюється їх самоочищення. *Мінімальні розрахункові швидкості* слід призначати не менші за самоочищуючу (для побутових мереж вона залежить від діаметра труб).

Пісок, який міститься у стічній рідині, транспортується потоком по дну труб та викликає їх стирання та руйнування поверхні. Руйнування поверхні труб тим більше, чим більша швидкість руху потоку. Тому максимальну швидкість руху стічних вод слід обмежувати не більше 4м/с для неметалевих труб та не більше 8м/с - для металевих.

*Мінімальний ухил* труб побутової водовідвідної мережі визначають за формулою:

$$i = \frac{\alpha}{d}, \quad (1.2.14)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт, який залежить від діаметру трубопроводу (приймають за таблицями);

$d$  – внутрішній діаметр трубопроводу, мм.

Побутову водовідведну мережу розраховують на часткове наповнення труб, що характеризують відношенням  $h/d$ , яке показує співвідношення висоти шару води у трубопроводі до його внутрішнього діаметра.

Часткове наповнення труб, тобто  $h/d < 1$  дозволяє:

- 1) створити резерв у перетині труб, що необхідно для пропуску витрати, яка перевищує розрахункову;
- 2) забезпечити вентиляцію водовідведної мережі для вилучення шкідливих та небезпечних газів, які відділяються від стічної води;
- 3) створити кращі умови для транспортування зважених забруднень.

Найбільше розрахункове наповнення труб визначають при найменших швидкостях стічної води залежно від діаметра труб за спеціальними таблицями.

### **5. Глибина залягання трубопроводів водовідведної мережі**

Від глибини залягання трубопроводів залежить вартість та строки будівництва водовідвідної мережі.

Мінімальну глибину назначають з урахуванням наступних умов:

- 1) виключення промерзання труб;
- 2) захисту труб від механічних ушкоджень під впливом зовнішніх навантажень;
- 3) можливості приєднання до вуличної мережі внутрішньоквартальної (дворової) мережі.

У зв'язку з тим, що температура стічних вод не падає нижче  $+7^{\circ}\text{C}$  навіть у саму холодну пору року, на початку водовідвідної мережі трубопроводи можна прокладати на глибині, яка менша за глибину промерзання ґрунту.

Мінімальну глибину на початку мережі приймають за формулою:

$$h_{\min} = h_{\text{пр.}} - a > 0,7 + d, \quad (1.2.15)$$

де  $h_{\text{пр.}}$  – глибина промерзання ґрунту, м;

$a$  – величина, яка залежить від діаметра трубопровода: для труб діаметром до 500 мм –  $a = 0,3$  м,  $d > 500$  мм – 0,5 м.

Для захисту труб від механічних ушкоджень під впливом зовнішніх навантажень (транспорт та інші) глибина залягання трубопровода має бути не менше 0,7 м до верху трубопровода, тобто  $h_{\min} = 0,7 + d$ .

Початкову глибину залягання трубопроводів вуличної мережі з урахуванням приєднання внутрішньоквартальної чи дворової мережі визначають за формулою:

$$H_{\text{нач.}} = h'_{\min} + i_{\min}(L + l) + Z_1 - Z_2 + \Delta d \quad (1.2.15)$$

де  $h'_{\min}$  – мінімальна глибина залягання трубопровода на початку внутрішньоквартальної (дворової) мережі;

$i_{\min}$  – мінімальний ухил трубопровода внутрішньоквартальної(дворової) мережі;

$L + l$  – довжина внутрішньоквартальної(дворової) мережі;

$Z_1$  і  $Z_2$  – відмітки поверхні землі та накінці внутрішньоквартальної мережі;

$\Delta d$  – різниця в діаметрах труб зовнішньої та внутрішньоквартальної мережі.

### ***6. З'єднання водовідвідних труб в колодязях***

З'єднання труб однакового діаметра в колодязях при різному розрахунковому наповненні, а також труб різного діаметра можна виконувати “за рівнями води” чи по верху труб(“шелига у шелигу”). При з'єднанні “шелига у шелигу” сполучають верхні частини труб, які називають шелигами. Якщо з'єднання труб здійснюють “за рівнями води”, сполучають за висотою розрахункові рівні води. З'єднання трубопроводів однакового діаметру здійснюють “за рівнями води”, а трубопроводів різного діаметра - “шелига у шелигу”. З'єднання труб побутової водовідвідної мережі рекомендують виконувати за рівнями води, тому що при цьому виключають можливість виникнення підпорів та утворюються кращі умови для транспортування зважених речовин.

### ***Контрольні запитання***

1. Які дані необхідні для проектування водовідвідної мережі?
2. Які схеми водовідвідної мережі використовують при трасуванні міських водовідвідних мереж? Коли використовують паралельну та перпендикулярну схему і які їх особливості?
3. Коли використовують пересічену, зонну та радіальну схему і які їх особливості?
4. Як здійснюють трасування вуличних трубопроводів?
5. Що називають розрахунковою витратою стічних вод та нормою водовідведення, від чого залежить норма водовідведення?
6. Як визначають коефіцієнти нерівномірності?
7. Як визначають витрати побутових стічних вод від населення та працівників підприємств?
8. Як визначають витрати душових та виробничих стічних вод?

9. Якою має бути швидкість стічних вод?
10. Які можливості дає часткове наповнення водовідвідних труб та як знайти мінімальний ухил?
11. Якою має бути глибина залягання трубопроводів водовідвідної мережі та за якими формулами визначають глибину залягання на початку мережі та вуличної мережі?
12. Як здійснюють з'єднання водовідвідних труб у колодязях?

## **ТЕМА 7. Влаштування водовідвідної мережі**

- 1. Труби і колектори.**
- 2. Колодязі на водовідвідних мережах.**
- 3. Перетин трубопроводів каналізаційних мереж з перешкодами.**
- 4. Влаштування дощової мережі.**
- 5. Перекачування стічних вод.**

### **1. Труби і колектори**

До матеріалу труб і колекторів водовідвідної мережі висувають ряд вимог: вони мають бути міцними, сприймати навантаження від ваги ґрунту і транспорту без деформації, стійкими проти корозії та механічного стирання, мати гладку внутрішню поверхню, мати водонепроникність, не допускати просочування стічних вод у ґрунт (ексфільтрація) і ґрунтових вод у мережу (інфільтрація). Цим вимогам відповідають керамічні, бетонні, залізобетонні, азбестоцементні, металеві й пластмасові труби, а також цегла та залізобетон, з яких виготовляють колектори.

Керамічні труби використовують для влаштування безнапірних каналізаційних мереж. Їхню внутрішню поверхню покривають глазур'ю, яка надає їм твердості, водонепроникності, гладкості та ряду інших позитивних властивостей. Бетонні й залізобетонні труби виготовляють напірними та безнапірними з розтрубом або гладкими кінцями.

Азбестоцементні труби (напірні й безнапірні) виготовляють з гладкими кінцями діаметром 100-600 мм.

Чавуні й сталеві труби застосовують переважно для напірних каналізаційних мереж. Для зовнішньої безнапірної каналізаційної мережі сталеві труби застосовують лише там, де ставляться підвищені вимоги до

герметичності (наприклад, при перетині із залізничними та автомагістралями, водними перепонами).

При прокладанні самопливних каналізаційних мереж використовують труби із синтетичних матеріалів (вініпласт, поліетилен та ін.).

Колектори побутової, виробничої, загальносправної і дощової каналізації великого розміру можуть у поперечному перерізі бути круглими, прямокутними або іншої форми. Труби й канали каналізаційної мережі повинні задовольняти гідравлічні, статичні, економічні та експлуатаційні вимоги. Залежно від виду ґрунту, матеріалу й діаметра труб їх кладуть безпосередньо на ґрунт або штучну основу.

## **2. Колодязі на водовідвідних мережах**

Для огляду і прочищення каналізаційної мережі на ній споруджують оглядові колодязі. Їх роблять скрізь, де змінюються напрям, діаметр або ухил ліній. Колодязі на напірних трубопроводах встановлюють при необхідності розміщення в них засувок, випусків, вантузів та іншої арматури. Оглядові колодязі виконують з цегли або залізобетону. У плані вони можуть мати круглу або прямокутну форму.

Основними елементами колодязів є: основа (підготовка, плита та набивний лоток), робоча камера перекриття або перехідна частина, горловина, кришка з люком. Висоту робочої камери приймають, як правило, 1800 мм. Розміри камери обумовлені можливістю виконання робіт з огляду, прочищення і ремонту мережі.

Залежно від призначення, оглядові колодязі підрозділяють: на лінійні, поворотні, з'єднувальні, контрольні, промивні й перепадні.

**Лінійні** колодязі встановлюють на прямих ділянках каналізаційних мереж усіх систем через 35-300 м залежно від діаметра труб.

**Поворотні** колодязі встановлюють у місцях зміни напрямку мережі в плані або за висотою. З'єднувальні оглядові колодязі встановлюють у місцях з'єднання каналізаційних ліній.

**Промивні** колодязі передбачають на тих ділянках каналізаційної мережі, де можливе випадання осаду в трубах.

**Перепадні** колодязі споруджують у місцях, де з'єднують труби на різній глибині, що має місце при приєднанні бокових притоків до основної каналізаційної мережі при влаштуванні перепадів у зв'язку з різкою зміною рельєфу місцевості й необхідності зменшення швидкості потоку стічних вод мережею.

**Контрольні** колодязі встановлюють перед червоною лінією забудови збоку будинків у місцях приєднання дворової, квартальної або промислової мережі до вуличної.

### ***3. Перетин трубопроводів каналізаційних мереж з переешкодами***

Трубопроводи каналізаційної мережі часто перетинаються з різними природними та штучними перешкодами. До природних відносять: струмки, ріки, яри. До штучних – автомобільні дороги, залізниці, підземні колектори і ін.

