

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

К. Б. Сорокіна

Конспект лекцій

з курсу

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності 7.092108 (7.06010108) «Теплогазопостачання і вентиляція»)



Харків – ХНАМГ – 2011

Сорокіна К. Б. Конспект лекцій з курсу «Водопостачання та водовідведення» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності 7.092108 (7.06010108) «Теплогазопостачання і вентиляція») / К. Б. Сорокіна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 94 с.

Автор: к.т.н., доц. К. Б. Сорокіна

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

Рецензент: проф., докт. техн. наук І. І. Капцов

Затверджено кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод,
протокол № 1 від 01.09.2010 р.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
ЗМ 1.1. ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ	
І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	5
ТЕМА 1. Системи і схеми водопостачання.....	5
ТЕМА 2. Прийом води з природних джерел.....	12
ТЕМА 3. Поліпшення якості природної води.....	21
ТЕМА 4. Зовнішні мережі водопостачання.....	30
ЗМ 1.2. ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ	
І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	40
ТЕМА 5. Системи і схеми водовідведення.....	40
ТЕМА 6. Проектування каналізаційної мережі.....	49
ТЕМА 7. Влаштування водовідвідної мережі.....	58
ТЕМА 8. Склад забруднень і методи очищення стічних вод.....	63
ЗМ 1.3. УСТРІЙ ВНУТРІШНІХ ВОДОПРОВІДНИХ І	
ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ.....	72
ТЕМА 9. Системи і схеми водопостачання будівель.....	72
ТЕМА 10. Влаштування внутрішньої водопровідної мережі.....	76
ТЕМА 11. Системи і схеми водовідведення будівель.....	84
ТЕМА 12. Водостоки будівель.....	91
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	94

ВСТУП

Задоволення попиту на воду в містах, на підприємствах і в селищах здійснюється 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 і 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.

Конспект лекцій покликаний допомогти студентам у вивченні дисципліни, він містить теоретичний матеріал з усіх змістових модулів, контрольні питання і рекомендовану літературу.

При роботі з текстом слід звертати увагу на визначення, класифікації, тези, виділені *курсивом* і **жирним** шрифтом.

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. Режимы й норми водопостачання.*
- 4) *Основні схеми водопостачання промислових підприємств.*

1. Призначення окремих водопровідних споруд

Водопостачання – це забезпечення водою різних водоспоживачів (населених пунктів, виробничих підприємств та інших об'єктів) для задоволення господарсько-питних, технологічних і протипожежних потреб. Комплекс інженерних споруд, які виконують завдання водопостачання, називають *системою водопостачання або водопроводом*.

Централізована система водопостачання населеного пункту або промислового підприємства повинна забезпечувати прийом води з джерела в необхідній кількості, її очищення, якщо це необхідно (тобто доведення її якості до потрібного рівня показників), передачу до обслуговуваного об'єкта і подачу споживачу під необхідним напором (тиском). З цією метою у систему водопостачання включені такі *елементи*:

- *водоприймальні споруди* (водозабірні споруди, водозабори), призначені для прийому води з вибраних для даного об'єкта природних вододжерел;
- *насосні станції* (водопідіймальні споруди), що створюють тиск для передачі води на очисні споруди, до акумулюючих ємкостей або до споживачів; насосні станції (НС) 1-го підйому призначені для передачі води від водозабору (джерела) на очисні споруди; НС 2-го підйому призначені для передачі очищеної води з резервуару чистої води (РЧВ) в магістральні водоводи і далі в розподільну мережу; наступні НС влаштовують при необхідності для створення потрібного тиску в трубопроводах;
- *споруди для очищення води*, призначені для поліпшення властивостей води і доведення її якісних показників до вимог споживачів;
- *резервуари і водонапірні башти*, які є запасними і регулюючими ємкостями;
- *водоводи і водорозподільні мережі*, призначені для передачі води до місць її розподілу і споживання; магістральні водоводи транспортують основну кількість води від очисних споруд до об'єкта водопостачання; водорозподільні мережі подають воду безпосередньо споживачам на території обслуговуваного об'єкта.

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. На рис. 1.1 показані можливі схеми водопостачання з різних джерел.

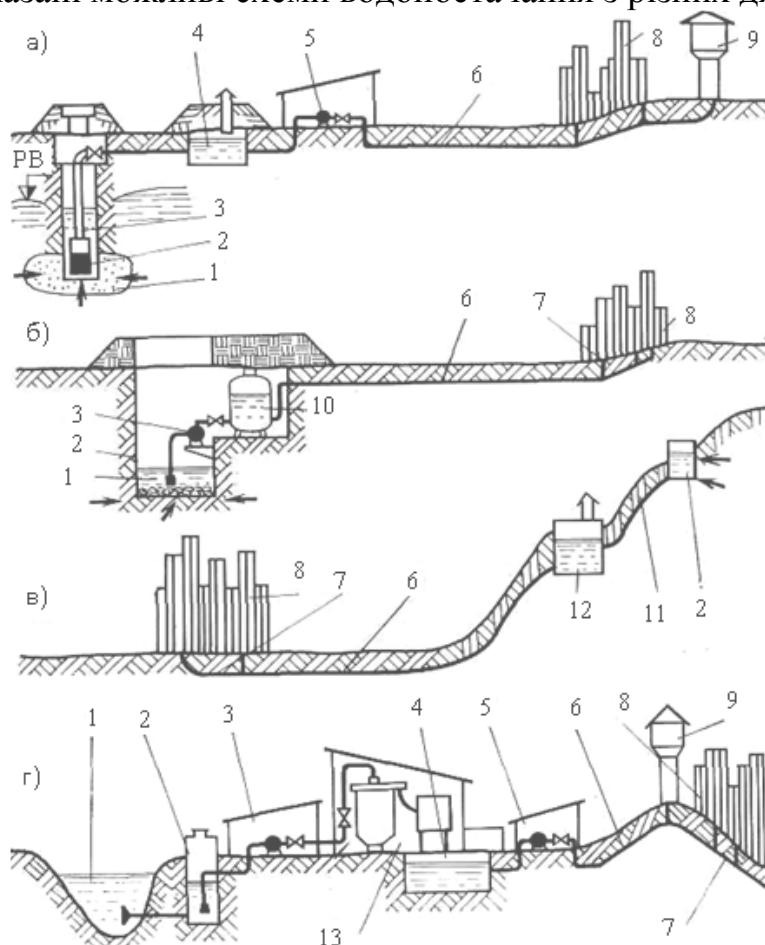


Рис 1.1 - Схеми водопостачання з підземного (а, б, в) і поверхневого (г) джерел:
 а – схема з контррезервуаром; б – безбаштова схема; в – схема самотічного водопроводу з використанням каптажу; г – схема з прийманням води з річки;
 1 – вододжерело; 2 – водозабірна споруда; 3 – НС 1 підйому; 4 – РЧВ; 5 – НС 2 підйому; 6 – напірні водоводи; 7 – розподільна мережа; 8 – водоспоживач;
 9 – водонапірна башта; 10 - водоповітряний котел; 11 – самотічний водовід;
 12 – напірний резервуар; 13 – водоочисні споруди

2. Класифікація систем водопостачання

Все різноманіття систем водопостачання, що зустрічаються на практиці, можна класифікувати за наступними ознаками:

- за територіальним охопленням споживачів – локальні (місцеві); централізовані; групові або районні;
- за призначенням (видом обслуговуваних об'єктів) – комунальні (для міст і селищ); залізничні; сільськогосподарські (для тваринницьких ферм, пасовищ і т.п.); виробничі, які, в свою чергу, підрозділяються за галузями промисловості (водопроводи хімічних комбінатів, теплових електростанцій, металургійних заводів і т.п.) і за кратністю використання води (прямотечійна, з повторним використанням води, оборотна); комбіновані;
- за видом використовуваного природного джерела – поверхневі, підземні й змішаного живлення;
- за якістю води – господарсько-питні; технічні; протипожежні;

- спеціальні; об'єднані;
- за вертикальним розташуванням – однозонні й зонні;
- за способами подачі води – самопливні (гравітаційні); з механічною подачею (перекачування води насосами); комбіновані;
- залежно від якості вихідної води і вимог водоспоживачів – з влаштуванням споруд з поліпшення якості води і без них;
- за тривалістю роботи – що постійно діють, тимчасово діють, сезонно діють;
- за ступенем надійності – 1, 2 і 3 категорії залежно від допустимої тривалості перерви і зниження подачі води.

3. Основні категорії водоспоживачів. Режими й норми водопостачання.

Основними категоріями водоспоживання є наступні:

- *господарсько-питні потреби населення* (тобто всі види водокористування, обумовлені побутом людей: пиття, приготування їжі, особиста гігієна і гігієна житла, прання і т.п.). Сюди ж відносяться такі витрати води, як поливання проїзної частини вулиць і тротуарів, зелених насаджень, обводнення міських водоймищ і обмін води в басейнах і т.п. (комунальні потреби населених пунктів). Ця категорія водокористувачів ставить до води вимоги, що регламентуються ГОСТ 2874-82 «Вода питна» і Державними санітарними правилами і нормами (ДержСАНПіН) (тобто це перш за все вимоги санітарно-гігієнічного порядку). Разом з тим в певних районах можливо використання води з підвищеною мінералізацією для поливання вулиць, заповнення ванн плавальних басейнів, обводнення міських водоймищ; можливе також використання доочищених стічних вод для поливання зелених насаджень, вулиць та інших цілей;
- *технологічні потреби різних промислових підприємств* – використання води як для промивки і охолодження сировини і продукції, так і для обслуговування устаткування. Кількісні і якісні вимоги до води цієї категорії споживачів визначаються технологією виробництва. Так, до води, яку використовують в хімічній, текстильній промисловості, ставлять вимоги низької жорсткості і майже повної відсутності заліза і марганцю, а іноді й повної деіонізації і т.п. До води, використовуваної для охолодження різних виробничих апаратів, ставлять вимоги з температури, відсутності грубих завислих частинок, стабільності, мінімальності вмісту біозабруднень. Для паросилового господарства потрібна величезна кількість води, яка не повинна містити домішок, що викликають відкладення накипу, спінювання котельної води, винесення солей з парою і корозію металу;
- *потреби пожежогасіння* - придатна вода практично будь-якої якості. У більшості випадків подача води для потреб пожежогасіння 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. Витрату води на пожежогасіння приймають за розрахунком залежно від чисельності населення, поверховості будівель (для населеного пункту);

ступеня вогнестійкості будівель, розмірів промислових будівель, характеру виробництва, тобто категорії з пожежної небезпеки (для виробничих підприємств), а також наявності сучасних засобів пожежогашіння;

- *потреби сільського господарства.* Передбачається використання для господарсько-питних цілей, комунальних потреб (котельні, пральні, їдальні та ін.), виробничих цілей (майстерні з ремонту сільськогосподарської техніки, тепличні господарства і т. п.), водопою худоби.

Наведений перелік основних категорій водоспоживання дає уявлення про різноманітність використання води для потреб народного господарства і про велику відмінність вимог за її якістю.

Основним чинником, що визначає режим роботи всіх елементів системи водопостачання, є режим витрачання води споживачами, для яких ця система призначена. Для ряду водоспоживачів вирішення цього завдання не має утруднень. Наприклад, при проектуванні водопроводів промислових підприємств режим витрати води на виробничі потреби задається відповідно до технології підприємства графіком водоспоживання. Складніше встановити режим водоспоживання населених пунктів, який диктується цілим рядом чинників побутового характеру, пов'язаних з умовами життя і трудовою діяльністю людей. Тому при проектуванні водопроводів задаються вірогідним *графіком витрачання води* протягом розрахункової доби найбільшого водоспоживання (рис. 1.2).

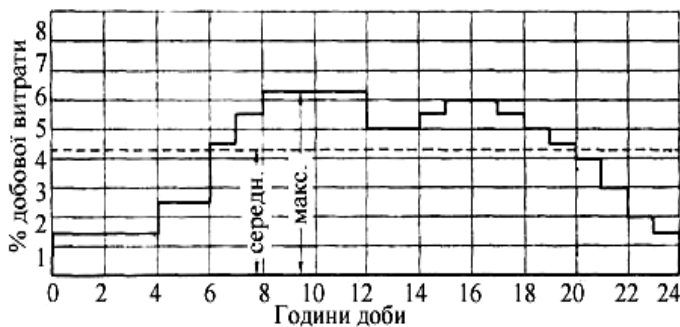


Рис. 1.2 - Графік добового

З графіка видно, що 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.