Прокладання трубопроводу через річку, яр або канал може здійснюватись за допомогою дюкера або в утеплених кожухах під мостом, або естакадою.

При перетині з річкою прокладають по дну дюкер не менше, ніж у дві лінії зі сталевих труб, які покриті підсиленою антикорозійною ізоляцією. Кожна лінія дюкера має бути робочою. Мінімальна відстань між верхом труби і дном річки 0,5 м, а для судноплавних - у межах фарватеру - 1,0 м. Відстань у плані між трубами становить 0,7...1,5 м.

Дюкер складається з напірних трубопроводів, верхньої та нижньої камер. Верхня (вхідна) камера мусить мати два відділення – мокре та сухе. Ці відділення відокремлені між собою водонепроникною перегородкою. Нижню камеру дюкера виконують у вигляді одного відділення, де напірні трубопроводи переходять у відкриті лотки, напочатку яких встановлюють щитові затвори. У верхній камері в сухому відділенні встановлюють засувки.

Рух води в дюкері здійснюється під напором, який утворюється в результаті різниці рівня води на його початку та в кінці.

При перетині трубопроводів із залізничними коліями та автомобільними дорогами їх прокладають у сталевому футлярі. Заглиблення трубопроводів від підшви рейок залізничних колій або від покриття автомобільного шляху має бути не менше 1 м до верхнього футляра при відкритому способі виконання робіт і не менше 1,5 м при закритому способі виконання робіт. Внутрішній діаметр футляра приймають при відкритому способі робіт на 200 мм > зовнішнього діаметра трубопроводу, що прокладають, а при закритому способі – не менше 800 мм. З обох боків переходу передбачають колодязі з встановленням у них запірної арматури.

При прокладанні трубопроводів через яри, суходоли, споруджують естакади, які використовують як пішохідні переходи. Перед естакадою влаштовують аварійний випуск, а через 40-50 м встановлюють ревізії.

#### **4. Влаштування дощової мережі**

Дощова водовідвідна мережа служить для організованого та швидкого відведення дощових і талих вод із території населених пунктів та промислових підприємств.

Дощову мережу поділяють на *внутрішню* і *зовнішню*.

**Внутрішню дощову мережу** влаштовують у межах будинків різного призначення та служить для відводу атмосферних вод з дахів великих будинків, які мають плоску покрівлю. Із внутрішньої дощової мережі воду відводять до зовнішньої дощової мережі.

**Зовнішня дощова мережа** призначена для відводу атмосферних опадів, які надходять до неї з території населених пунктів і промислових підприємств до розташованих поблизу водоймищ, ярів та ін. Вона може бути *відкритою* (у вигляді лотків і канав), *закритою* (у вигляді підземних трубопроводів) та *змішаного типу*.

**Відкрита мережа** складається з лотків і канав, якими дощові й талі води самопливом видаляють за межі населених пунктів і промислових підприємств та без очистки скидають у водоймища. У великих населених пунктах з високим ступенем благоустрою, як правило, влаштовують **закриту (підземну) дощову мережу**. У такому випадку дощові води, що стікають з кварталів і вулиць, збираються до вуличних і внутрішньоквартальних лотків та через спеціальні колодязі (дощоприймачі) надходять до мережі підземних трубопроводів, які прокладені всередині кварталів та вулицями; підземною мережею труб зібрані дощові води транспортують до розташованих поблизу водойм або ярів. Вони можуть бути попередньо очищені.

У тих випадках, коли частина кварталів не має підземної дощової мережі, влаштовують мережу змішаного типу, яка містить відкриті вуличні лотки та труби, що прокладені під землею.

#### **5. Перекачування стічних вод**

У тих випадках, коли неможливо здійснити відведення стічних вод самопливом на очисні споруди, застосовують насоси. При цьому, виходячи з особливостей рідини, яка перекачується (наявності в ній паперу, ганчір'я та інших домішок), до насосів ставлять такі вимоги: вони не мусять засмічуватися забрудненнями, які знаходяться в стоках; їх конструкція має забезпечувати можливість прочищення робочого колеса, корпусу й патрубків.

Каналізаційні насосні станції за призначенням бувають головними (перекачують стічні води зі всієї території), районними (перекачують стічні



води з окремих басейнів каналізування), лінійними або підкачування (перекачують стічні води з максимально заглибленого колектора в колектори з меншим заглибленням) й місцевими (перекачують стічні води від одного або декількох будинків).

Каналізаційні насосні станції мають машинне відділення, приймальний резервуар, побутові й допоміжні приміщення. У машинному залі розташовують основні й резервні насоси, а також все допоміжне обладнання для нормальної роботи насосів. Приймальний резервуар утворює регулюючу ємкість. Машинний зал та інші службові приміщення відділяють від приймального резервуару суцільною водо- і газонепроникною стінкою.

Схеми й конструкції насосних станцій залежать від гідрогеологічних умов, глибини підвідного колектора, типу й кількості насосів, особливості розташування насосних агрегатів тощо. Як правило, насосні станції розташовані в понижених місцях, мають значне заглиблення і часто нижче рівня підземних вод. У цьому випадку доцільно застосовувати каналізаційні насосні станції шахтного типу й круглі в плані. При перекачуванні стічних вод, що містять пожежо- й вибухонебезпечні речовини, приймальні резервуари відокремлюють від машинного відділення, яке може розміщуватися на меншій глибині.

Каналізаційні насосні станції, що перекачують невелику кількість стічних вод, будують підземними й повністю автоматизованими. У тих випадках, коли при перекачуванні невеликих обсягів стічних вод висота підйому не перевищує 4 м, рекомендують обладнувати насосні станції з шнековими насосами.

Насоси вибирають за максимальною подачею насосних станцій і потрібним напором. Напірні трубопроводи від насосних станцій працюють, як правило, в дві лінії.

### ***Контрольні запитання***

1. Які матеріали використовують для труб та колекторів водовідвідної мережі?
2. Які колодязі встановлюють на водовідвідній мережі та яке їх призначення?
3. Як здійснюють перетин трубопроводів каналізаційних мереж з перешкодами?
4. Для яких цілей служить дощова водовідвідна мережа і як її влаштовують?
5. В яких випадках відведення стічних вод застосовують насоси та які вимоги до них ставлять?
6. Які схеми й конструкції насосних станцій використовують для перекачування стічних вод?
7. Як визначають витрати душевих та виробничих стічних вод?

## **ТЕМА 8. Склад забруднень і методи очищення стічних вод**

- 1. Види і склад забруднень стічних вод.**
- 2. Умови спуску стічних вод у водоймища.**
- 3. Методи очищення стічних вод.**
- 4. Схеми компоновок очисних споруд.**

### **1. Види і склад забруднень стічних вод**

Стічні води є складними багатокомпонентними утвореннями, забрудненими речовинами, які можуть знаходитися в розчиненому, колоїдному і дисперсному (нерозчиненому) стані. Колоїдні й нерозчинені речовини утворюють грубо- й тонкодисперсні суспензії, емульсії, піну.

За своїм походженням забруднення поділяють на мінеральні, органічні й біологічні (бактеріальні).

Нерозчинені речовини знаходяться у стічних водах у вигляді грубої суспензії з розміром частинок більше 100 мкм і у вигляді тонкої суспензії (емульсії) з розміром частинок 100-0,1 мкм. Дослідження показують, що в побутових стічних водах кількість нерозчинених завислих речовин залишається більш-менш постійною і дорівнює 65 г/доб. на людину, яка користується каналізацією, з них 40 г можуть осідати при відстоюванні. Знаючи норму каналізування на людину і кількість забруднень, що приходяться на людину за добу, можна визначити вміст їх в одиниці об'єму стічних вод, тобто їх концентрацію.

Атмосферні води іноді можуть бути забруднені речовинами, що змиваються з території підприємства. У цьому випадку їх слід очищати як і виробничі стічні води. У сучасних містах стічні води деяких промислових підприємств поступають до міської побутової каналізаційної мережі. Тому в містах звичайно є змішані води, кількість забруднень в яких дуже коливається. У деяких містах при очищенні вулиць від снігу взимку користуються каналізаційною мережею. У цьому випадку кількість завислих речовин у ній може зростати.

У стічній воді, окрім азоту і вуглецю, міститься також велика кількість сірки, фосфору, калія, натрію, хлора і заліза. Ці хімічні елементи входять до складу органічних або мінеральних речовин, що знаходяться у стічній воді в нерозчиненому колоїдному або розчиненому стані.

## 2. Умови скидання стічних вод у водоймища

Умови скидання стічних вод у водні об'єкти регламентуються нормативними актами й правилами, а саме Законом України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами" і "Правилами санітарної охорони прибережних районів морів". Правила містять загальні вимоги до складу та властивостей води (після скидання в неї стічних вод) у водних об'єктах. Усі ці вимоги мають виконуватись при проектуванні скидання стічних вод у водойми. Після скидання стічних вод допускається деяке погіршення якості води у водоймах, але це не може впливати на їх життєдіяльність і можливість подальшого використання водоймів як джерела водопостачання, риборозведення, відпочинку.

Відведення стічних вод у водойми регламентується нормами гранично-допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин.

Встановлені нормативи якості води для водоймів господарсько-питного, комунально-побутового й рибогосподарського призначення.

Нормативи якості води водоймів господарсько-питного і комунально-побутового водокористування мають задовольняти певні вимоги. У воді водойм (після змішування зі стічною водою), відібраній до 12 год. дня, кількість розчиненого кисню має бути не менше  $4 \text{ мг/дм}^3$  у будь-який період року. Повне біохімічне споживання кисню (БСК) за  $20^\circ\text{C}$  становить близько  $3 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ .

Вміст завислих речовин після скидання стічних вод не може збільшуватися більш ніж на  $0,25 \text{ мг/дм}^3$ , вода – не мати запахів і присмаків інтенсивністю понад 2 бали, для морів – 3 бали; не змінювати забарвлення у стовпчику води заввишки 20 см; рН води має бути в межах 6,5-8,5; не містити отруйних речовин у концентраціях, які б могли прямо чи опосередковано вплинути на здоров'я населення. Крім того, у стічних водах не мають міститися мінеральні масла й інші речовини у кількостях, здатних утворювати на поверхні водойми плівки, плями та скупчення, а також збудники хвороб.

Способи знезараження біологічно очищених стічних вод мають забезпечувати колі-індекс не більше ніж 1000 за вмістом залишкового хлору не менше ніж  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ . Мінеральний склад води не має перевищувати згідно з нормами щільного залишку  $1000 \text{ мг/дм}^3$ , у тому числі хлоридів 350, сульфатів  $500 \text{ мг/дм}^3$ . Температура води у водоймі після скидання стічних вод не має підвищуватися влітку більше ніж на  $3^\circ\text{C}$  порівняно із середньомісячною температурою води найспекотнішого місяця за останні 10 років.

### 3. *Методи очищення стічних вод*

Відомі механічний, біологічний і фізико-хімічний методи очищення стічних вод, що дозволяють видалити з них певні види забруднень.

Механічне очищення стічних вод застосовують для видалення завислих (нерозчинених) домішок і частково колоїдів, змішування стічних вод і усереднювання концентрації їх забруднень. Механічне очищення проводять проціджуванням, відстоюванням і фільтруванням. Склад споруд комплексу очищення стічних вод приймають залежно від необхідного ступеня їх очищення з урахуванням конкретних даних про місцеві умови.

До споруд механічного очищення зараховують:

- решітки;
- піскоуловлювачі;
- відстійники;
- септики;
- двоярусні відстійники;
- біокоагулятори.

Біологічне очищення стічних вод здійснюють для видалення розчинених і колоїдних органічних речовин у процесі їх окислення або відновлення за допомогою мікроорганізмів, здатних у ході своєї життєдіяльності здійснювати їх мінералізацію. Вона може відбуватися у природних і штучних умовах.

Споруди біологічного очищення у природних умовах розділяють на:

- фільтраційні (поля зрошування і поля фільтрації)
- об'ємні (біологічні ставки й окислювальні канали).

У штучних умовах застосовують:

- біо- і аерофільтри;
- аеротенки;
- компактні установки з механічним аеруванням.

Очищення стічних вод у цих спорудах здійснюється ефективніше, оскільки в них штучним шляхом забезпечують сприятливіші умови для життєдіяльності мікроорганізмів (в основному за рахунок більшого надходження кисню повітря).

Знезараження (дезінфекцію) стічних вод проводять з метою знищення патогенних бактерій, які містяться в них, й оберігання водоймищ від зараження стічними водами, що скидаються в них. Знезараження стічних вод може здійснюватися різними способами:

- ✓ хлоруванням;
- ✓ ультрафіолетовими променями;

- ✓ електролізом;
- ✓ озонуванням;
- ✓ ультразвуком.

#### **4. *Схеми компоновок очисних споруд***

Послідовність очищення стічних вод за деякими основними схемами розглянуто нижче:

1) стічна вода проходить механічне очищення в такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримують решітки; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримують піскоуловлювачі; нерозчинені органічні домішки затримують відстійники. Далі стічну воду знезаражують (найчастіше хлоруванням) і випускають у водоймище;

2) при невеликих витратах стічних вод і необхідності їх біологічного очищення може бути застосовувана схема, за якою механічне очищення відбувається на решітках, у піскоуловлювачах і в двоярусних відстійниках. У двоярусних відстійниках (або освітлювачах-перегнівачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізаційна обробка затримованого органічного осаду.

Далі вода проходить біологічне очищення у природних умовах – на полях фільтрації або зрошування (це можуть також бути біологічні ставки). Після біологічного очищення та знезараження воду скидають у водойми;

3) при великих витратах стічних вод є доцільною і на сьогодні найбільш застосовуваною схема з біологічним очищенням стічних вод в аеротенках. Ця схема включає механічне очищення води послідовно на решітках, у піскоуловлювачах і первинних відстійниках та біологічне очищення в аеротенках за допомогою мікроорганізмів активного мулу. Відстійники механічного очищення води називають первинними, а ті, що розташовані після аеротенків і призначені для відокремлення активного мулу, - вторинними. Після цього воду знезаражують і скидають у водоймище.

Крім того, передбачені споруди для обробки осаду:

I) крупні забруднення, затримані решітками, збирають і відвозять у місця, узгоджені з санітарними органами;

II) важкі мінеральні забруднення (переважно пісок), затримані в піскоуловлювачах, у вигляді піщаної пульпи направляють для підсушування на сплановані ділянки території, які називають піщаними площадками;

III) органічний осад первинних відстійників («сирий» осад) містить багато

рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він легко загниває з утворенням неприємних запахів, надзвичайно небезпечний із санітарно-гігієнічної точки зору, погано зневоднюється, має великі об'єми. Із метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах. Це може бути зброджування без кисню (в анаеробних умовах) у метантенках або стабілізація у присутності кисню (в аеробних умовах) в аеробних стабілізаторах. Обидва процеси здійснюють за участі відповідних мікроорганізмів. Потім осад зневоднюють на мулових майданчиках (у природних умовах) або механічним способом за допомогою спеціальних пристроїв (вакуум-фільтри, центрифуги, фільтр-преси);

IV) затриманий у вторинних відстійниках надлишковий активний мул за своїми властивостями схожий до «сирого» осаду, тому методи обробки його самостійно або в поєднанні з «сирим» осадом аналогічні вищезгаданім. Перед цією обробкою з метою зменшення об'єму осад можна ущільнювати в мулозгущувачах (видаляється частина рідини).

### ***Контрольні запитання***

1. Назвіть основні види забруднень стічних вод.
2. Які види забруднень за походженням містять стічні води?
3. Які вимоги висувають до стічних вод у разі скидання їх до водоймища?
4. Який вплив можуть вчинити недостатньо очищені стічні води в разі скидання їх до водоймища
5. З якою метою проводять очищення стічних вод?
6. Як класифікують способи очищення стічних вод? В яких випадках їх застосовують?
7. У чому полягає суть механічного очищення стічних вод?
8. Назвіть споруди, де здійснюється механічне очищення стічних вод.
9. У чому полягає суть біологічного очищення води?
10. Назвіть способи біологічного очищення води.
11. Охарактеризуйте схему механічного очищення стічних вод.
12. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод на полях зрошування.
13. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод в аеротенках.
14. Які осади утворюються при очищенні стічних вод?

## РЕКОМЕНДОВАНИ ДЖЕРЕЛА ЗА ЗМ 1.2

1. СНиП 2.04.01-85. Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 56 с.
2. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.
3. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Справочное пособие. – 5-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 152 с.
4. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1996. – 392 с.
5. Абрамович И.А. Сети и сооружения водоотведения. Расчет, проектирование, эксплуатация. – Харьков, 2005. – 288 с.
6. Калицун В.М. Водоотводящие системы и сооружения. – М., 1987. – 335 с.

## **ЗМ 1.3. УСТРІЙ ВНУТРІШНІХ ВОДОПРОВІДНИХ І ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ**

### **ТЕМА 9. Системи і схеми водопостачання будівель**

- 1. Класифікація та основні елементи систем водопостачання будинків.*
- 2. Схеми мереж внутрішніх водопроводів.*
- 3. Трасування водопровідних мереж усередині будинків.*

#### *1. Класифікація та основні елементи систем водопостачання будинків*

*Системою водопостачання будинку називають сукупність інженерних пристроїв, які забезпечують одержання води з зовнішньої водопровідної мережі та подачу її під напором до водорозбірних пристроїв, розташованих усередині будинку.*

Система водопостачання будинку містить наступні основні елементи:

- 1) трубопровід введення - ділянка водопровідної мережі від вимикаючої засувки зовнішньої мережі до першої засувки всередині будинку;
- 2) водомірний вузол для вимірювання витрати води, яку подають до будинку;
- 3) за необхідності насоси та водонапірні баки для підвищення тиску та регулювання водоспоживання;
- 4) магістраль, що подає;
- 5) стояки різного призначення;
- б) підводки;
- 7) арматура.

Системи внутрішнього водопостачання будівель класифікують за наступними ознаками:

1) за призначенням вони бувають господарсько-питними, виробничими та протипожежними;

2) за сферою обслуговування бувають роздільні, які подають води тільки для одної мети, наприклад виробничий водопровід; об'єднані які подають води на декілька потреб, наприклад, виробничо-протипожежні; водопровід, який подає воду одночасно на господарсько-питні, виробничі та протипожежні потреби називають єдиним;

3) за засобом використання води вони бувають прямоточні, оборотні та з повторним використанням води;



4) за встановленим обладнанням та забезпеченістю напором вони бувають:

- такими, що працюють під напором зовнішньої водопровідної мережі, їх використовують, якщо гарантований напір у зовнішній водопровідній мережі більше потрібного напору у внутрішній водопровідній мережі;
- системи із водонапірним баком без підвищувальних насосних пристроїв, їх використовують, якщо гарантований напір у зовнішній водопровідній мережі більше потрібного напору у внутрішній водопровідній мережі у нічні години доби, а у денні навпаки;
- системи із підвищувальними насосними пристроями без водонапірних баків, їх використовують при постійній нестачі напору, тобто якщо гарантований напір у зовнішній водопровідній мережі менше потрібного напору у внутрішній водопровідній мережі як у нічні, так і у денні години доби, і якщо водоспоживання рівномірне;
- системи із підвищувальними насосними пристроями та водонапірними баками, їх використовують при постійній нестачі напору, якщо гарантований напір у зовнішній водопровідній мережі менше потрібного напору у внутрішній водопровідній мережі як у нічні, так і у денні години доби, і якщо водоспоживання нерівномірне.