Витрата води протягом кожної години також коливається. Проте при проектуванні водопроводу допускають, що витрата води протягом однієї години залишається постійною. Коливання витрати води протягом доби на виробничі потреби промисловості обумовлені особливостями технологічного процесу і способами споживання води й залежать від тривалості роботи підприємства протягом доби. Проте більшість промислових підприємств мають свої регулюючі ємкості, тому відбирання води для них з міського водопроводу можна вважати рівномірним протягом доби.

Отже 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.

При проектуванні систем водопостачання визначення необхідної споживачу кількості води є найважливішим завданням. Загальна витрата на

потреби населення в якому-небудь населеному пункті пропорційна числу жителів. Отже для його визначення необхідно знати витрату води одним жителем на його господарсько-побутові потреби – питому норму водоспоживання. Ця величина складається з витрат води для різних цілей і залежить від ступеня санітарно-технічного обладнання місць проживання, благоустрою міста, кліматичних умов і т.п. Чим вищий ступінь санітарно-технічного обладнання, тим більше буде споживання води; в жаркому кліматі водоспоживання буде більше, ніж в помірному або холодному і т.п.

Аналіз досвіду експлуатації існуючих комунальних водопроводів дає можливість визначити фактичну витрату води на одного жителя при різному ступені санітарно-технічного обладнання житлових будинків у різних кліматичних умовах. У нашій країні діють норми господарсько-питного водоспоживання, наведені в СНіП [19]. У ці норми входять витрати води на всі господарсько-питні потреби людей, що витрачаються як в житлових будинках, так і в громадських будівлях (їдальнях, лазнях, пральнях, кіно, клубах і т.п.).

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, установлюють органами місцевої влади. Питома витрата води на поливання (л/м² території) наведена в табл. 3 [19]. За відсутністю даних про площі за видами благоустрою (зелені насадження, проїзди і т.д.) питоме середньодобове за поливальний сезон споживання води на поливання з розрахунку на одного жителя приймають 30-90 л/доб. залежно від кліматичних умов, потужності джерела водопостачання, ступеня благоустрою населених пунктів та інших місцевих умов.

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. У випадку, якщо є обмеження на відбір води з водопровідної мережі під час максимального водоспоживання, на території промплощадки влаштовується водопровідний вузол, який включає РЧВ і НС, а іноді й дезінфікуючу установку. При великих витратах води і значних коефіцієнтах нерівномірності на підприємствах влаштовують акумулюючі ємкості, які заповнюються в години мінімального водоспоживання населеним пунктом. На вводі на промислове підприємство обов'язково встановлюють лічильник витрати води.

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. Розрахункова витрата води на гасіння однієї пожежі, а також число можливих одночасних пожеж на території населеного пункту або промислового підприємства встановлюють залежно від розмірів населених місць, розрахункового числа жителів, вогнестійкості споруд, щільності й характеру забудови [19].

4. Основні схеми водопостачання промислових підприємств

На кожному промисловому підприємстві вода використовується для технологічних цілей (виробництво продукції, обслуговування устаткування та ін.), для господарсько-питних потреб робітників і службовців, для побутових цілей (душові, прибирання), а також для потреб пожежогасіння.

Воду використовують у виробництві для найрізноманітніших цілей. Як основні категорії виробничого водоспоживання можуть бути названі: використання води для охолодження, промивки, зволоження, пароутворення, гідротранспорту, виготовлення продукції та ін. Потрібні для виробничих цілей кількості води визначають в результаті технологічних розрахунків, так само як і необхідні кількості палива, пари, електроенергії. Важливе значення має дотримання вимог щодо допустимого вмісту у використовуваній воді різних речовин, тобто якості води. Воно залежить від особливостей сировини, продукції, технологічних процесів і визначається технологами і інженерами підприємства.

Системи виробничих водопроводів розрізняють за способами використання води на прямотечійні, оборотні й з послідовним використанням води (рис. 1.3).

Прямотечійні системи водопостачання (рис. 1.3, а), де повторне використання води недоцільне, передбачають скидання використаної води після змішування з іншими стічними водами і їх сумісне очищення.

Оборотні системи водопостачання (рис. 1.3, б) – 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 цьому випадку з джерела забирається тільки 3-5% загальної кількості використовуваної води для поповнення втрат при її обороті. Вода з джерела звичайно подається в басейн (резервуар) з охолодженою водою. У деяких випадках оборотну воду не тільки охолоджують, але і піддають деякому очищенню.

У випадках, коли вода, що скидається одним з промислових споживачів, може бути використана іншим, влаштовують так звані системи послідовного використання води (рис. 1.3, в). Це також зменшує кількість води, що забирається з джерела водопостачання.

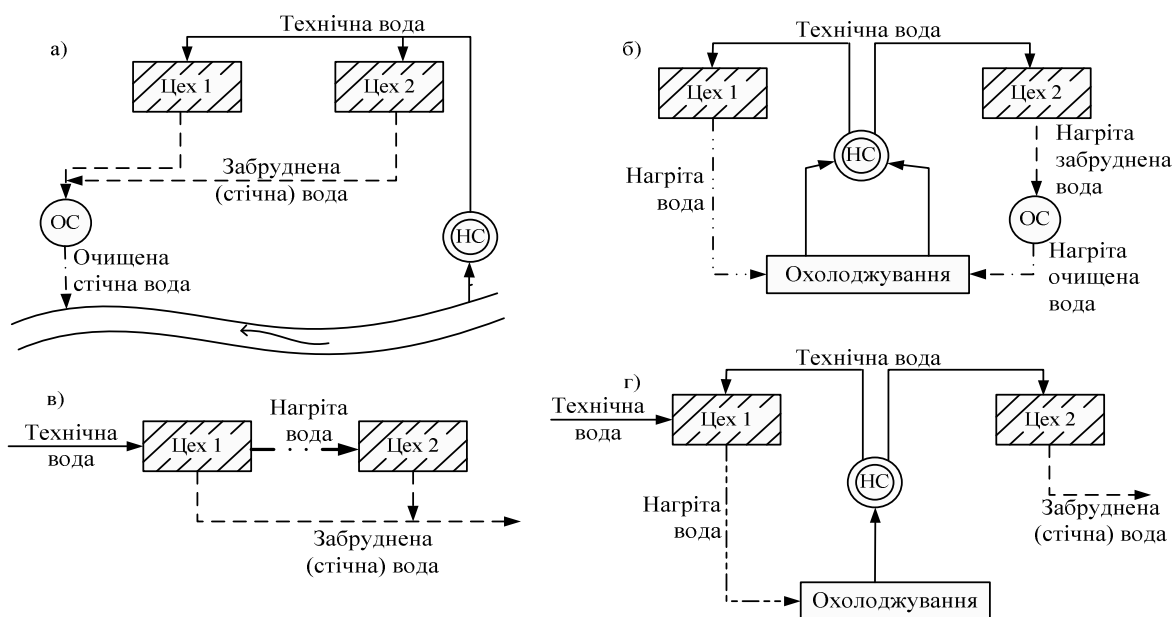


Рис. 1.3 – Принципові схеми виробничого водопостачання: а – прямотечійна; б – оборотна; в – з послідовним використанням води; г – комбінація оборотного водопостачання та послідовного використання води

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.

Іноді система виробничого водопостачання значно ускладнюється тим, що окремі виробничі споживачі, які входять до складу підприємства, ставлять різні вимоги до якості води або до тиску в мережі, що викликає необхідність спорудження декількох систем виробничого водопостачання.

Контрольні запитання:

- Що називається водопостачанням? Які споруди входять до складу водопроводу?
- Які завдання повинна виконувати система водопостачання?
- Яке призначення водозабірних споруд?
- Яке призначення водопідіймальних споруд?
- Яке призначення насосних станцій 1-го і 2-го підйому?
- Яке призначення очисних комплексів систем водопостачання?
- Яке призначення магістральних водоводів?
- Яке призначення розподільних мереж?
- Які бувають регулюючі й запасні ємкості?
- Як класифікують системи водопостачання?
- Поясніть загальну схему водопостачання населеного пункту.
- Як класифікують споживачів води?
- Які вимоги ставлять різні категорії споживачів до використовуваної води?
- Від яких параметрів залежить норма господарсько-питного водоспоживання?
- Як (за яким документом) визначити норму господарсько-питного водоспоживання?
- Як визначають норму технологічного водоспоживання?
- Як визначають норму водоспоживання для протипожежних цілей?

- 18) Який режим водоспоживання води населеним пунктом протягом доби?
- 19) Які бувають схеми водопостачання промислових підприємств?
- 20) Яке значення обороту в системі водопостачання промислових підприємств?
- 21) 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 (необхідність регулювання річкового стоку і умови його здійснення, якість і кількість води у вибраних джерелах);
- 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.

Річкам властиві сезонні коливання їх витрати і якості води. Тому при виборі річки як вододжерела слід перевіряти можливість отримання необхідних кількостей води в період найменшого її дебіту з урахуванням з зміни контурів її русла. При цьому слід пам'ятати, що в періоди паводків річкова вода характеризується високою кольоровістю і низькою лужністю, великою кількістю завислих речовин, значною бактерійною забрудненістю, що ускладнює її кондиціонування.

Як правило, річкові води відрізняються малим вмістом мінеральних солей, невеликою жорсткістю і при цьому відносно великою каламутністю, високим вмістом органічних речовин, бактерій, часто значною кольоровістю. Вода озер звичайно має малий вміст завислих речовин. Ступінь мінералізації озерної води різний.

Поверхневі джерела характеризуються значними, іноді дуже різкими коливаннями якості води й кількості забруднень в окремі періоди року. Якість води озер і річок великою мірою залежить від забруднення їх поверхневими стоками і стічними водами міст і промислових підприємств.

Підземні води утворюються внаслідок проникнення вглиб землі атмосферних опадів і поверхневих вод, а також конденсації водяної пари з атмосфери. Вони знаходяться в порожнечах усередині гірських порід.

Підземні води, заповнюючи всі пори тих або інших порід, утворюють так звані водоносні пласти. Водоносний пласт підстилає водотривкий пласт, називаний іноді водотривким ложем, або просто водоупором. Пласти породи, що перекривають водоносний пласт, називаються його покрівлею.

Безнапірні підземні води насичують водоносний пласт не на всю його товщину, а мають вільну поверхню, названу дзеркалом ґрунтових вод. Рівень води в колодязях, опущених в такий пласт, встановлюється на тій же відмітці, на якій вода була зустрінена при розкритті пласта. Тиск над вільною поверхнею ґрунтових вод, тобто на їх дзеркалі рівний атмосферному. Потужність водоносного пласта визначається 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, називаються напірними або міжпластовими. Напірні води характеризуються підйомом рівня води в колодязях вище за відмітку, на якій вода відзначена при влаштуванні колодязя. Тиск під покрівлею напірного пласта більший за атмосферний.

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.

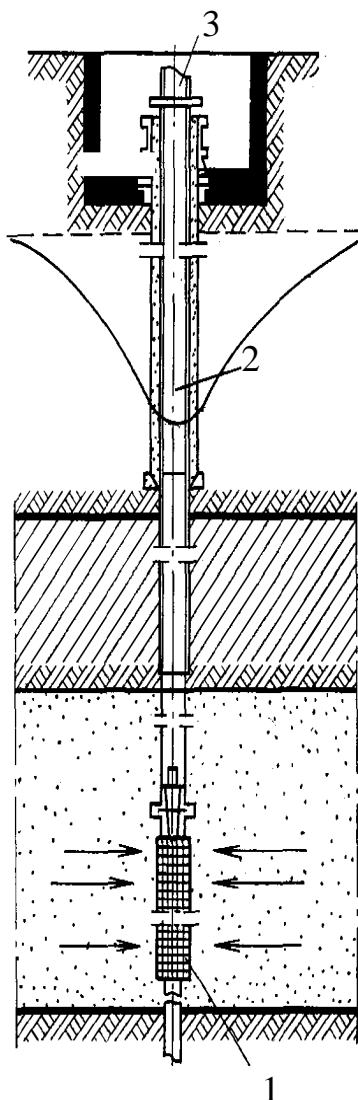


Рис. 2.1 – Елементи трубчастого колодязя: 1 – фільтр; 2 – стовбур; 3 – гирло

Використовуваний тип водозабірних споруд залежить від глибини залягання і потужності водоносного пласта, умов залягання (характеру ґрунтів, наявності, тиску в пласті і т.п.).