## **2. Схеми мереж внутрішніх водопроводів**

Залежно від призначення будинку та режиму водоспоживання, а також технологічних і протипожежних вимог мережі за конфігурацією бувають тупикові, кільцеві, зонні, циркуляційні й комбіновані, а за розташуванням магістральних трубопроводів - з верхнім і нижнім розташуванням.

*Тупикові мережі* використовують у будинках, де припустимі перерви у подачі води у випадку виходу з ладу частини чи усієї водопровідної мережі (житлові будинки до 12 поверхів, адміністративні до 6 поверхів).

*Кільцеві мережі* використовують у будинках, де неприпустимі перерви у подачі води, та де необхідно забезпечити безперебійність подачі води. У випадку виходу з ладу деякої ділянки кільцевої магістралі вода рухається в обхід аварійної ділянки за іншим напрямом магістралі. Для підвищення надійності постачання споживачів водою кільцеві мережі приєднують до зовнішнього водопроводу двома чи більше вводами, у випадку відключення одного з них подача води у будинок не зупиняється.

*Зонні мережі* – це декілька мереж у одному будинку, які поєднані між собою чи окремі. Зонні системи внутрішніх водопроводів проектують у

будинках промислових підприємств і лабораторних приміщеннях, де їх використання обумовлено технологічними вимогами (наприклад, різними робочими напорами) чи у багатоповерхових будинках для зниження гідростатичного напору до припустимої величини 60 м (для забезпечення міцності труб мережі).

Мережі окремих зон можуть мати самостійні вводи й установки для підвищення напору. Наприклад, мережа нижньої частини будинку може обслуговуватися безпосередньо під напором у мережі зовнішнього водопроводу, а для верхніх зон використовують підвищувальні напірні установки. В окремих висотних будинках використовують багатозонні мережі. У нижній точці мережі кожної зони з метою забезпечення її міцності гідростатичний тиск не має перевищувати 60 м вод. ст.

*Циркуляційні мережі* складаються з подавальних і зворотних трубопроводів. Їх використовують у системах виробничого водопроводу (наприклад, оборотне водопостачання). Подавальні трубопроводи – напірні, зворотні – самопливні чи напірні.

*Комбіновані мережі* складаються з кільцевих та тупикових магістральних трубопроводів. Їх використовують для крупних будинків з великим розкиданням водорозбірних пристроїв.

Залежно від місця розташування магістральних трубопроводів у будинках використовують водопровідні мережі з *верхньою та нижньою розводкою*.

Схеми з верхньою розводкою використовують у комунальних та промислових будинках. Магістральні трубопроводи прокладають у верхній частині будинку на технічних поверхах, у горищному приміщенні. Схеми з нижньою розводкою використовують у житлових і громадських будинках. Магістральні трубопроводи прокладають у нижній частині будинку у технічних підпіллях та підвалах.

Вибір схеми водопровідної мережі залежить від розташування водорозбірних пристроїв на кожному поверсі будинку, величин вільних напорів у водорозбірних пристроїв, а також режиму подавання та споживання води.

### ***3. Трасування водопровідних мереж усередині будинків***

Магістральний трубопровід системи внутрішнього водопроводу з нижньою розводкою від водомірного вузла слід прокладати на підвальному поверсі чи у технічному підпіллі, при їх відсутності у підпільних каналах першого поверху, іноді сумісно з іншими трубопроводами (опалення, гарячого

водопостачання), розташовуючи його під ними чи поряд з ними. Прокладати трубопроводи у землі під підлогою не припустимо.

Кріплення магістральних трубопроводів, які прокладають у підвалі чи у технічному підпіллі, роблять до будівельних конструкцій на опорах чи кронштейнах, які розташовують через кожні 4-6м за довжиною цих конструкцій.

Магістральний трубопровід системи внутрішнього водопроводу з верхньою розводкою чи із зонною схемою прокладають у горищному приміщенні, на технічному поверсі чи по стінах під стелею верхнього поверху (промислові будинки).

Стояки, розвідні трубопроводи та підводки до водорозбірних пристроїв залежно від призначення та ступеня благоустрою прокладають двома основними засобами; відкрите прокладання – по колонах, балках, фермах, стінах (під стелею чи біля підлоги) та приховане прокладання – у борознах, каналах, блоках та панелях сумісно із трубопроводами іншого призначення. Приховане прокладання використовують у житлових і громадських будинках з підвищеними вимогами до інтер'єра приміщення.

Горизонтальні трубопроводи завжди прокладають з ухилом у бік введів для можливості спуску води з системи.

Для кріплення трубопроводів використовують крюки, хомути, підвіски та кронштейни. Кріплення здійснюють за допомогою деталей, що закладають, дерев'яних пробок чи дюбелів.

### ***Контрольні запитання***

1. Що називають системою водопостачання будинку та які основні елементи вона містить?
2. За якими ознаками класифікують системи водопостачання будинків?
3. Які бувають схеми мереж внутрішніх водопроводів і коли використовують тупикову та кільцеву схеми та які їх особливості?
4. Коли використовують зонну, циркуляційну та комбіновану схеми і які їх особливості?
5. Коли використовують нижню і верхню розводку та де прокладають трубопроводи?
6. Як трасують магістральні трубопроводи?
7. Як трасують стояки та підводки?
8. Як здійснюють кріплення трубопроводів?

## **ТЕМА 10. Улаштування внутрішньої водопровідної мережі**

- 1. Матеріали для водопровідної мережі. Арматура.**
- 2. Облаштування введень.**
- 3. Водоміри і водомірні вузли.**
- 4. Насоси на внутрішніх водопроводах.**
- 5. Водонапірні баки. Гідропневматичні установки.**
- 6. Розрахунок внутрішнього водопроводу.**

### **1. Матеріали для водопровідної мережі. Арматура**

Основним елементом водопровідної мережі є труби. Вони мають пропускати задану витрату води, витримувати максимальний робочий тиск, забезпечувати тривалу експлуатацію до капітального ремонту, мати невеликий гідравлічний опір, незначну масу та вартість, не впливати на якість води.

Для внутрішніх водопровідних мереж застосовують сталеві, пластмасові, металопластикові, чавунні, мідні, азбестоцементні та скляні труби. Вибір типу й матеріалу труб для кожної мережі здійснюється залежно від вимог до якості води, а також температури, тиску й інших показників.

*Сталеві труби* набули найбільшого поширення для улаштування мереж завдяки великій міцності, невеликій вартості, простоті монтажу, можливості згинання та зварювання.

*Пластмасові (пластикові, полімерні) труби* у порівнянні зі сталевими мають низку переваг: меншу вагу, їх простіше транспортувати, легко та швидко монтувати. Полімери відзначаються високою електро-, гідро-, звуко- теплоізоляційністю. Пластмасові труби стійкі до корозії, у них не накопичуються й не затримуються ні які відкладення: ні вапняні, ні кремнієві, ні будь-які інші сполуки. У порівнянні з металевими пластмасові труби мають значно меншу механічну міцність, особливо при коливаннях температури, і значно вищий коефіцієнт лінійного розширення, що вимагає пристроїв для компенсації термічних видовжень. Крім того, полімери руйнуються або втрачають частину своїх унікальних властивостей від ультрафіолетового опромінення. Ці недоліки обмежують використання пластмасових труб, тому їх не використовують для відповідальних мереж, наприклад, протипожежних. Різновидом пластмасових труб є металопластикові (багатошарові) труби, в яких поєднані переваги металевих і пластмасових труб.

*Мідні трубопроводи* набувають широкого застосування для внутрішніх систем водопостачання й опалення. Мідь характеризується експлуатаційною довговічністю, має високу антикорозійну стійкість, витримує високі й особливо низькі температури, не старіє, не кришиться, має мінімальний коефіцієнт лінійного розширення, є екологічно чистою, має антибактерицидні властивості, тому рекомендована для використання у водопроводах.

*Чавунні й азбестоцементні* напірні труби в основному використовують для мереж, що прокладаються в землі.

Труби переважно випускають у вигляді прямих відрізків довжиною 2 -12 м. Для з'єднання коротких труб в єдині розгалужені мережі водопроводу застосовують такі види з'єднань: зварне; механічне (розтрубне, фланцеве, різьбове); клейове.

*Арматуру внутрішніх водопроводів* поділяють на трубопровідну й водорозбірну. Трубопровідну арматуру встановлюють на водопровідній мережі для управління потоком води. Водорозбірна арматура здійснює подачу води водоспоживачам.

Залежно від призначення трубопровідна арматура поділяється на запірну, регулюючу й запобіжну. Запірна арматура перекриває потік рідини та відключає окремі ділянки трубопроводу для огляду та ремонту. На системах водопостачання в основному використовується запірна арматура з сірого ковкого чавуну, сталі, бронзи та латуні. Регулююча арматура підтримує на мережі витрати або тиск на рівні, що забезпечує роботу мережі в оптимальному режимі. До регулюючої арматури зараховують регулятори тиску та витрат. В якості регулюючої арматури у внутрішніх водопроводах використовують також запорні вентиля та діафрагми.

Запобіжна арматура захищає систему від пошкоджень при випадковому перевищенні параметрів рідини, що транспортується, над гранично допустимими. До запобіжної арматури зараховують запобіжні та зворотні клапани.

Запобіжні клапани автоматично випускають воду із труб та резервуарів при появі тиску більшого, ніж допускається. При зниженні тиску вони закриваються. Зворотні клапани запобігають руху води у зворотньому напрямку при зупинці насосів.

Водорозбірна арматура призначена для відбору води із системи. Вона має бути зручною і надійною в користуванні, довговічною, не допускати втрат води, забезпечувати плавне перекриття потоку води без гідравлічних ударів,

мати привабливий зовнішній вигляд, потрібні гідравлічні й акустичні характеристики.

До водорозбірної арматури належать: крани, змішувачі й поплавкові клапани. Розрізняють крани водорозбірні, туалетні, лабораторні, змивні й пожежні. Водорозбірні крани встановлюють біля раковин, мийок і технологічного обладнання; змивні - використовують для промивання унітазів; пожежні - для відбору води для гасіння пожежі.

## **2. Улаштування введень**

Відгалуження від мережі зовнішнього водопроводу до мережі внутрішнього водопроводу (до водомірного вузла чи запірної арматури, яку розташовано всередині будинку) називають введенням (трубопроводом вводу).

Трубопроводи вводу приєднують до різних ділянок зовнішньої водопровідної мережі чи до однієї з улаштуванням розподільної засувки. У місці приєднання введення до мережі зовнішнього водопроводу влаштовують колодязь діаметром не менше 700 мм, в якому розташовують запірну арматуру (вентиль чи засувку). В окремих випадках встановлюють безколодязну засувку.

Для улаштування введень використовують чавунні розтрубні водопровідні труби діаметром 50 мм та більше, сталеві труби з протикорозійною бітумною ізоляцією та в окремих випадках пластмасові труби (вінілплатові чи поліетиленові). Глибина закладання трубопроводів введень залежить від глибини закладання мережі зовнішнього водопроводу з урахування глибини промерзання ґрунту. При відсутності промерзання ґрунту найменша глибина закладання трубопроводу 1 м для запобігання руйнування трубопроводу від механічних навантажень. Введення прокладають з ухилом 0,005 у бік зовнішньої мережі для можливості його випорожнення.

При перетині водопровідних та водовідвічних трубопроводів перші прокладають на 0,4 м (відстань в світу) вище других. Прохід вводу крізь отвір у стіни фундаменту виконують з використанням гільзи зі сталеві труби діаметром на 200 мм більше діаметра трубопроводу вводу. Кільцевий проміжок між трубою вводу та гільзою в сухих ґрунтах трамбують м'ятою глиною, смоляною пасмою та цементним розчином, при мокрих ґрунтах – бетонним розчином.

Кількість введень визначають за призначенням та обладнанням будинків. У будинках, де недопустимі перерви в подаванні води, влаштовують не менше двох введень. Внутрішні водопроводи, які обладнано більше 12 пожежними

кранами приєднують до мережі зовнішнього водопроводу не менше ніж двома вводами.

### ***3. Водоміри і водомірні вузли***

Водомірні вузли призначені для вимірювання витрати води, яка надходить до будинку. Водомірний вузол складається з водоміра (лічильника), запірної арматури, контрольно-спускного крану, з'єднувальних фасонних частин та патрубків зі сталевих труб. Водомірні вузли бувають прості та з обвідною лінією. Прості (без обвідної лінії) водомірні вузли встановлюють у будинках з двома введеннями. Водомірні вузли з обвідною лінією використовують для об'єднаних господарсько-протипожежних водопроводів для можливості подавання води на пожежу по обвідній лінії в обхід водолічильника, а також у будинках, де не припустимі перерви в подаванні води. На обвідній лінії встановлюють опломбовану засувку чи вентиль у відкритому положенні.

Запірну арматуру (вентилі чи засувки) до та після водоміра встановлюють для можливості його ремонту чи заміни. Контрольно-спускний кран (чи патрубок з пробкою) встановлюють для спуску води із мережі внутрішнього водопроводу, перевірки правильності показань лічильника та виявлення витоків води у системі.

Для обліку кількості води, яку витрачають у будинках, використовують швидкісні крильчаті та турбінні водоміри (водолічильники). Рух води у цих лічильниках приводить до обертання вертушки (крильчатку чи турбінку), встановлену в корпусі водоміра таким чином, що кутова швидкість її обертання була пропорційна швидкості руху води. Передавальний та обчислювальний механізми передають та додають число обертань вертушки, а потім на циферблаті одержують кількість рідини, що пройшла крізь водомір.

### ***4. Насоси на внутрішніх водопроводах***

У випадках коли гарантований напір у зовнішньому водопроводі нижче необхідного (потрібного) для будинку як у нічні, так і у денні години доби та рівномірному водоспоживанні встановлюють підвищувальні насосні установки. Зазвичай використовують відцентрові насоси, безпосередньо з'єднані з електродвигунами. При необхідності безперебійного подавання води проектують установлення резервних насосних агрегатів. Кількість резервних насосних агрегатів залежить від кількості робочих: у житлових і громадських будинках на кожен робочий насос встановлюють один резервний, у виробничих

– один резервний на один – три робочих, а на групу з 4-6 робочих агрегатів – два резервних.

Насоси приєднують до мережі у сухому, теплому ізольованому приміщенні висотою не менше 2,2 м. Не допускають розміщення насосів під жилими кімнатами квартир, палатами лікарень, аудиторіями навчальних закладів.

Насосні агрегати встановлюють на фундаменти, які знаходяться над рівнем підлоги на висоті не менше ніж 20 см з обладнанням надійної звукоізоляції, яка складається з амортизаторів під агрегатами, еластичних підкладінок та вібровставок довжиною не менше 1 м. Вібровставка – це гофрований патрубковий з армованої гуми, вона призначена для гасіння шуму та вібрацій від насосних агрегатів.

На напірній лінії кожного насосу встановлюють манометр, зворотний клапан, засувку чи вентиль, на всмоктувальній – засувку чи вентиль. За необхідності безперебійної роботи насосів постачання до них електроенергії передбачають від двох незалежних джерел.

Підбір насосів виконують за робочим напором та розрахунковою витратою води. Робочий напір насосу визначають як різницю необхідного напору у внутрішньому водопроводі та гарантованого напору у зовнішньому

$$H_p = H_{п} - H_{гар}$$

### ***5. Водонапірні баки. Гідроневматичні установки***

У випадках коли гарантований напір у зовнішньому водопроводі нижче необхідного (потрібного) для будинку у денні години доби, а у нічні – навпаки, та при нерівномірному водоспоживанні встановлюють водонапірні баки.

Водонапірні баки (напірно-запасні ємності) виготовляють із металу, в основному зі сталі. Зовні та всередині їх покривають шаром протикорозійного захисту.

Баки обладнані наступними трубопроводами:

- подавальним, який розташовано на 100 мм нижче борту баку з запірною арматурою та двома поплавковими клапанами;
- відведним із вентилем, який приєднано на 100 мм вище дна баку;
- переливним, який приєднують на рівні найвищого допустимого рівня води у баці, на ньому встановлювати запірну арматуру заборонено;
- спускним, який приєднано до дна баку;
- зливним для відводу стоків з піддону;



- сигнальним, який служить датчиком рівня води у баці, його приєднують на 50 мм нижче переливного трубопроводу та виводять до раковини у приміщенні з постійним перебуванням обслуговуючого персоналу, на ньому встановлювати запірну арматуру заборонено.

Відведення переливної води у систему побутової каналізації здійснюють з розривом струменя для гасіння напору. Для цього застосовують зливну лійку чи проміжний бачок.

Під баками необхідно встановлювати піддони, які виступають на 100 мм за контури баку. Баки встановлюють у теплому приміщенні, що вентиліюють висотою не менше 2,2 м.

Гідропневматичні (з гідропневматичними баками) установки застосовують для створення регулюючого та протипожежного запасу води. Пневматичні установки особливо доцільні при неможливості встановити водонапірні баки та для окремо розташованих будинків, які мають значну нерівномірність водоспоживання.

При роботі пневматичних установок вода з водопроводу насосом подається під тиском у внутрішню водопровідну мережу та до пневматичного резервуару, у верхньої частині якого знаходиться стиснуте повітря під тиском, значно більшим, ніж робочий тиск у мережі, воно подається до резервуару компресором. При відключенні насосу вода витісняється у мережу з резервуару за рахунок тиску повітря. При зниженні рівня води в резервуарі вмикається насос, який, подолавши тиск повітря, накачує воду до резервуару.

## **6. Розрахунок внутрішнього водопроводу**

Завданням розрахунку внутрішнього водопроводу є визначення необхідного напору в місці приєднання до міської водопровідної мережі та порівняння його зі значенням гарантованого напору у зовнішній водопровідній мережі.

Необхідний напір визначають за формулою:

$$H_n = H_{geom} + \sum H_l^{tot} + h + H_f, \quad (1.3.1)$$

де  $H_{geom}$  – геометрична висота подачі води, м (орієнтовно може бути рівною різниці позначок диктуючої точки і вводу);

$\sum H_l^{tot}$  – сума загальних втрат напору водопровідної мережі, м;

$h$  – втрати напору в лічильнику води, м;

$H_f$  – вільний напір диктуючого санітарно-технічного приладу, м, приймаємо за табл. 1.1 [1].

Сума загальних втрат напору водопровідної мережі знаходять шляхом додавання втрат напору на окремих ділянках водопровідної мережі.

Загальні втрати напору на ділянці мережі, м, знаходять за формулою:

$$H_{l,tot} = i \cdot l(1 + K_l), \quad (1.3.2)$$

де  $i$  – питомі втрати напору на тертя на ділянці певного діаметра;

$l$  – довжина ділянки, м;

$K_l$  – коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору в з'єднаннях, фасонних частинах і арматурах.

Значення  $K_l$  приймають:

0,3 – у мережах господарсько-питних водопроводів;

0,2 – у мережах об'єднаних господарсько-протипожежних водопроводів, а також у мережах промислових водопроводів;

0,15 – у мережах об'єднаних промислово – протипожежних водопроводів;

0,1 – у мережах протипожежних водопроводів.

Втрати напору в лічильнику визначаємо за формулою

$$h = sq^2, \quad (1.3.3)$$

де  $s$  – гідравлічний опір лічильника, м/(м<sup>3</sup>/год)<sup>2</sup>, визначаємо за табл. 4 [1];

$q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/год.

Найбільший припустимий напір у мережі внутрішнього водопроводу (біля нижнього водорозбірного крану) не має бути більше 60 м для забезпечення механічної міцності труб.