Трубчасті колодязі споруджують шляхом буріння в землі вертикальних циліндрових каналів - свердловин. У більшості порід стінки свердловин укріплюють обсадними трубами (сталевими, поліетиленовими), що створюють трубчастий колодязь. У межах водоносного горизонту для можливості прийому води з ґрунту колодязь виконують з перфорованих труб, обладнаних спеціальним фільтром.

Трубчасті колодязі застосовують при глибокому заляганні водоносних пластів і їх значній потужності. Характерною особливістю трубчастих колодязів є малий діаметр і відносно велика довжина водозабірної частини колодязя. Трубчасті колодязі використовують для отримання підземних вод як безнапірних, так і напірних. Колодязь може бути доведений до підстилаючого водотривкого пласта - досконалий колодязь або закінчуватися в товщі найводоноснішого пласта - недосконалий колодязь. Для водопостачання крупних об'єктів споруджують декілька трубчастих колодязів, які об'єднують в загальну систему водозбірних споруд.

Рівень води в колодязі при відсутності з нього водовідбору називається статичним. Для безнапірних підземних вод він відповідає рівню води у водоносному пласті. Для напірних підземних вод статичний рівень в колодязі вище за рівень води водоносного горизонту в даному місці, оскільки вода знаходиться у водоносному горизонті під тиском. При постійному відбиранні води з колодязя статичний рівень в ньому починає знижуватися і через деякий час встановлюється на певному горизонті, називаному динамічним. Чим інтенсивніше водовідбір, тим нижче встановлюється динамічний рівень. Після припинення відкачування вода в колодязі знову піднімається до статичного рівня.

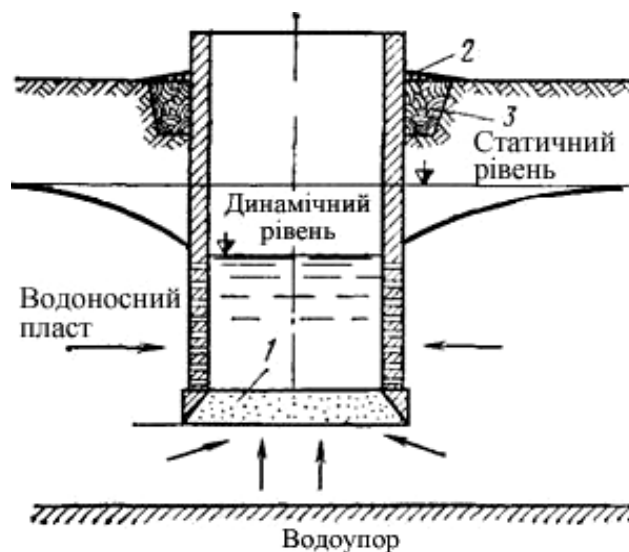


Рис. 2.2 - Схема шахтного колодязя: 1 – фільтр; 2 – відмостка; 3 – глиняний замок

Шахтні колодязі (рис. 2.2) виконують з бетону, залізобетону, цегли, буту

й дерева. Вони застосовуються для прийому безнапірних вод, при відносно невеликій глибині їх залягання (приблизно до 40м). Найчастіше шахтні колодязі не доводять до водоупору (колодязі недосконалого типу). Тоді вони приймають воду в основному через днище і частково через отвори в стінках. 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. У крупних системах водопостачання для прийому необхідних кількостей води звичайно влаштовують не один, а декілька шахтних колодязів.

Горизонтальні водозбори споруджують при невеликій глибині залягання водоносного пласта (до 5-7 м) і малій його потужності. Вони є дренажними трубами або галереями, що укладаються в межах водоносного пласта, перпендикулярно до напрямку ґрунтового потоку. Навколо дренажних труб або галерей укладають гравієві фільтри. Вода, що поступає з ґрунту в дренажні труби або галереї, відводиться по них в збірний колодязь (резервуар), звідки відкачується насосами. На водозбірних лініях через кожні 25 м встановлюють оглядові колодязі.

Променевий водозабір є водоприймальною спорудою з горизонтальними трубчастими дренами, розташованими в межах водоносних порід і радіально приєднаними до збірного шахтного колодязя. Дрени можуть розташовуватися як уздовж берега річки (у водонасичених ґрунтах), так і під самим її руслом. Променеві дрени виконують з перфорованих сталевих труб і встановлюють способом продавлювання з шахтного колодязя.

Ключі (джерела) підрозділяють на дві групи: висхідні й низхідні. Висхідні ключі утворюються при проникненні в поверхневі шари ґрунту розташованих нижче напірних вод в результаті порушення міцності перекриваючих їх водонепроникних порід. Низхідні ключі утворюються в результаті виклинювання на поверхню землі безнапірних водоносних пластів, що покоються на водонепроникних породах. Споруди для прийому джерельних вод одержали назву каптажних споруд, а процес збору джерельної води - каптажу джерел (ключів).

Для каптажу висхідних ключів водоприймальні споруди виконують у вигляді резервуара або шахти, які споруджують над місцем найбільш інтенсивного виходу джерельної води. У тому випадку, коли корінні породи, через які поступає джерельна вода, покриті невеликим шаром наносного ґрунту, його видаляють. Коли корінні породи представлені щільними тріщинуватими утвореннями, їх поверхня повинна бути розчищена і, якщо спостерігається винесення частинок піску, перекрита шаром гравію. Якщо вода виходить з піщано-гравелистих порід, для каптажної споруди обов'язковим є влаштування зворотного гравієвого фільтра.

Каптаж низхідних ключів здійснюють шляхом влаштування водоприймальних камер, що розташовуються в місці найбільш інтенсивного виходу джерельної води. Іноді для повнішого захоплення води влаштовують споруди у вигляді перемичок, підпірних стінок і т.п. перпендикулярно до основного напрямку руху води для її перехоплення і передачі до приймальної камери. Іноді уздовж цих перемичок укладають горизонтальні водозбірні труби або галереї, які

збирають воду і тим полегшують її передачу до приймальної камери.

Водозабірні споруди з поверхневих джерел

Вибір типу водоприймача з поверхневих джерел проводять, керуючись топографією берега і дна вододжерела в місці водозабору, характером ґрунтів, що складають берег, амплітудою коливань рівня води, льодовими умовами та ін.

При крутих берегах і наявності біля берега глибин, достатніх для нормальних умов приймання води, слід застосовувати берегові водозабори. Для водозаборів середньої продуктивності при малій висоті всмоктування насосів допускається поєднання берегового колодязя і насосної станції 1-го підйому. Для водозаборів малої продуктивності за наявності біля берега достатніх для нормального прийому води глибин можна застосовувати водоприймачі роздільного типу. Суміщені водозабори завдяки своїй економічності, компактності й надійності мають значно більше розповсюдження, ніж роздільні.

Береговий водозабір суміщеного типу (рис. 2.3) являє собою залізобетонний колодязь, передня стінка якого винесена в русло річки. Вода поступає у водоприймач через вхідні вікна, обладнані ґратами, що розташовані в передній стінці і запобігають попаданню всередину водоприймача риби і крупних плаваючих предметів.

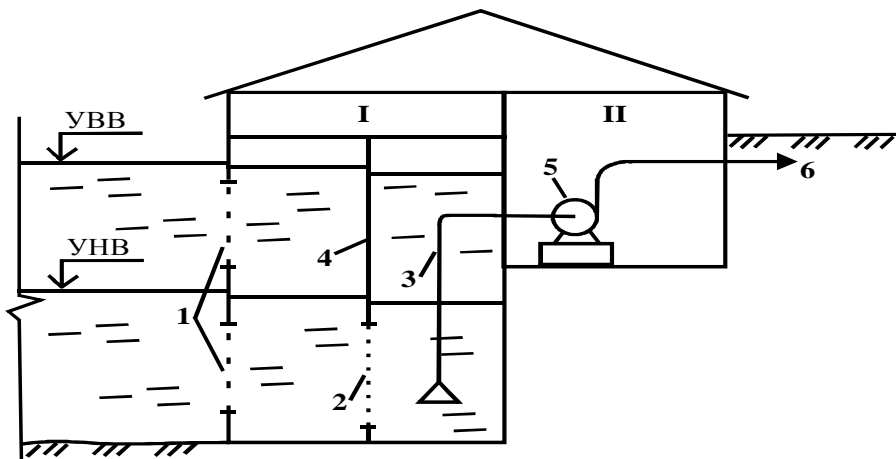


Рис. 2.3 - Береговий водозабір суміщеного типу: I – береговий колодязь; II – насосна станція 1-го підйому;

1 – водоприймальні вікна з ґратами; 2 – сітка;

3 – всмоктуючий трубопровід; 4 – перегородка;

5 – насоси; 6 – напірний трубопровід

Вода, протікаючи від приймальних вікон до всмоктуючих труб насосів, проходить через сітки, встановлені в перегородці, що розділяє весь водоприймач на два відділення: водоприймальне і всмоктуєче.

Вказане механічне очищення води полегшує роботу водоочисних споруд, оберігає від засмічення труби і насоси, а в системах виробничого водопостачання іноді дає можливість використовувати воду без додаткового очищення. Вода, що пройшла через сітки, забирається насосами через всмоктуючі труби і подається у водоводи першого підйому.

Над водоприймачем споруджують павільйон для розміщення і керування механізмом очищення сіток та проведення інших операцій,

пов'язаних з експлуатацією водоприймача. Береговий колодязь поперечними перегородками розділяється на декілька паралельно працюючих секцій. Їхню кількість під час встановлення великих насосів слід приймати рівною числу насосів, що гарантує надійність і безперебійність роботи водозабору, дозволяє виконувати його очищення і ремонт без припинення подачі води.

За певних геологічних умов і характеру рельєфу берега водозабори малої продуктивності влаштовують з роздільною компоновкою берегового водоприймача, всмоктуючих труб і насосної станції. Для підвищення надійності насосну станцію розміщують в 20-30 м від водоприймача, при цьому відмітка осі насосів визначається найменшим рівнем води в джерелі й висотою всмоктування насосів, що допускається. Всмоктуючі труби при глибині їхнього залягання понад 5 м розміщують у спеціальній галереї для захисту від пошкоджень і для створення необхідних зручностей під час експлуатації.

При відносно пологому березі й відсутності біля нього достатніх для приймання води глибин водозабори малої продуктивності слід приймати руслового типу. В цьому випадку насосна станція може бути конструктивно об'єднана з береговим колодязем або розташована окремо (рис. 2.4).

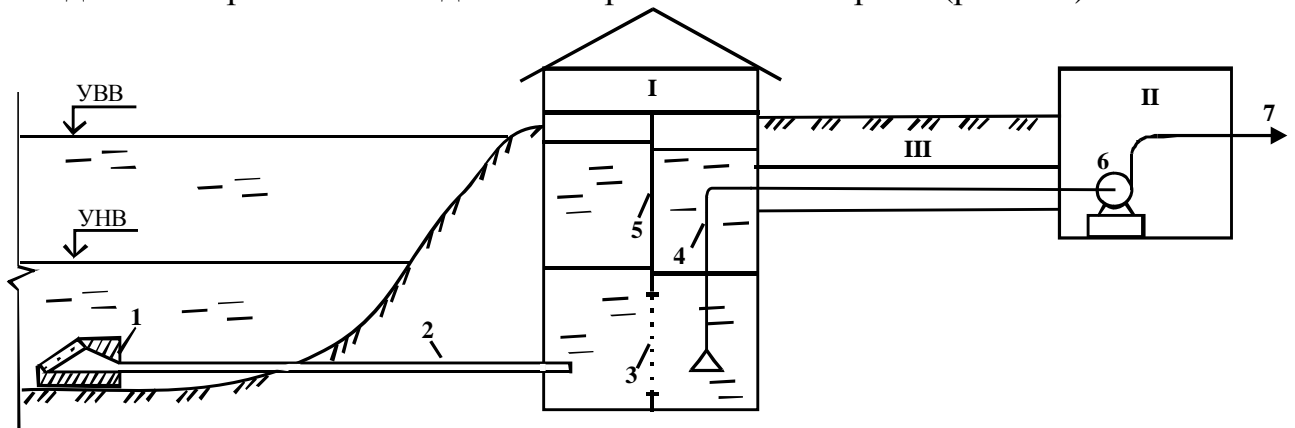


Рис. 2.4 - Русловий водозабір роздільного типу: I – береговий колодязь; II – насосна станція 1-го підйому; III – канал для всмоктуючого трубопроводу; 1 – оголовок; 2 – самопливний трубопровід; 3 – сітка; 4 – всмоктуючий трубопровід; 5 – перегородка; 6 – насоси; 7 – напірний трубопровід

Водоприймачі руслових водозаборів 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 входних вікон, обладнаних ґратами, затоплених водоприймачів визначають за середньою швидкістю проходження води через отвори ґрат. Необхідно передбачати періодичне очищення ґрат і самопливних ліній від закупорки сміттям і шугою шляхом їхньої промивки зворотним або прямим потоком води або передбачати механічне очищення.

Затоплені водоприймачі треба захищати від підмиву оточуючим

потокom води. З цією метою передбачають спорудження відповідної основи і зміцнення дна навколо водоприймачів.

За певних умов – профіль берега, амплітуда коливань рівня води – влаштовують *комбінований водозабір*, де прийом води під час високого рівня проводять через входні вікна в передній стінці берегового колодязя, як і в звичайному водозабір 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 (рис. 2.5). У ряді випадків ківш

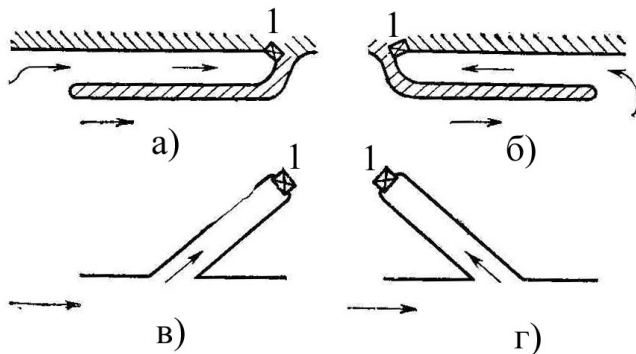


Рис. 2.5- Схема водоприймальних ковшів:
а – ківш, утворений греблею, з верхнім входом води;
б – те ж, з низовим входом;
в – ківш, утворений спеціально відритою виїмкою, з верхнім входом води;
г – те ж, з низовим входом

дозволяє успішно долати утруднення, які виникають при прийманні води в умовах утворення внутрішньоводного льоду (шуга). Ковши використовують і для часткового освітлення води, що забирається з річок, які несуть велику кількість суспензії.

Води, що насичують пори між зернами ґрунту в результаті їхньої інфільтрації з поверхневих водоймищ, займають проміжне місце між поверхневими й підземними водами. За походженням вони в основному річкові, а після інфільтрації у ґрунт змішуються з ґрунтовими водами, набуваючи їхні властивості. Якщо русло річки складене водопроникними породами, річкова вода насичує їх, утворюючи своєрідний ґрунтовий потік, який повільно рухається в тому ж напрямку, що і річка. Цей потік називається підрусловими водами, для їхнього відбору застосовують водоприймачі інфільтраційного типу, в яких збирається вода, профільтована через піщано-гравійні породи, що складають берег і дно вододжерела. Такі споруди за конструкцією і характером роботи аналогічні підземним водозаборам (трубчасті й шахтні колодязі, горизонтальні і променеві водозбори).

У практиці тимчасового водопостачання і зрошення набули поширення плавучі й пересувні водозабірні споруди, суміщені з насосною станцією. Відмітка розташування подібних водозаборів відповідає зміні горизонту води в джерелі, що гарантує можливість забору води за умов малої і постійної висоти всмоктування.

3. Зони санітарної охорони

Зона санітарної охорони поверхневого джерела водопостачання є територію, 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 «строногого режиму») охоплює водоймище в місці

забору води і територію розташування головних водопровідних споруд (водоприймачі, насосні й очисні станції, резервуари). Територію поясу захищають від доступу сторонніх осіб і оточують зеленими насадженнями. Постійне перебування людей в першій зоні не допускається. Межі першого поясу для річки або каналу встановлюють: вгору за течією - не менше 200 м від водозабору; вниз за течією - не менше 100 м від водозабору; по прилеглому берегу до водозабору - не менше 100 м від лінії урізання води при максимальному рівні. Межі першого поясу санітарної охорони водосховища або озера, використовуваних як вододжерело, встановлюють: по акваторії на всіх напрямках - не менше 100 м від водозабору; по прилеглому берегу до водозабору - не менше 100 м від лінії урізання води при максимальному рівні. На водозаборах ковшового типу в перший пояс входить вся акваторія ковша.

Другий пояс зони санітарної охорони включає територію по обидві сторони 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. Межі території третього поясу річки або каналу визначають виходячи з можливості забруднення водоймища стійкими хімічними речовинами: вгору за течією, виходячи з пробігу води від меж поясу до водозабору при витраті води 95% забезпеченості у строк до 5 діб; вниз за течією - не менше 250 м; бічні межі - по вододілу. Для водосховища або озера межі третього поясу встановлюють, виходячи з тривалості протікання води від них до водозабору в течію не менше 5 діб при максимальній швидкості течії.

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. Очевидно, що для інфільтраційних водозаборів в межі першого поясу необхідно включати прибережну територію між водоймищем і водоприймальною спорудою. Як показала практика, для одиночних колодязів, які розташовані на території, що виключає забруднені ґрунти, відстань від них до огорожі допускається відповідно до 15 і 25 м.

Другий пояс (зона обмежень) - є територія, для якої вводяться певні обмеження її використання з тим, щоб запобігти можливості забруднення експлуатованого водоносного пласта. Межі другого поясу встановлюють залежно від місцевих гідрогеологічних умов і характеру використання підземного потоку. Розрахунок враховує час мікробного забруднення води (його просування від меж поясу до водозабору від 100 до 400 діб). У цій зоні не допускаються які-небудь роботи, пов'язані з порушенням порід, що перекривають зверху водоносний пласт.

Межа третього поясу визначається розрахунком, що враховує час просування хімічного забруднення води до водозабору, яке повинне бути

більше прийнятої тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

Межа першого поясу зони санітарної охорони майданчика водоочисних споруд повинна 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. При прокладці водоводів по незабудованій території зону санітарної охорони належить передбачати у вигляді смуги завширшки в обидві сторони від крайніх ліній: за відсутністю ґрунтових вод або руху їх від водоводів при діаметрі до 1000 мм - 10 м, при діаметрі більше 1000 мм - 20 м, а при русі ґрунтових вод у напрямі до водоводу незалежно від їх діаметру - не менше 50 м. При проходженні водоводів по забудованій території допускається зменшення ширини смуги зони санітарної охорони.

Контрольні запитання

- 1) Назвіть види джерел водопостачання.
- 2) Які вимоги ставлять до джерел водопостачання?
- 3) Охарактеризуйте поверхневі джерела водопостачання.
- 4) Охарактеризуйте підземні джерела водопостачання.
- 5) Як формуються підземні води?
- 6) Поясніть схему залягання підземних вод.
- 7) Які існують види підземних вод?
- 8) Який вид підземних вод є найбільш захищеним від проникання забруднення з поверхні?
- 9) Які водозабірні споруди використовують для прийому води з поверхневих джерел?
- 10) Які умови використання і принцип роботи берегових водозаборів?
- 11) Які умови використання і принцип роботи руслових водозаборів?
- 12) Які умови використання і принцип роботи комбінованих водозаборів?
- 13) В яких випадках використовують ковшові водозабори? Як вони працюють?
- 14) Які водозабірні споруди використовують для прийому води з підземних джерел?
- 15) Які вимоги щодо розташування водозаборів питної води з підземних джерел?
- 16) Як облаштовують шахтні колодязі для постачання питної води з підземних джерел?
- 17) Як облаштовують свердловини (трубчасті колодязі) для постачання питної води з підземних джерел?
- 18) Як облаштовують горизонтальні й променеві водозабори для постачання питної води з підземних джерел?
- 19) Яке призначення і принцип роботи каптажних споруд?
- 20) Як здійснюють охорону від забруднення джерел питного водопостачання?
- 21) 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 характеризується фізико-хімічними властивостями й бактерійними забрудненнями.

До фізичних властивостей (органолептичних, тобто таких, які можуть бути визначені одним з органів чуття людини) відносяться: температура води, каламутність (або прозорість), кольоровість, смак і запах.

Завислі (нерозчинені) речовини завжди містяться у воді поверхневих джерел. Вміст їх у воді відкритих джерел коливається в широких межах і виражається в мг/дм³ (каламутність) або в см (прозорість). В одному і тому ж джерелі в різний час роки він різний і особливе великий під час паводків.

Кольоровістю називають забарвлення, яке може мати природна вода. Кольоровість виражають у градусах платиново-кобальтової шкали.

Смак і запах у воді природних джерел може мати різні відтінки й інтенсивність. Так, на смак вода може бути гіркуватою, солоною, кислою, солодкуватою. Решта видів смакових відчуттів (наприклад, металевий) називають присмаками. Запах води може бути природного і штучного походження. Природні запахи (болотяний, гнильний, землистий, сірководневий, трав'янистий та ін.) обумовлюються живими і відмерлими організмами, продуктами розмиву русел. Запахи штучного походження (феноловий, нафтовий, хлорфеноловий, хлорний та ін.) з'являються в результаті скидання у водоймище недостатньо очищених стічних вод і обробки води реагентами. Запах і смак оцінюють за п'ятибальною системою.

Температура води неоднакова в природних джерелах. У відкритих водоймищах вона залежить, головним чином, від температури повітря і коливається в дуже широких межах. Температура води в поверхневому джерелі неоднакова за глибиною. Вода підземних джерел, особливо артезіанських, має досить постійну температуру (звичайно 5-12°C) протягом усього року.

Хімічний склад природної води вельми різноманітний. Хімічні властивості обумовлюються вмістом в ній розчинених хімічних речовин. Для оцінки води з огляду її використання для водопостачання мають значення наступні хімічні властивості: сухий залишок, жорсткість, окислюваність, активна реакція, вміст заліза, марганцю, сполук кремнію, хлоридів, сульфатів, фтору, йоду та ін.

Сухий залишок виражається в мг/дм³ і характеризує загальний вміст у воді органічних і неорганічних речовин (окрім газів). Він визначається як залишок від випаровування відомого об'єму нефільтрованої проби води, висушений при 110°C до постійної маси. Розрізняють також прожарений

залишок, який характеризує вміст у воді неорганічних речовин, окрім газів.

Жорсткість води (виражається в мг-екв/дм³) обумовлена вмістом в ній розчинених солей кальцію і магнію. Розрізняють *жорсткість карбонатну і некарбонатну*. Суму карбонатної і некарбонатної жорсткості називають *загальною жорсткістю*. Карбонатною називають жорсткість, обумовлену наявністю бікарбонатних солей кальцію і магнію. Некарбонатною називають жорсткість, обумовлену вмістом некарбонатних солей кальцію і магнію - сульфатів, хлоридів, нітратів і силікатів.

Лужність води характеризується присутністю в ній бікарбонатів, карбонатів, гідратів і солей інших слабких кислот, тому розрізняють лужність бікарбонатну, карбонатну, гідратну, гуматну, силікатну та ін. Лужність природної води звичайно рівна її карбонатній жорсткості і виражається в мг-екв. /л.