Однією з основних вимог до внутрішніх водопроводів є безперебійність їх роботи. Тому водопровідну мережу розраховують на найбільш несприятливі умови роботи, тобто на пропускання найбільшої секундної витрати води.

Відповідно до п. 3.3 [1] максимальна секундна витрата води для систем холодного і гарячого водопроводів на розрахунковій ділянці, л/с, визначається за формулою:

$$q = 5 q_0 \alpha, \quad (1.3.4)$$

де  $q_0$  – секундна витрата води санітарним приладом, л/с;

$\alpha$  – коефіцієнт, який визначається згідно з додатком 4 [1] залежно від загальної кількості приладів  $N$  на розрахунковій ділянці мережі й імовірності їх дії  $P$  (для громадських будинків і побутових помешкань – за табл. 1.1; для житлових будинків – за табл. 1.2.).

Секундну витрату води  $q_0$  ( $q_0^{tot}$ ,  $q_0^c$ ,  $q_0^h$ ), л/с водорозбірної арматури (приладом) необхідно визначати:

- 1) окремим приладом – згідно з додатком 2 [1];
- 2) різними приладами, які обслуговують однакових водоспоживачів, за формулою:

$$q_o = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{oi}}{\sum_1^i N_i P_i}, \quad (1.3.5)$$

де  $P_i$  – імовірність дії санітарно-технічних приладів, визначається для кожної групи споживачів;

$q_{oi}$  – секундна витрата води ( $q_0^{\text{tot}}$ ,  $q_0^c$ ,  $q_0^h$ ), л/с водорозбірною арматурою (приладом), приймаємо згідно з додатком 3 [1] для кожної групи споживачів.

Примітка. У будинках (житлових, громадських), для яких відсутні дані про витрати води і характеристики приладів, приймаємо:  $q_0^{\text{tot}} = 0,3$  л/с:  $q_0^h = q_0^c = 0,2$  л/с.

Імовірність дії санітарно-технічних приладів ( $p^{\text{tot}}$ ,  $p^c$ ,  $p^h$ ) на ділянках мережі визначають за формулою:

а) при однакових водоспоживачах у будинку без урахування зміни співвідношення  $U/N$ :

$$P = \frac{q_{ru}^h \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600}, \quad (1.3.6)$$

де  $q_{ru}^h$  – норма витрати води за годину найбільшого водоспоживання, яку приймаємо згідно з додатком 3 [1];

$q_0^c$  – норма секундної витрати води диктуючим приладом;

$U$  – кількість водоспоживачів;

$N$  – кількість водорозбірних приладів, встановлених на розрахунковій ділянці.

### **Контрольні запитання**

1. Які матеріали використовують для улаштування внутрішньої водопровідної мережі?
2. Які переваги використання пластмасових труб перед сталевими?
3. У яких випадках використовують металеві, чавунні та азбестоцементні труби?
4. Яку арматуру встановлюють на водопровідній мережі, як її поділяють та для яких цілей її використовують?
5. Що називають введенням до будинки і як його виконують?

6. Які насоси використовують для внутрішніх водопроводів і в якому випадку їх встановлюють?
7. Де та як встановлюють насоси на внутрішніх водопроводах?
8. У яких випадках та де встановлюють водонапірні баки?
9. Якими трубопроводами обладнані водонапірні баки?
10. Для яких цілей застосовують гідропневматичні установки та як вони працюють?
11. Яке завдання розрахунку внутрішнього водопроводу і як його виконують?

## **ТЕМА 11. Системи і схеми водовідведення будівель**

### ***1. Класифікація систем водовідведення будинків.***

***2. Схема й основні елементи господарчо-побутової мережі водовідведення будинку.***

***3. Матеріали й устаткування для улаштування господарчо-побутової та виробничої мережі.***

### ***4. Трасування та улаштування внутрішньої водовідвідної мережі.***

***5. Проектування і розрахунок внутрішньої господарчо-побутової водовідвідної мережі.***

### ***1. Класифікація систем водовідведення будинків***

Система внутрішньої каналізації (водовідведення) – це комплекс інженерних пристроїв, призначених для прийому стічних вод у місцях утворення та транспортування стоків за межі будинків чи груп будинків у водовідвідну мережу населеного пункту чи промислового підприємства.

Системи внутрішньої каналізації класифікують за наступними ознаками:

1) за засобом збирання та видалення забруднень вони бувають вивозні та сплавні.

*Сплавна система* призначена для прийому забруднень, розведення їх водою та транспортування стічних вод за межі будинку у внутрішню квартальну (дворову) чи внутрішню заводську водовідвідну мережу.

*Вивозна система* передбачає децентралізований (місцевий) збір забруднень та вивезення їх автотранспортом (асенізаційними машинами) на зливні станції;

2) за призначенням та характером стічних вод вони бувають побутові, виробничі та дощові.

*Побутова* внутрішня каналізація служить для відведення господарських та фекальних стічних вод. *Виробнича* – для відведення виробничих стічних вод. *Дощов*, тобто водостоки будинків, – для відведення дощових і талих стічних вод із покрівель будинків;

3) за сферою обслуговування вони бувають об'єднані та роздільні.

*Об'єднані системи* внутрішньої каналізації призначені для збору та відведення за межі будинку господарчо-побутових та виробничих стічних, а в окремих випадках і дощових вод. Використовують при можливості сумісного очищення побутових та виробничих стоків.

*Роздільні системи* використовують у випадках, коли виробничі стічні води за складом забруднень не можуть бути відведені разом із побутовими стічними водами у зовнішню водовідвідну мережу;

4) за засобом транспортування забруднень розрізняють трубопровідну та лоткову системи.

*Трубопровідну систему* використовують для усіх категорій стічних вод, які не містять забруднень, які можуть спричинити закупорювання труб. Вони бувають з однотрубними та двотрубними стояками. Останні використовують для багатоповерхових будинків.

*Лоткова система* призначена для транспортування стічних вод по відкритих лотках і каналах, її використовують на промислових підприємствах, де забруднення у промстоках, якщо їх транспортувати по трубопроводах, можуть викликати закупорювання труб та зі стоків не виділяються у повітря шкідливі гази та пари;

5) за устроєм вентиляції вони бувають з вентиляльованими та не-вентиляльованими стояками. Останні використовують у одно- та двоповерхових будинках.

б) за наявністю спеціального обладнання вони бувають прості, без спеціального обладнання та з ним.

Під спеціальним обладнанням розуміють місцеві установки для перекачування й очищення стічних вод. *Місцеві установки для перекачування* стічних вод у зовнішню каналізаційну мережу використовують у випадках, коли випуск з будинку розташовано нижче колектора вуличної водовідвідної мережі. *Місцеві установки для очищення* стічних вод використовують, якщо промстоки містять жири, мастила, кислоти, луги та отруйні гази.

## **2. *Схема й основні елементи господарчо-побутової мережі водовідведення будинку***

Внутрішня господарчо-побутова каналізація будинку має наступні основні елементи:

1. Приймачі стічних вод (санітарно-технічні прилади) – служать для прийому стічних вод від користувачів;
2. Відвідні трубопроводи – горизонтальні та вертикальні ділянки труб для відводу стічних вод від приладів;
3. Збірні вертикальні трубопроводи (стояки) – для збору стічних вод з поверхів та відведення їх у нижню частину будинку;
4. Випуск – горизонтальні та вертикальні ділянки труб від стояків до першого оглядового колодязя за межами будинку для відводу стічних вод із будинку у зовнішню водовідвідну мережу;
5. Система витяжних трубопроводів для вентиляції каналізаційної мережі будинку, яка служить для видалення газів, що виділяються зі стічної води в атмосферу;
6. Гідравличні затвори (сифони) – запобігають проникненню забрудненого повітря з каналізації до приміщення;
7. Ревізії та прочистки – крізь них виконують очищення каналізаційних трубопроводів у разі їх засмічення.

## **3. *Матеріали й устаткування для улаштування господарчо-побутової та виробничої мережі***

Залежно від призначення системи внутрішньої каналізації та властивостей стічних вод для улаштування внутрішньої каналізації використовують чавунні, пластмасові, сталеві, азбестоцементні, керамічні та бетонні труби.

**Чавунні напірні труби** марки ЧВ діаметром 65 – 300 мм використовують для мереж виробничої напірної каналізації та стояків водостоків. Чавунні каналізаційні труби марки ЧК діаметром 50 – 150 мм використовують для мереж побутової та виробничої каналізації з тиском до 0,1 МПа.

**Сталеві водо-газопровідні** оцинковані труби використовують у системах побутової каналізації для відведення стоків від груп умивальників. Сталеві електрозварні діаметром 80-300 мм використовують для підвісних ділянок внутрішніх водостоків при наявності вібраційних навантажень (наприклад, при русі кранбалки) та відкритих випусків водостоків з будинків. Сталеві футеровані поліетиленом, а також із неіржавіючих сталей – для виробничих систем каналізації агресивних стоків.

Труби азбестоцементні безнапірні та напірні марок ВТ-6, ВТ-9, ВТ-12, діаметром 100-500 мм – для безнапірних та напірних систем виробничої каналізації слаболужних та слабокислих стоків, а також для мереж внутрішніх водостоків.

**Бетонні та залізобетонні** труби – для підземних мереж побутової та виробничої каналізації (стоки не агресивні до бетону).

**Пластмасові поліетиленові та вінілпластові** труби - мережі побутової та виробничої каналізації та водостоки. **Пластмасові фторопластові** труби та труби з інших видів пластмас, стійких до впливу особливо агресивних виробничих стоків - для виробничої каналізації.

**Керамічні** труби використовують для підземних мереж побутової та виробничої каналізації.

Труби сполучають між собою за допомогою раструбів. З одної сторони труба має раструб, а з іншої гладкий кінець. Для з'єднання труб гладкий кінець одної труби вводять в раструб другої й простір між ними чеканять просмоленою пряддю та заповнюють цементним розчином. Для зміни напрямку трубопроводів використовують різні фасонні частини (відводи, трійники та ін.), які також мають розтруб і гладкий кінець.