Окислюваність указує на вміст у воді розчинених органічних і деяких неорганічних речовин, які легко окислюються, і виражається в мг О₂/л.

Активна реакція води виражається ступенем лужності й кислотності води і характеризується концентрацією в ній водневих іонів. Концентрацію водневих іонів позначають через рН (потенціал водню) і умовно виражають логарифмом її величини із зворотним знаком. Інакше кажучи, для нейтральної реакції - рН = 7, для кислої реакції - рН нижче 7, для лужної реакції - рН вище 7.

Залізо (мг/дм³) міститься у воді у вигляді двовалентного (закисного) і тривалентного (окисного). У підземних водах воно міститься найчастіше у вигляді розчиненого двовалентного заліза, а в поверхневих водах - у вигляді колоїдних комплексних сполук. У річках з болотним живленням присутнє гуміновокисле залізо, що обумовлює підвищену кольоровість такої води.

Марганець (мг/дм³) в підземних водах найчастіше супроводить залізо у вигляді бікарбонату закису марганцю.

Хлориди і сульфати (мг/дм³) зустрічаються майже у всіх природних водах, найчастіше у вигляді кальцієвих, магнієвих і натрієвих солей.

Кремнікислота (мг/дм³) присутня у воді як поверхневих, так і підземних джерел в колоїдній, іонодисперсній та інших формах.

Азотисті сполуки (мг/дм³) присутні у вигляді нітратів, нітриту, аміаку і служать звичайно індикатором забрудненості вододжерела стічними водами.

Йод і фтор (мг/дм³) найчастіше присутні в природних водах в чистій формі. Вони мають важливе гігієнічне значення для здоров'я людей.

Бактерійне і вірусне забруднення води характеризується числом бактерій групи кишкової палички, що містяться в 1 л води - *колі-індексом*, або його зворотною величиною - *колі-титром* (той мінімальний об'єм води, в якому ще виявляється кишкова паличка).

Небезпечними для здоров'я людей є бактерії, які служать збудниками хвороб, переданих через воду, до яких відносяться інфекційний гепатит, черевний тиф, дизентерія, холера, туляремія, поліомієліт та ін. Такі бактерії називають хвороботворними, або патогенними. Присутність їх не завжди можна визначити навіть в сильно забрудненій воді. Тому для оцінки якості води в санітарно-епідеміологічному відношенні визначають вміст у воді бактерій, названих кишковою паличкою (бактерії коли). Сама по собі вона нешкідлива, але наявність

у кишкової палички свідчить про забруднення води виділеннями людей і тварин і, отже, про можливість попадання серед інших і патогенних бактерій.

Загальна бактерійна забрудненість води характеризується кількістю всіх мікроорганізмів, які містяться в 1 мл води – *загальне мікробне число*.

Розчинені гази (кисень, вуглекислота, сірководень, метан) містяться у природних водах від доль до сотень мг/дм³. Присутність у воді сірководня надає їй неприємний запах і сприяє, як і присутність кисню і вуглекислоти, корозії металу. У відкритих водоймищах містяться також різноманітні дрібні рослинні і тваринні організми, що знаходяться в завислому стані (планктон) або прикріплені до дна водоймища (бентос). Рослинний планктон називається фітопланктоном, тваринний - зоопланктоном; бентос же називають відповідно фітобентосом і зообентосом.

Характер і обсяг заходів з очищення води повинні 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 ГОСТ 2874-82. «Вода питна» і Державними санітарними правилами і нормами (ДержСанПіН) «Вода питна, гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання».

Вимоги до якості виробничої води різноманітні, оскільки залежать від виду виробництва і його технології. Найчастіше вода на пром підприємствах витрачається для охолодження всякого роду устаткування, де процеси протікають при високих температурах. Основні вимоги, що ставляться до якості охолоджуючої води, полягають в тому, що вода повинна мати невелику карбонатну жорсткість, містити якомога менше завислих речовин і не давати біообростань.

Для забезпечення потреб у пожежогасінні придатна вода практично будь-якої якості. У більшості випадків подача води для потреб 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 і 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 властивостей природної води.

Серед всього різноманіття способів поліпшення якості природної води виділяють такі:

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

Під освітленням води розуміють видалення з неї завислих речовин, пов'язане із зменшенням її каламутності й підвищенням прозорості. Залежно від бажаного ступеня освітлення воно може бути досягнуте:

- відстоюванням води у відстійниках;
- центрифугуванням в гідроциклонах;
- освітленням шляхом пропускання води через шар раніше утвореного завислого осаду в так званих освітлювачах із завислим осадом;
- флотуванням у флотаторах;
- фільтруванням води через шар зернистого або порошкоподібного фільтруючого матеріалу у фільтрах або фільтруванням через сітки і тканини.

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, може бути здійснено:

- коагуляцією;
- напірною флотацією;
- застосуванням різних окислювачів (хлора і його похідних, озону, перманганату калія);
- застосуванням сорбентів (активного вугілля).

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

- введенням у воду сильних окислювачів, здатних руйнувати ферменти бактерійних кліток (хлорування, озонування);
- опромінюванням води ультрафіолетовими променями;
- нагріванням води;
- дією ультразвуком;
- введенням у воду срібла або інших металів, що мають знезаражувальну дію.

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; *знезалізнєння* – 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.

Вищеперелічені операції відносяться до методів *очищення* води. Ці операції і дії, пов'язані із забезпеченням оптимальних умов протікання водоочистки (наприклад, регулювання рН), стабілізація води (зниження її корозійних властивостей) та інші разом утворюють комплекс заходів щодо *обробки* води. Таким чином, термін «водообробка» дещо ширший, ніж термін «водоочистка».

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. Розрізняють два типи коагуляції: коагуляція у вільному об'ємі, що відбувається в камерах утворення пластівців, і контактна коагуляція, що відбувається в товщі зернистого завантаження або в масі завислого осаду. Коагуляцію домішок води проводять при її освітленні й знебарвленні з метою інтенсифікації процесів осадження і фільтрування.

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. Таким чином, РЧВ безпосередньо пов'язані з комплексом очисних споруд і повинні розташовуватися поблизу них, як і НС 2-го підйому.

У табл. 15 [19] наведено рекомендації з вибору споруд станції очищення води, призначеної для господарсько-питних цілей. Основні вживані схеми станцій очищення води з поверхневого джерела і принцип їх роботи подані нижче.

Очищення води за схемою, що включає відстійники і фільтри (рис. 3.1), відбувається таким чином. Вихідна вода насосами НС 1-го підйому подається у змішувач. Сюди ж подаються розчини необхідних реагентів, приготовані в реагентному господарстві (коагулянти, флокулянти, розчини лугів – вапняне молоко, знезаражувальні реагенти). Призначення змішувача – швидке і повне змішання розчинів реагентів з оброблюваною водою. Фізико-хімічні процеси взаємодії реагентів з домішками протікають в камерах утворення пластівців, найчастіше вбудованих в горизонтальні відстійники. 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 2-го підйому прямує споживачу.

Ця схема є двоступеневою, оскільки двічі здійснюється освітлення води (відстоюванням і фільтруванням), і двопроесною, оскільки освітлюється вода двома способами.

Введення хлорвмісного реагента здійснюється двічі – на початку і в

кінці технологічної схеми. При первинному хлоруванні використовують властивості хлору як окислювача, що руйнує розчинені органічні сполуки для знебарвлення і дезодорації води, а також забезпечення оптимальних умов протікання процесів подальшого очищення. Вторинне хлорування води направлене на доведення її санітарно-бактеріологічних показників до значень, що регламентуються, тобто на знезараження води.

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. Забруднену промивну воду скидати в каналізацію неекономічно, тому її частково освітлюють на спорудах повторного використання промивної води і повертають в початок технологічної схеми.

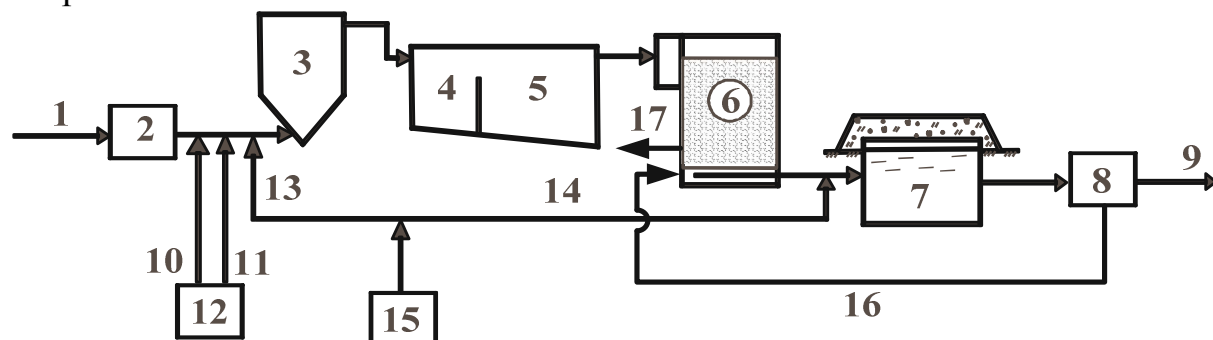


Рис. 3.1 – Технологічна схема очищення води з поверхневого джерела, що включає відстійники і фільтри: 1 – подача вихідної води від водозбору; 2 – НС 1-го підйому; 3 – змішувач; 4 – камера утворення пластівців; 5 – горизонтальний відстійник; 6 – швидкий фільтр; 7 – РЧВ; 8 – НС 2-го підйому; 9 – подача води питної якості споживачу; 10 – подача розчину коагулянта; 11 – подача вапняного молока; 12 – реакгентне господарство; 13, 14 – первинне і вторинне хлорування; 15 – хлораторна; 16 – подача очищеної води для промивки фільтрів; 17 – скидання забрудненої промивної води фільтрів

За схемою, що включає освітлювачі із завислим осадом і фільтри (рис. 3.2), 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. У шарі завислого осаду відбувається процес прилипання частинок суспензії до пластівців коагулянта, що утворилися у воді, тобто своєрідний процес контактної коагуляції. Нові порції оброблюваної води приносять нові порції пластівців і частинок суспензії, внаслідок чого висота завислого шару збільшується. 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 у змішувач.

Остаточне освітлення оброблюваної води відбувається шляхом

фільтрування. Ця схема є двоступеневою і двопроесною (використовується освітлення води в шарі завислого осаду і фільтрування).

Процеси, пов'язані з перекачуванням і збором води, обробкою її реагентами, знезараженням, аналогічні вищеописаним для попередньої схеми.

Схема, наведена на рис. 3.3, є одноступеневою, оскільки очищення води здійснюється в одній споруді – контактному освітлювачі, який 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.

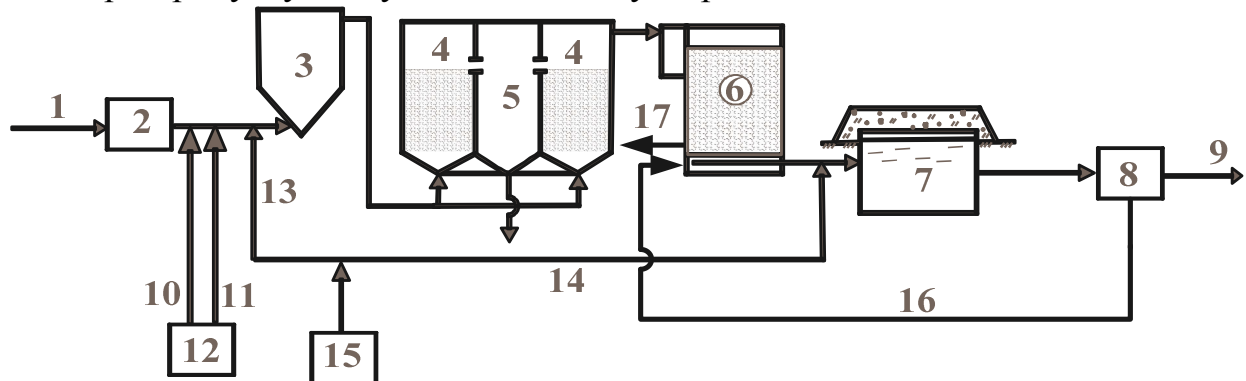


Рис. 3.2 - Технологічна схема очищення води поверхневого джерела з освітлювачами із завислим осадом і фільтрами: 1 – подача вихідної води від водозабору; 2 – НС 1-го підйому; 3 - змішувач; 4 – робоча камера освітлювача із завислим осадом; 5 - осадкоуцілювач; 6 - швидкий фільтр; 7 - РЧВ; 8 – НС 2-го підйому; 9 – подача очищеної води споживачам; 10 – подача розчину коагулянту; 11 – подача розчину флокулянту; 12 – реагентне господарство; 13, 14 – первинне і вторинне хлорування; 15 – хлораторна; 16 – подача очищеної води для промивки фільтрів; 17 – скидання забрудненої промивної води фільтрів

Аналогічно вищеописаній схемі на рис. 3.1 показані процеси перекачування води, обробки реагентами, знезараження, збору очищеної води, подачі й обробки промивної води для контактних освітлювачів.

Схема, наведена на рис. 3.4, є двоступеневою і однопроесною (вода освітлюється двічі і в обох випадках фільтруванням). Відмінність її від достатньо описаної схеми на рис. 3.1 полягає в тому, що перший ступінь освітлення води протікає у фільтрах, в яких разом з власне фільтруванням відбувається і контактна коагуляція.

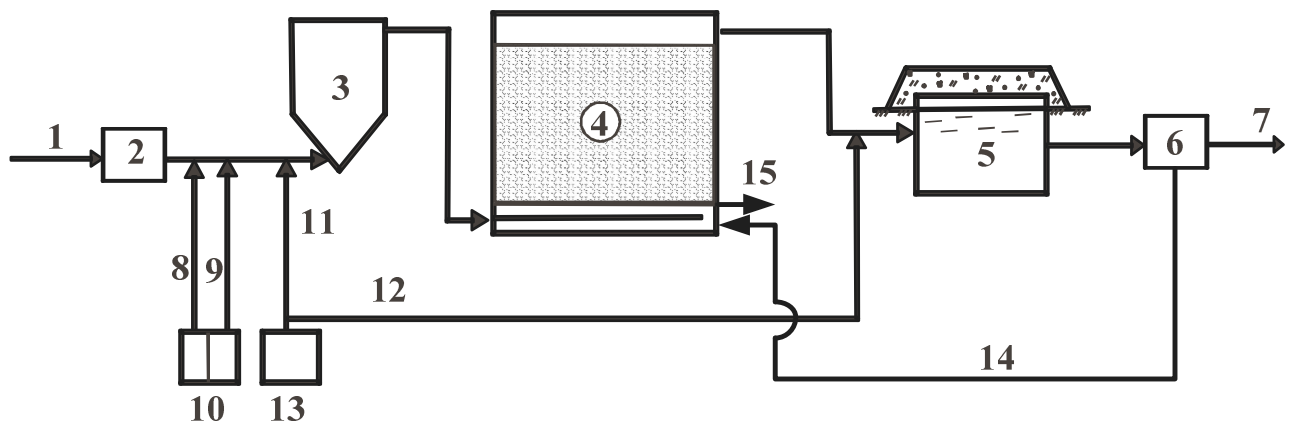


Рис. 3.3 - Технологічна схема очищення води з поверхневого джерела, що включає контактні освітлювачі: 1 – вихідна вода від водозабору; 2 – НС 1-го підйому; 3 – змішувач; 4 – контактний освітлювач; 5 – РЧВ; 6 – НС 2-го підйому; 7 – подача очищеної води споживачам; 8 – подача розчину коагулянту; 9 – подача розчину флокулянта; 10 – реагентне господарство; 11, 12 – первинне і вторинне хлорування; 13 – хлораторна; 14 – подача очищеної/ води для промивки контактних освітлювачів; 15 – скидання забрудненої промивної води після промивки контактних освітлювачів

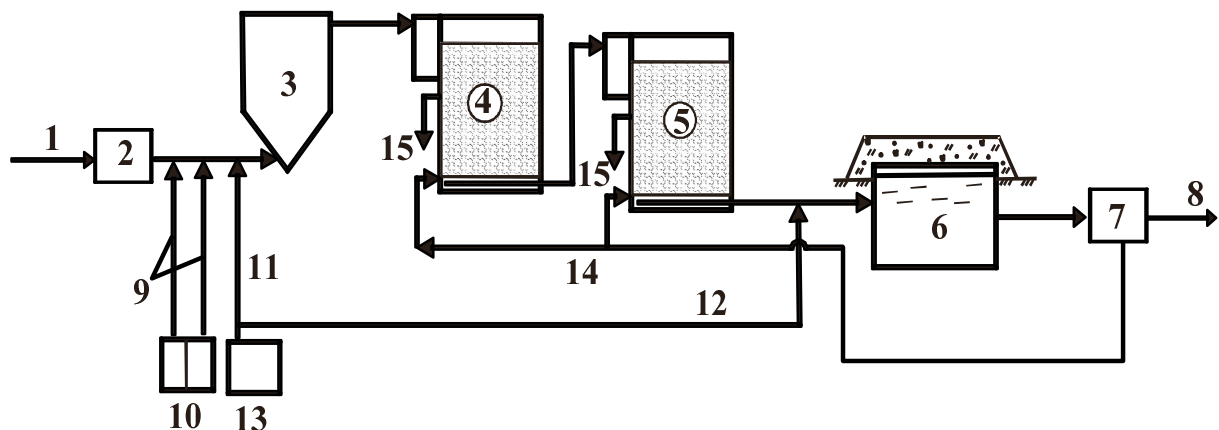


Рис. 3.4 - Технологічна схема очищення води поверхневого джерела з двоступінчатим фільтруванням: 1 – оброблювана вода від водозабору; 2 – НС 1-го підйому; 3 – змішувач; 4 – контактний попередній фільтр (фільтр 1 ступеня); 5 – швидкий фільтр; 6 – РЧВ; 7 – НС 2-го підйому; 8 – подача очищеної води споживачам; 9 – подача необхідних реагентів; 10 – реагентне господарство; 11, 12 – первинне і вторинне хлорування; 13 – хлораторна; 14 – подача чистої води для промивки фільтрів; 15 – відведення забрудненої промивної води фільтрів

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. Для ряду споживачів ці схеми досить прості (наприклад, грубе

освітлення води); для інших споживачів потрібна вода такої якості, якої взагалі не існує в природних джерелах, і в цих випадках застосовують складні схеми, в яких використовують різні фізичні й хімічні процеси для досягнення необхідного результату.

Контрольні запитання

- 1) Що розуміють під якістю води?
- 2) Які показники визначають якість води?
- 3) Назвіть органолептичні показники якості води.
- 4) Як органолептичні показники якості впливають на стан питної води?
- 5) Назвіть хімічні показники якості води.
- 6) Як хімічні показники якості впливають на стан питної води?
- 7) Назвіть санітарно-бактеріологічні показники якості води.
- 8) Як санітарно-бактеріологічні показники якості впливають на стан питної води?
- 9) Які вимоги ставляться до якості господарсько-питної води?
- 10) Які документи регламентують якість питної води?
- 11) Назвіть основні показники питної води згідно з ДержСанПіН України.
- 12) У чому різниця між водопідготовкою і водоочисткою?
- 13) Назвіть основні методи очистки питної води.
- 14) В яких випадках можна вживати природну воду без очищення?
- 15) Які споруди входять до складу очисної станції підготовки господарсько-питної води?
- 16) Які є способи прояснення води? В яких апаратах вони здійснюються?
- 17) Які є способи знебарвлення води? Як вони здійснюються?
- 18) Які є способи знезараження води? Як вони здійснюються?
- 19) Охарактеризуйте схему очистки природної води з горизонтальними відстійниками і фільтрами.
- 20) Охарактеризуйте схему очистки природної води з освітлювачами із завислим осадом і фільтрами.
- 21) Охарактеризуйте схему очистки природної води з контактними освітлювачами.
- 22) 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 підйому, II-го та подальших підйомів, підвищувальні й циркуляційні (рис. 4.1).

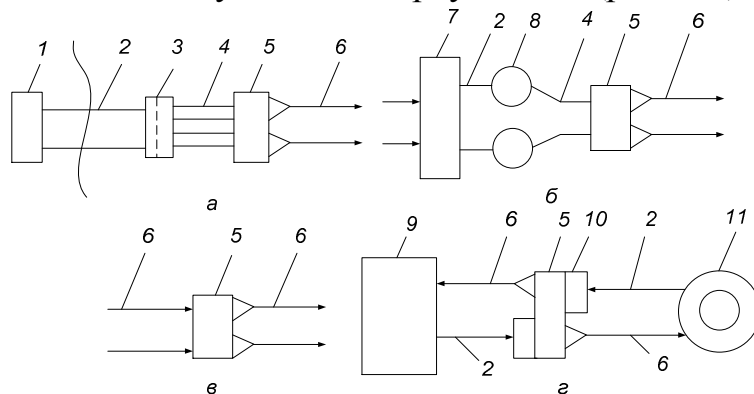


Рис. 4.1 - Принципові схеми компонування насосних станцій різного призначення:
а – I-го підйому з відкритого вододжерела; б – II-го підйому; в – підвищувальна;
г – циркуляційна; 1 - водозабір; 2 - самотечийні водоводи; 3 – береговий колодязь;
4 – всмоктуючі труби; 5 - НС; 6 - напірні водоводи; 7 – очисні споруди;
8 - резервуари чистої води; 9 - споживачі технічної води; 10 - приймальні камери;
11 – охолоджуючі або очисні споруди

Насосні станції I підйому забирають воду з джерела і подають її на очисні споруди або, якщо не потрібне очищення води, в акумулюючі ємності (резервуари чистої води, водонапірні башти, гідропневматичні баки), а в деяких випадках - безпосередньо в розподільну мережу. Характерною особливістю НС I підйому є більш менш рівномірна подача протягом доби.

Насосні станції II підйому подають воду споживачам з резервуарів чистої води, які дозволяють регулювати подачу. Подача НС II підйому протягом доби нерівномірна. Її по можливості наближають до графіка водоспоживання.

Підвищувальні НС (станції підкачки) призначені для підвищення тиску на ділянці мережі або у водоводі. Вони забирають воду не з резервуару, а з трубопроводів і тому не можуть самостійно регулювати подачу.

Циркуляційні НС входять у замкнуті системи технічного водопостачання промислових підприємств і теплових електростанцій. На цих станціях може встановлюватися декілька груп насосів: одна для подачі відпрацьованої води на охолоджувальні пристрої, інша - на очисні споруди, третя - для повернення підготовленої води до виробничих установок.

За ступенем забезпеченості подачі води НС підрозділяють на три категорії:

- 1 категорія допускає перерву в подачі води тільки на якийсь час (не

більше 10 хв.), необхідний для виключення пошкоджених і включення резервних елементів (устаткування, арматури, трубопроводів), та зниження подачі води на господарсько-питні потреби не більше 30% розрахункової витрати, на виробничі потреби - до межі, встановленої аварійним графіком роботи підприємств, при тривалості зниження не більше 3 діб;

- 2 категорія допускає перерву в подачі для проведення ремонту не більш, ніж на 6 год., і відповідне зниження подачі не більш, ніж на 10 діб;
- 3 категорія допускає перерву в подачі не більш, ніж на 24 год. і відповідне зниження подачі не більш, ніж на 15 діб.

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 перемикань.

Електричне господарство і трансформаторна підстанція можуть розташовуватися в одному приміщенні з машинним залом або бути винесеними в окрему будівлю.

Часто машинний зал насосної НС об'єднує в одну будівельну конструкцію з водоприймачем (НС I підйому) - такі НС називаються суміщеними.

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, встановленими з позитивною висотою всмоктування;
- з насосами, встановленими 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: прямокутними, круглими, еліптичними і складною конфігурації.