Приймачі стічних вод установлюють для прийому стічних вод і направлення їх до мережі внутрішньої каналізації. Їх класифікують:

**За призначенням:**

**1.** *Санітарні прилади*, призначені як для прийому забрудненої води, так і для виконання гігієнічних і санітарних процедур, необхідних для життєдіяльності людей. Це мийки, раковини, умивальники, ванни, душові, біде, унітази;

**2.** *Сантехнічні спеціальні прилади* для будинків спеціального призначення, як правило, медичних. Це лікувальні ванни, медичні та хірургічні умивальники, спеціальні мийки та ін.;

**3.** *Приймачі для збору й відведення виробничих стічних вод*, які утворюються в результаті технологічних процесів. Конструкції таких приладів дуже різноманітні. Наприклад, це можуть бути приямки, зливи, воронки, трапи, раковини та ін.;

**4.** *Приймачі для збору й відведення з дахів будинків атмосферних осадів.* Це водостічні воронки.

**За функціональними характеристиками** (режимами) приймачі можна зарахувати до:

**1.** *Періодично функціонуючих*, які спочатку наповнюють свій об'єм чи

збирають стоки, а потім скидають воду до каналізаційної мережі. Це мийки, ванни, унітази та ін.;

2. *Безперервно функціонуючих*, які працюють без наповнення свого об'єму. Це раковини, душові піддони, трапи та інші.

#### **4. Проектування і розрахунок внутрішньої господарчо-побутової водовідвідної мережі**

Залежно від призначення будинків чи окремих приміщень передбачається відкрите чи приховане прокладання труб каналізації. Вибір типу прокладення та кріплення трубопроводів до будівельних конструкцій аналогічні, як у систем холодного водопроводу.

Не можна прокладати каналізацію:

1. *Під стелею, у стінах і підлозі* житлових кімнат, приміщеннях спалень дитячих установ, лікарняних палат, лікувальних кабінетів, обідніх залів, робочих кабінетів, залів бібліотек, навчальних аудиторій, пультів керування автоматикою, припливних вентиляційних камер, виробничих приміщень, які потребують особливого санітарного режиму;

2. *Під стелею* (відкрито чи приховано) кухонь, приміщень підприємств громадського харчування, торговельних залів, складів харчових продуктів чи цінних товарів, вестибюлів, виробничих приміщень з обладнанням, на яке не допускають попадання вологи.

**Відвідні трубопроводи від приладів** прокладають над підлогою. Приєднання санітарних приладів, які розташовано в різних квартирах на одному поверсі до одного відвідного трубопроводу неприпустиме.

Відводки прокладають за найменшою відстанню від приладів до стояка з ухилом не менше 0,02 – 0,025. Зміну ухилу на ділянці не припускають.

**Прилади** приєднують до відвідних труб за допомогою сифонів. **Каналізаційні стояки** розташовують поблизу й в місцях концентрації санітарних приладів – у туалетах, кухнях та ін. Санітарні прилади належить розташовувати на поверхах один під одним для зменшення кількості стояків. Стояки прокладають відкрито біля стін й перегородок чи приховано в бороздах, нішах і шахтах. Приєднання приладів та відвідних трубопроводів до стояка виконують за допомогою трійників і хрестовин.

Стояки побутової каналізації, які проходять крізь підприємства громадського харчування, прокладають в оштукатурених коробах без установки ревізій.

**Випуски** розташовують, якщо це можливо, з одного боку будинку



перпендикулярно до зовнішніх стін, щоб довжина лінії, яка поєднує стояки, була мінімальною.

Випуски приєднують до дворової мережі в колодязі під кутом не менше 90°. Відстань між стінами будинку та колодязем приймають 3 – 5 м. Максимальну довжину випуску (від стояку до осі колодязя) приймають рівною 8, 12, 15 м при діаметрах труб 50, 100, 150 мм відповідно. Це дозволяє ліквідувати засори крізь прочистку, яку встановлено спереду випуску.

Перетин випуску з фундаментом виконують із проміжком не менше 0,2 м, (конструкцію перетину див. у розділі ввід водопроводу).

Глибину закладання труб приймають на 0,3 м вище глибини промерзання ґрунту. Мінімальна глибина закладання з умови запобігання від руйнування труб під впливом навантажень із поверхні – 0,7 м до верху труби. Трубопроводи, які прокладають у приміщеннях, де за умовами експлуатації можливо їх механічне ушкодження, мають бути захищені, а ділянки мережі, які експлуатують при температурах, які нижче нуля, утеплені.

Вентиляція каналізаційної мережі необхідна для видалення з неї газів, які містять шкідливі та вибухонебезпечні компоненти (сірководень, аміак, метан та ін.), та для запобігання відсмоктування води з гідравлічних затворів («зрив затвору») при утворюванні вакууму в стояку під час скидання рідини. Вентиляція відбувається природним шляхом за рахунок припливу свіжого повітря крізь колодязі зовнішньої каналізації та витягування забрудненого повітря через стояки внутрішньої каналізації та їх витяжні труби.

Вентиляційна труба є продовженням стояка та виводиться крізь стелю чи збірну вентиляційну шахту. Для зменшення кількості витяжних частин на стелі можливе об'єднання декількох стояків збірним трубопроводом та виведенням однієї вентиляційної труби на стелю.

Висоту витяжки над стелею приймають рівною 0,3—0,5 м. На стелях, які експлуатують (кафе, солярії та ін.), витяжку виводять на висоту не менше 3 м. Приєднання витяжки до вентиляційних систем та димоходів не дозволяється.

Діаметр витяжної частини каналізаційного стояка має дорівнювати діаметру його стічної частини, збірний вентиляційний трубопровід мусить мати ухил 0,01 у бік стояків.

У житлових, громадських і виробничих будинках до 5 поверхів встановлюють стояки, що не вентиляють (без витяжних частин). Такий стояк на кінці має прочистку, яку встановлюють на рівні найвище розташованих приладів.

Обладнання для очищення мережі призначені для усунення засмічення.

Це ревізії та прочистки.

Ревізія – це оглядовий люк, який зачиняють кришкою на гумовій прокладці та кріплять болтами. Дозволяє прочищати трубу в двох напрямках. При прихованому прокладанні стояків проти ревізій установлюють дверцята розміром не менше 30x40 см. Ревізії улаштовують: на стояках при відсутності на них відступів, на нижньому та верхньому поверхах, а при наявності відступів – також й у вищерозташованих над відступами поверхах; у житлових будинках висотою в 5 поверхів та більше – не рідше, ніж через три поверхи.

Прочистка – це чавунна або сталева пробка, яку уставляють розтруб. Вона допускає прочищення труб тільки в одному напрямку. Прочистки установлюють на початкових ділянках відвідних труб при кількості приладів три та більше, при повороті трубопроводів на кут більше  $30^{\circ}$ , перед випусками із будівель. Ревізії та прочистки розташовують в місцях, зручних для їх обслуговування.

Системи внутрішньої каналізації мають забезпечувати нормальне відведення розрахункових витрат стічних вод за межі будинку.

Максимальну секундну витрату стічних вод  $q^s$ , л/с, на ділянках каналізаційних мереж у будинках визначаємо:

а) при загальній максимально секундній витраті води  $q^{tot} \leq 8$  л/с у мережах холодного і гарячого водопостачання за формулою:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s; \quad (1.3.7)$$

б) в інших випадках за формулою:

$$q^s = q^{tot}, \quad (1.3.8)$$

де  $q^{tot}$  – загальна максимальна розрахункова секундну витрату води, л/с, визначається за формулою (1.3.4);

$q_0^s$  – витрата стоків від санітарно-технічного приладу, л/с, визначають за додатком 2 [1].

При наявності декількох приладів на ділянці до розрахунків вводять найбільші значення  $q_0^s$  (так, у житлових будинках найбільшою є витрата від унітазу:  $q_0^s = 1,6$  л/с).

При розрахунках каналізаційних трубопроводів мають виконуватися умови:

$$v \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (1.3.9)$$

де  $K = 0,5$  – для трубопроводів із пластмасових і скляних труб;

$K = 0,6$  – для трубопроводів з інших матеріалів.

При цьому швидкість руху рідини має бути не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3.

При недостатній витраті побутових стічних вод і невиконанні умов (2.3), мережі трубопроводів діаметром 40 – 50 мм слід прокладати з ухилом 0,03, а діаметром 85 – 100 мм – з ухилом 0,02. Найбільший ухил трубопроводів не перевищує 0,15.

Діаметр випуску підбираємо за номограмою дод. 9[1]. Для цього прямою з'єднуємо дві розрахункові точки: на лівій сітці це перехрестя розрахункової витрати стоків по випуску та мінімального ухилу 0,02; на правій сітці це перехрестя діаметра 100 мм й жорсткості. Далі вимірюємо довжину цієї прямої й розділяємо її навпіл. На середній сітці одержимо точку й визначимо наповнення і швидкість руху стоків по випуску. Якщо швидкість руху рідини не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3, розрахунок закінчено. Якщо, навпаки, на середній сітці визначаємо точку, де швидкість руху рідини не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3, з'єднуємо її з розрахунковою точкою на лівій сітці, продовжуємо цю пряму до перехрещення з правою сіткою, визначаємо відстань між ними й продовжуємо цю пряму на таку саму відстань й одержимо діаметр трубопроводу випуску і жорсткість.

Ухил випуску підбираємо також за номограмою дод. 9[1], якщо відомо діаметр випуску. У цьому випадку прямою з'єднуємо дві розрахункові точки: на правій сітці це перехрестя діаметру 100 мм й жорсткості й точку на середній сітці, де швидкість руху рідини не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3. Визначимо відстань між ними. Продовжимо цю пряму на таку саму відстань до перехрещення з розрахунковою витратою стоків на лівій сітці, а зверху лівої сітки одержимо необхідний ухил.