За характером управління НС можуть бути:

- з ручним управлінням - всі або частину операцій з управління агрегатами проводить обслуговуючий персонал;
- автоматичні - всі операції з включення та і виключення агрегатів проводять автоматично залежно від рівня води в ємкостях, тиску або витрати води в трубопроводах;
- напівавтоматичні - насосні агрегати включають або вимикають від команди, заданої експлуатаційним персоналом, а вся подальша робота виконується автоматично;

- з дистанційним управлінням - управління НС проводять з диспетчерського пункту, значно віддаленого від станції.

Основним обладнанням НС є насоси.

Насоси є гідравлічними машинами, призначеними для переміщення рідин під натиском. Перетворюючи механічну енергію приводного двигуна в механічну енергію рухомої рідини, насоси піднімають рідину на певну висоту, подають її на необхідну відстань в горизонтальній площині або примушують циркулювати в якій-небудь замкнутій системі.

Виконуючи одну або декілька згаданих функцій, насоси у будь-якому випадку входять до складу обладнання НС. Воду або іншу робочу рідину забирають насосом з нижнього басейну і перекачують по напірному трубопроводу у верхній басейн за рахунок перетворення енергії двигуна в енергію рідини. Енергія рідини, що пройшла через насос, завжди більше, ніж енергія перед насосом.

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

Тиск - приріст питомої енергії рідини на ділянці від входу в насос до виходу з нього. Виражений в метрах тиск насоса визначає висоту підйому або дальність переміщення рідини.

Подача характеризується об'ємом рідини, що подається насосом в напірний трубопровід в одиницю часу, і вимірюється звичайно в м³/с, л/с або м³/год.

Потужність, що витрачається насосом, необхідна для створення потрібного тиску і подолання всіх видів втрат, неминучих при перетворенні механічної енергії, що підводиться до насоса, в енергію руху рідини по трубопроводах. Вимірювана в кВт потужність насоса визначає потужність приводного двигуна і сумарну (встановлену) потужність НС.

Коефіцієнт корисної дії враховує всі види втрат, пов'язаних з перетворенням насосом механічної енергії двигуна в енергію рухомої рідини. ККД визначає економічну доцільність експлуатації насоса при зміні останніх його робочих параметрів (тиску, подачі, потужності).

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



Рис. 4.2 - Класифікація насосів

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, діляться на лопатеві насоси й насоси 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 зворотньо-поступального або обертального руху робочого органу насоса. Поперединне заповнення камери перекачуваною рідиною та її спорожнення забезпечують клапанні пристрої вхідного й вихідного патрубків насоса.

Окрім цієї класифікації існує також розділення насосів за видом перекачуваної рідини, за виглядом привода та за іншими класифікаційними ознаками.

Не зважаючи на великі відмінності в принципі дії, конструкції насосів всіх типів повинні задовольняти вимогам, до яких насамперед належать:

- надійність та довговічність роботи;
- економічність і зручність експлуатації;
- зміна робочих параметрів в широких межах за умови збереження високого ККД;
- мінімальні розміри й маса;
- простота пристрою, що полягає в мінімальній кількості деталей та повній їх взаємозамінюваності;
- зручність монтажу та демонтажу.

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

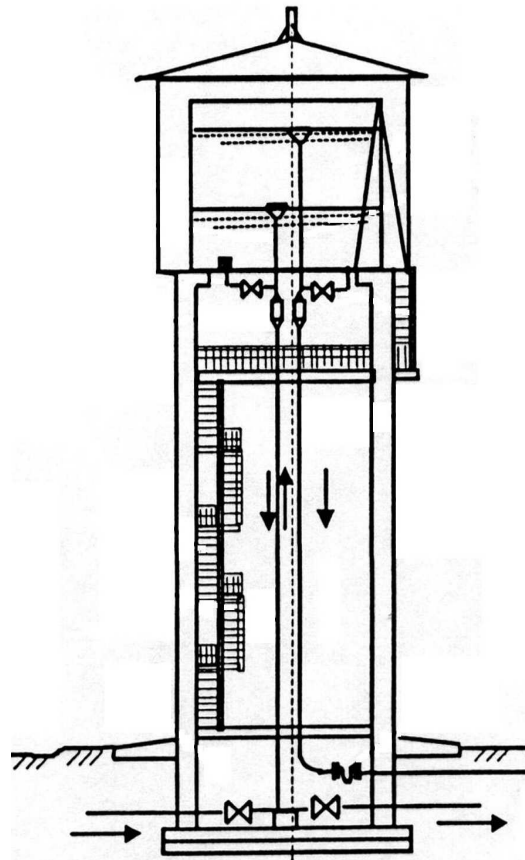


Рис. 4.2

2. Регулюючі й запасні ємкості

Водонапірні башти (рис. 4.2) призначені для зберігання регулюючого і протипожежного запасу води, а також для створення та підтримки в мережі необхідних натисків.

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

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

Підтримуючі конструкції водонапірних башт можуть бути залізобетонними, цегляними, металевими; їх виконують у вигляді суцільної стінки або колони, що мають різне архітектурне оформлення.

Водонапірні башти обладнані арматурою і трубопроводами.

Різновидом водонапірних башт є водонапірні колони, які знаходять широке застосування в системах промислового водопостачання. Башти-колони дешевше 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 недоторканий протипожежний запас води. Крім того, в цих резервуарах накопичується об'єм води, використовуваний 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 допускається в разі відсутності протипожежного об'єму води.

Устаткування резервуарів складається з подаючої, всмоктуючої, переливної та грязьової труб. Для забезпечення повітрообміну в резервуарі встановлюють вентиляційні труби.

Для забезпечення циркуляції води в резервуарі її подача передбачається зверху, а відбір - біля дна.

3. Схеми трасування водопровідних мереж

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

- забезпечувати подачу заданих кількостей води до місць її споживання під необхідним тиском;
- мати достатній ступінь надійності й безперебійності постачання водою споживачів.

Водопровідні мережі складаються з водоводів, магістральних мереж і розподільних трубопроводів. Водоводами вода подається від насосних станцій до населеного пункту, на території якого розташована мережа магістральних і розподільних трубопроводів. Водоводи прокладають не менш ніж у дві лінії, які з'єднані перемичками та забезпечують безперебійність подачі води. Магістральні трубопроводи призначені для транспортування основних транзитних мас води. Розподільними трубопроводами подають воду від магістралей до місць споживання.

Всі водопровідні мережі 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. Мережі прокладають по проїздах або узбіччях 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 повинен знаходитись на 0,5 м нижче розрахункової глибини промерзання, але не вище ніж 0,7 м до верху труби.

За характером взаємного розташування насосних станцій, водопровідних мереж і напірно-регулюючих споруд розрізняють наступні схеми живлення водопровідної мережі: з одностороннім живленням або з прохідною баштою; з двостороннім живленням або з контррезервуаром; комбіновані.

Трасування водопровідної мережі визначається наступними умовами:

- продуктивністю водопроводу;
- конфігурацією населеного пункту;

- рельєфом місцевості;
 - наявністю природних перешкод (річки, озера, яри і т.д.);
 - наявністю інших комунікацій (газопроводи, ЛЕП, каналізаційні колектори, з/д дороги та ін.);
 - розташуванням на плані міста крупних споживачів води;
- При трасуванні потрібно врахувати наступне:*
- магістралі повинні розташовуватися уздовж основного напрямку руху води в місті;
 - до кожного споживача вода повинна йти найкоротшим шляхом;
 - мережа повинна якомога повніше охоплювати селитебну 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 повинен проводитися під прямим кутом;
 - траси трубопроводів повинні мати мінімальне число штучних споруд і бути легко доступними для експлуатації і виконання ремонтних робіт.

При виборі конфігурації мережі треба враховувати наступні вимоги:

- Мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх споживачів.
- Вибрана конфігурація мережі повинна гарантувати мінімальні витрати на її будівництво і експлуатацію.
- Мережа повинна відповідати заданій категорії надійності подачі води.

За розташуванням у плані магістральних ліній розрізняють (рис. 4.3): тупикові (а) (розгалужені), кільцеві (б) і комбіновані (в) мережі.

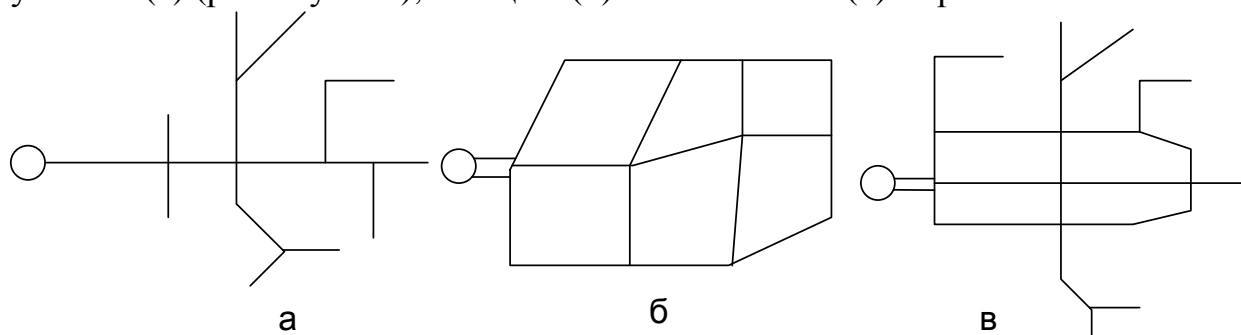


Рис. 4.3

У населених пунктах найчастіше використовують комбіновані схеми. Кільце охоплює райони найбільшого водоспоживання, а до окремих водоспоживачів прокладають від кільця тупики. У подальшому ці тупики при розширенні населеного пункту можуть бути закільцьовані. Слід зазначити, що протипожежні мережі виконують за кільцевою схемою. Дозволяються тупики лише для коротких ліній, а при довжині 200 м і більше в кінці водопровідних ліній повинні бути протипожежні водойми.

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 в будівлі й споруди);
- 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 і 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 планується наперед за об'ємом і часу 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 в запобіжний футляр із сталевих труб. Футляри (кожухи) захищають від руйнування залізницю чи автомобільну дорогу 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 підшви рейси 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 закритими способами.

На кінцях футляра встановлюють колодязі з засувками для вимкнення водопроводу на випадок аварії.

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 в дві лінії із сталевих труб, покритих підсиленою антикорозійною ізоляцією.

Після завершення будівельно-монтажних робіт водопровідну лінію перевіряють на відповідність всіх елементів проектним рішенням. 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 низової сторони.

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

5. Труби і арматура водопровідних мереж

Для влаштування зовнішніх водопровідних мереж 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 зовнішніх напірних мереж рекомендується 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). Безшовні труби мають високу міцність, тому їх використовують для влаштування підземних переходів під залізницями та автомагістралями, в дюкерах, в сейсмічних районах та просідних ґрунтах. Широко застосовують сталеві труби для внутрішніх водопроводів.

Сталеві труби, прокладені в землі, необхідно захищати від корозії, інакше вони досить швидко вийдуть з ладу. Найчастіше для цього використовують бітумну мастику та ізоляційні рулонні матеріали. Окрім бітумного використовують полімерні й емалеві покриття, в тому числі для внутрішньої поверхні труб.

Чавунні труби порівняно 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. З'єднання залізобетонних труб - розтрубне. Герметизують стик гумовими кільцями з наступним зачеканенням цементним розчином.

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. З'єднують азбестоцементні труби азбестоцементними й чавунними муфтами. Герметичність стиків забезпечується гумовими кільцями.

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 встановлення запірно-регулювальної (засувки), запобіжної

(запобіжні й зворотні клапани, вантузи) і водорозбірної арматури (водорозбірні колонки, пожежні гідранти).

Засувки призначені для управління потоком води в мережі й вимкнення окремих ділянок для огляду і ремонту. Їх встановлюють у місцях перетину магістралей і відгалужень від них з таким розрахунком, щоб під час ремонту вимикали не більше п'яти пожежних гідрантів. Прохід у засувках перекривається запірними дисками, які пересуваються гвинтовим шпинделем. Засувки за конструкцією запірних дисків поділяються на паралельні й клинові, а за конструкцією шпинделя - з висувним і невисувним шпинделем.