### ***Контрольні запитання***

1. Що називають та за якими ознаками класифікують системи внутрішньої каналізації?
2. Які матеріали використовують для улаштування внутрішньої каналізаційної мережі?
3. За яким принципом класифікують приймачі стічних вод?
4. Де не можна прокладати каналізаційні труби?
5. Де розташовують основні елементи внутрішньої каналізаційної мережі?
6. Як прокладають випуски та яка його глибина залягання?
7. Де та як встановлюють ревізії та прочистки, яке їх призначення?
8. Як визначають розрахункову витрату стічних вод?
9. Як визначають діаметр та ухил трубопроводу випуску?
10. Для чого потрібна вентиляція каналізаційної мережі?

## ТЕМА 12. Водостоки будівель

- 1. Зовнішня дощова мережа (зовнішні водостоки будинків).*
- 2. Улаштування внутрішніх водостоків.*
- 3. Розрахунок внутрішніх водостоків.*

### *1. Зовнішня дощова мережа (зовнішні водостоки будинків)*

Водостоки будівель призначені для своєчасного видалення з атмосферної вологи з дахів будинків. Від правильної роботи систем відведення дощових та талих вод з дахів сучасних будівель залежить надійність та довговічність будинків. Існує низка конструктивних рішень дахів, які переслідують одну мету: своєчасно видалити атмосферні опади з дахів та не допустити зволоження основних будівельних конструкцій будинків.

Найбільш простою з конструктивної точки зору є зовнішні неорганізовані водостоки, при яких усі атмосферні води, які попадають на дах будинку, стікають у напрямку ухилу та вільно видаляються за всім периметром даху. Їх раніше використовували у 1–2 поверхових будинках зі скатною покрівлею. Зовнішні неорганізовані водостоки, незважаючи на їх простоту, не набули широкого розповсюдження через низку недоліків: під час дощу з вітром вода, що стікає з навітряної сторони будинку, задувається на фасад будинку та викликає його зволоження. Крім того, потоки води, які стікають із даху та попадають на відмостку будинку інтенсивно розбризкуються й викликають намочання цоколю, руйнування відмосток та зволоження ґрунту біля фундаменту. Найбільшим недоліком такого типу водостоку є утворення бурульок у кліматичних районах, де мають місце температури зовнішнього повітря нижче нуля. Бурульки руйнують карнизні звіси та роблять небезпечним рух під ними перехожих.

Зовнішні організовані водостоки використовують в будинках зі скатним дахом (для покрівель з ухилом більш ніж 1,5 %). Вони складаються з таких елементів: водостічних лійок; підвісних відводних труб; стояків; відкритих випусків на відмостку будинку. Ця система водостоків дозволяє запобігати зволоженню. Однак, у зимовий період, при коливанні температур зовнішнього повітря на кінці відкритих випусків на відмостку утворюються полії, які перешкоджають відведенню талих вод, що утворюються зі снігу під час потепління та призводять до зволоження та намочання матеріалу даху. Наразі основні елементи цього водостоку роблять із матеріалів, стійких до корозії (наприклад, із пластмасових труб), відмовляючись від традиційних труб з оцинкованої сталі.

## **2. Улаштування внутрішніх водостоків**

Внутрішні водостоки використовують для відведення дощових і талих вод з плоских дахів будівель (для покрівель з ухилом до 1,5 %.) Вони складаються з таких елементів:

- водостічних лійок;
- відводних труб (підвісних або підпільних);
- стояків;
- випусків (відкритих або закритих);
- пристрої для огляду та прочисток.

Дощова або тала вода з даху поступає у водостічні лійки, потім до відвідних труб, стояків та випусків. Умовою нормальної роботи системи є температура вище нуля в помешканні, де проходять трубопроводи водостоків. Вода з системи внутрішніх водостоків відводиться у зовнішні мережі дощової або загальносплавної каналізації (при закритому випуску).

При відсутності дощової каналізації у будинках випуск дощових вод із внутрішніх водостоків проектується відкрито, у лоток біля будинку (відкритий випуск).

При відкритому випуску усередині будинку ближче до стояка на ньому установлюють гідравлічний затвор з відводом талих вод у зимовий період у побутову каналізацію будинку.

На плоских покрівлях житлових і громадських будинків установлюють по одній воронці на кожен секцію будинку. Максимальна відстань між водостічними лійками при будь-яких видах покрівлі не має перевищувати 48 м. Ухили відвідних труб мають бути не менше 0,005.

Стояки внутрішніх водостоків у житлових будинках прокладають у сходових приміщеннях біля стін, несуміжних з житловими кімнатами, у коридорах, у громадських будинках – у підсобних приміщеннях. На стояках установлюють ревізії на нижньому поверсі будинку.

Схема мережі внутрішніх водостоків може бути перпендикулярною та пересіченою. При використанні перпендикулярної схеми кожен стояк приєднують до окремого випуску, які відводить дощові та талі води за межі будинку. При використанні пересіченої схеми усі стояки приєднують чи до підвісних збірних трубопроводів, які кріплять до ферм, балок і стін горищних приміщень і технічних поверхів за допомогою хомутів, підвісок, скоб, кронштейнів та ін. чи до збірного підпільного колектора, який розташовують у підвалі чи технічному підпіллі будинку.

Для улаштування водостічної мережі використовують азбестоцементні, чавунні та пластмасові труби. На підвісних збірних лініях допускають

використання сталевих труб. Пластмасові труби в житлових будинках прокладають приховано у борознах, які знизу та зверху наглухо зачиняють діафрагмами, що не згоряють.

### 3. Розрахунок внутрішніх водостоків

Розрахунок внутрішнього водостоку будинку полягає у виборі типів і діаметрів лійок, стояків, підвісних ліній і випусків, а також у визначенні розрахункових і критичних витрат дощових вод.

Розрахункові витрати дощових вод, л/с, визначають за формулою:

– для покрівель з ухилом до 1,5 % включно:

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, \quad (1.3.9)$$

– для покрівель з ухилом більш ніж 1,5 %:

$$Q = \frac{F q_5}{10000}, \quad (1.3.10)$$

де  $F$  – площа водозбору, м<sup>2</sup>

$q_{20}$  – інтенсивність дощу, л/с з 1 га, тривалістю 20 хв, приймається згідно зі СНіП 2.04.03 – 85;

$q_5$  – інтенсивність дощу, л/с з 1 га, тривалістю 5 хв, визначається за формулою:

$$q_5 = 4^n q_{20}, \quad (1.3.11)$$

де  $n$  – параметр, визначаємо згідно зі СНіП 2.04.03 – 85;

Витрата дощових вод, на один стояк не має перевищувати при діаметрі водостічного стояка:

85 мм – 10 л/с; 100 мм – 20 л/с; 150 мм – 50 л/с; 200 мм – 80 л/с.

Системи внутрішніх водостоків розраховують так, щоб витрата, розрахована за формулою (1.3.9) або (1.3.10), не перевищувала максимальну (критичну) витрату дощової води, яку може пропускати система, без підвищення її рівня на покрівлі, над лійкою.

Критичну витрату, л/с, визначають за формулою:

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}, \quad (1.3.12)$$

де  $H$  – розрахунковий напір системи (різниця позначок покрівлі й осі випуску), м;

$S$  – повний опір системи, м·с<sup>2</sup> /л<sup>2</sup>, визначається як сума опорів на тертя за довжиною труб і місцевих за формулою:

$$S_0 = Al + Am \sum \xi, \quad (1.3.13)$$

де  $A$  – питомий опір труб на тертя;

$l$  – довжина трубопроводів, м;

$A_m$  – питомі місцеві опори;

$\sum \xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів (від входу у воронку до випуску).

Значення коефіцієнтів  $A$ ,  $A_m$  і  $\xi$  приймають згідно з [5], залежно від прийнятого матеріалу труб.

Для забезпечення надійності роботи внутрішнього водостоку критична витрата має бути значно більше розрахункової.

### ***Контрольні запитання***

1. Для яких цілей призначені водостоки будинків?
2. Для яких покрівель використовують зовнішні неорганізовані водостоки і які їх недоліки?
3. Коли використовують зовнішні організовані водостоки, з яких елементів вони складаються і які їх недоліки?
4. З яких елементів складається система внутрішніх водостоків та коли їх застосовують?
5. Де розташовують основні елементи внутрішніх водостоків?
6. Які схеми застосовують при прокладанні мереж внутрішніх водостоків та які їх характерні особливості?
7. Де та як встановлюють ревізії та гідравлічні затвори та яке їх призначення?
8. Як визначають розрахункову витрату дощових вод?
9. Як визначають критичну витрату дощових вод?

### **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ЗА ЗМ 1.3**

1. СНиП 2.04.01-85. Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986.
2. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: Стройиздат, 1989.
3. «Внутренние системы водоснабжения и водоотведения» / Справочник. Под ред. Тугая А.М. – К.: Будівельник, 1982.
4. Сергеев Ю.С., Боровский Э.Р., Кравчук А.М. и др. Санитарно-техническое оборудование зданий. Примеры расчета. – К.: Вища школа, 1991.
5. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение, канализация. – М.: Стройиздат, 2002.
6. Кравченко В.С., Саблий Л.А. Инженерне обладнання будівель. – Рівне: НУВГП, 2005.

Навчальне видання

КОЛЕСНИК Наталія Юріївна,  
СОРОКІНА Катерина Борисівна

Конспект лекцій  
з дисципліни

## ***Водопостачання та водовідведення***

(для студентів 3 курсу денної форми навчання  
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»  
та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.092108,  
7.06010107 «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Відповідальний за випуск *С. С. Душкін*

Редактори *Д. Ф. Курильченко, С. В. Тимощук*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2011, поз. 76Л

---

Підп. до друку 23.02.2012 р.

Друк на ризографі.

Тираж 50 пр.

Формат 60×84/16

Ум. друк. арк. 3,5

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.