Зворотні клапани призначені для пропускання води лише в одному напрямку. Їх встановлюють на напірних лініях насосних станцій. Запобіжні клапани призначені для захисту трубопроводів від руйнування при підвищенні в них тиску вище за допустимий.

Вантузи встановлюють у найвищих точках трубопроводу для автоматичного впуску або випуску повітря в трубопровід. Накопичення повітря в трубопроводі неприпустиме, тому що це знижує пропускну здатність, викликає гідравлічні удари і аварії. При накопичуванні повітря рівень води у вантузі знижується, поплавок опускається, клапан відкривається, і під тиском води повітря виходить в атмосферу. При утворенні вакууму клапан відкривається під атмосферним тиском.

Пожежні гідранти призначені для забору води із зовнішніх мереж для гасіння пожежі. Їх розташовують у колодязях на спеціальній підставці. При користуванні гідрантом на нього нагвинчують переносний стендер, до якого під'єднують пожежні рукави. Крім підземних, можуть використовуватись наземні гідранти, які поєднують з водорозбірними колонками.

У житлових кварталах, які не мають каналізації і вводів у будинки, воду беруть безпосередньо із зовнішньої мережі через встановлені на ній водорозбірні колонки. Останні, як правило, розташовують уздовж вулиць і на перехрестях за умови, що радіус дії кожної колонки не перевищує 100 м.

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 називається деталюванням мережі.

Контрольні запитання:

- 1) Яке основне призначення насосних станцій системи водопостачання?
- 2) Назвіть типи НС за призначенням.
- 3) Скільки категорій НС існує за ступенем забезпеченості подачі воли?
- 4) Які споруди можуть входити до складу НС?
- 5) Назвіть типи НС за характером управління обладнанням.
- 6) Для чого застосовують насоси?
- 7) Охарактеризуйте основні параметри роботи насосів.
- 8) Які види насосів можна виділити за відмінностями у принципі їх дії?
- 9) Які вимоги ставлять до роботи насосів?
- 10) Призначення та принцип дії водонапірної башти.
- 11) Яка різниця у призначенні та дії напірних та безнапірних резервуарів?
- 12) Що називають водопровідною мережею?
- 13) Назвіть принципи трасування водопровідних мереж.
- 14) Які є типи водопровідних мереж?
- 15) В яких умовах доцільно використовувати тупикові мережі?
- 16) У чому переваги кільцевих мереж?
- 17) Від чого залежить і як розраховують глибину прокладення водопровідних труб?
- 18) Назвіть основні завдання технічної експлуатації водопровідних мереж.
- 19) Які заходи містить поточний і капітальний ремонт мережі?
- 20) Які матеріали застосовують для виготовлення труб водопровідної мережі?
- 21) Яку арматуру застосовують при експлуатації водопровідної мережі?

ЗМ 1.2. ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ І ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

ТЕМА 5. Системи і схеми водовідведення

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

1. Класифікація стічних вод

Воду, яку використовували для різних господарсько-побутових або виробничих потреб і яка змінила при цьому свої властивості, називають стічною, сюди ж відносяться дощові й талі води.

Стічні води ділять на три групи:

- побутові (або господарсько-фекальні), які надходять від раковин, ванн, унітазів, трапів та інших санітарних приладів, що встановлені в житлових, громадських і промислових будівлях. Ці води, забруднені в основному фізіологічними виділеннями і господарськими відходами, можуть містити хвороботворні бактерії. До цієї категорії відносяться також банно-пральні й душові води;
- виробничі (або промислові) - такі, що утворюються при використанні води в різних технологічних процесах виробництва (при охолодженні вагранок, печей і машин, забарвленні шкіри, тканин і їх промиванні, змиванні окалини та ін.);

- атмосферні (або дощові) - такі, що утворюються в результаті випадання атмосферних опадів (дощів, танення снігу і льоду).

Окрім цього, виділяють ще міські стічні води, що являють собою суміш виробничих і побутових стічних вод, тобто води, що надходять на міські очисні споруди.

2. Схема й основні елементи системи водовідведення населеного пункту з промисловим підприємством

Комплекс інженерних споруд і санітарних заходів, призначених для збору стічних вод в місці утворення, відведення (транспортування) їх за межі обслуговуваного (каналізованого) об'єкта, очищення, знешкодження і знезараження стічних вод і утворюваних осадів, випуску очищених стічних вод у водоймища, називається водовідвідною системою або каналізацією.

Система каналізації складається з наступних елементів (рис. 5.1):

- внутрішні каналізаційні пристрої (внутрішні будинкові й внутрішні цехові) призначені для прийому стічних вод в місці утворення і відведення їх за межі будівлі. Пристрої складаються з приймачів - санітарних приладів (унітазів, пісуарів, раковин, умивальників, мийок, трапів, ванн та ін.), з мережі відвідних труб, стояків і випусків до першого зовнішнього каналізаційного колодезя. Кожний з приймачів забезпечений гідравлічним затвором (сифоном), що оберігає приміщення від попадання в них газів з каналізаційної мережі. Деякі санітарні прилади (унітази, трапи) мають гідравлічні затвори в своїх конструкціях. Стояки встановлюють в опалювальних приміщеннях, пропускають через горищне приміщення і виводять вище дахів, що створює в каналізаційній мережі умови для обміну повітря, тобто її вентиляцію;

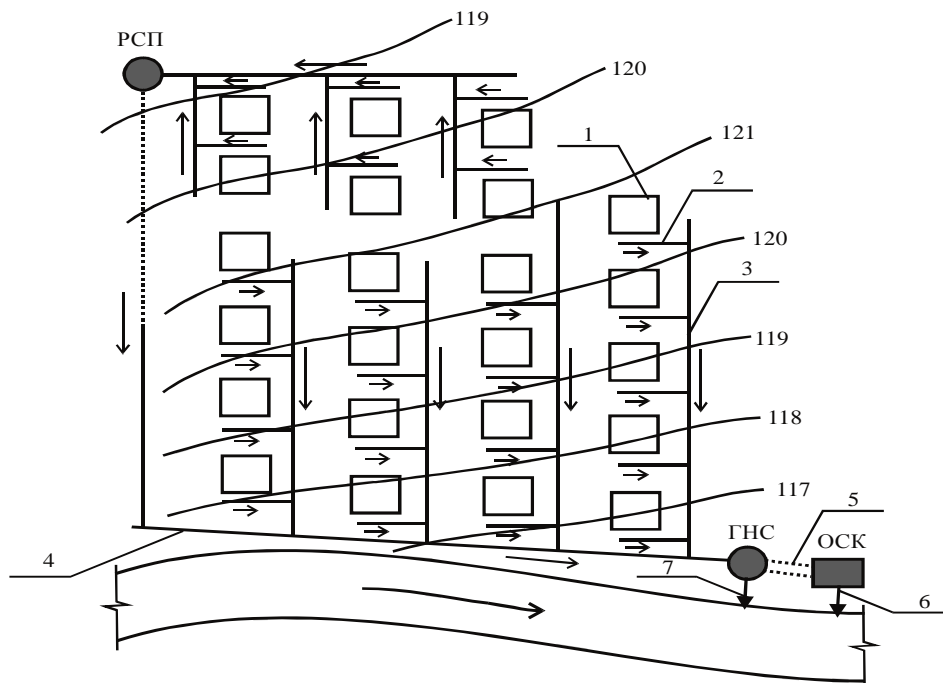


Рис. 5.1 - Схема каналізації населеного пункту: РСП – районна станція перекачування; ГНС – головна НС; ОСК – очисні споруди каналізації;
1 – квартали населеного пункту; 2 – вулична мережа; 3 – колектори;
4 – головний колектор; 5 – напірний колектор; 6 – випуск очищених стічних вод у водоймище; 7 – аварійний випуск

- зовнішня каналізаційна мережа - це розгалужена мережа труб, каналів, що збирають і відводять стічні води самотієм до НС або до очисних споруд. Залежно від призначення, місця укладання і розмірів зовнішню каналізаційну мережу називають внутрішньодворовою, внутрішньоквартальною або вуличною. Каналізаційна мережа, яка розташована в межах однієї дворової ділянки і об'єднує випуски з окремих будівель, називається дворовою. Мережу, яка прокладена в межах кварталу і приймає стоки від будівель в цьому кварталі, називають внутрішньоквартальною. Мережу, що приймає стічні води з внутрішньоквартальних мереж, називають вуличною.

Частина каналізованої території, обмежена вододілами, тобто найвищими за відмітками землі лініями, від яких рельєф місцевості знижується всередину цієї території, має назву басейну каналізування. Басейнами є і райони з пониженням рельєфу до однієї із своїх меж (до водоймища, яру). У межах кожного басейну вулична каналізаційна мережа об'єднується одним або декількома колекторами, які відводять стічні води за межі басейну.

Колектором називають ділянку каналізаційної мережі, що приймає стічні води з двох або декількох вуличних ліній. Розрізняють колектори басейну каналізування (які об'єднують каналізаційну мережу всього басейну), головний колектор (який об'єднує два або декілька колекторів басейнів каналізування), заміські або відвідні колектори (що не мають приєднань, відводять стічні води транзитом за межі об'єкта каналізування до НС і ОС). Великі колектори називають каналами;

- насосні станції і напірні водоводи (колектори). Стічні води, якщо дозволяє рельєф місцевості, передають на ОС самотієм. При великих заглибленнях колекторів у знижених місцях влаштовують насосні станції для підйому стічних вод на вищі відмітки, звідки вони самотієм надходять на ОС. Залежно від призначення насосні станції підрозділяють на місцеві - для перекачування стічних вод одного або декількох окремих об'єктів каналізування; районні - для вод окремих районів або басейнів каналізування; головні - для вод каналізованого населеного пункту (об'єкта). Ділянку каналізаційної мережі від НС до самотієвого каналу або ОС називають напірним колектором;
- споруди для очищення стічних вод і обробки осаду призначені для виділення з поступаючих стічних вод забруднень, що містяться в них. Крім того, на кожній очисній станції так чи інакше вирішують питання обробки утворюваних осадів; вони можуть оброблятися безпосередньо на території даної станції або передаватися для обробки на іншу станцію. Очисні споруди каналізації розташовують нижче за течією річки відносно обслуговуваного об'єкта на деякій відстані від забудови. Таким чином, навіть очищені стічні води скидаються у водоймище за межами міста або підприємства і забруднення річкової води в межах населеного пункту не відбувається;
- випуски у водоймище - трубопроводи, які призначені для відведення очищених стічних вод у водоймище. Конструкція цих споруд обумовлена такими вимогами: забезпечення швидкого і інтенсивного змішування стічних

вод з водою водоймища і виключення руйнування самого випуску потоками стічної води, що скидається, і води водоймища. Аварійні випуски розташовуються на головних колекторах і перед насосними станціями. Скидання води в річку через випуски допускається тільки в надзвичайних ситуаціях – при аваріях на колекторах або насосних станціях.

Внутрішні й зовнішні водовідвідні мережі є елементами сплавної каналізації, при якій рідкі, розчинені у воді забруднення транспортують на ОС для обробки за межі населених місць трубами і каналами, прокладеними під землею. Для невеликих споживачів (приватні будинки) використовується інший вид каналізації – вивізна. У цьому разі тверді й рідкі забруднення збирають у водонепроникних приймачах (вигрібні ями) і періодично, в міру наповнення їх, вивозять для обробки. Вивізна каналізація економічно не вигідна, може бути використана тільки для збору невеликої кількості стічних вод і, на відміну від сплавної, не забезпечує належного санітарного стану території.

3. Системи водовідведення.

Відомі наступні системи каналізації:

- загальносплавна;
- роздільна (повна або неповна);
- напівроздільна;
- комбінована.

Мережу, призначену для відведення атмосферних вод, називають водостоком або мережею дощової каналізації, а мережу, призначену для відведення побутових вод, - мережею побутової каналізації. Забруднені виробничі води відводяться в мережу побутової каналізації, якщо вони не справляють шкідливої дії на процеси очищення, інакше для відведення цих вод влаштовують спеціальну мережу виробничої каналізації.

При загальносплавній системі каналізації всі побутові, виробничі й дощові води відводяться однією підземною мережею на очисні споруди для сумісного очищення (рис. 4.2).

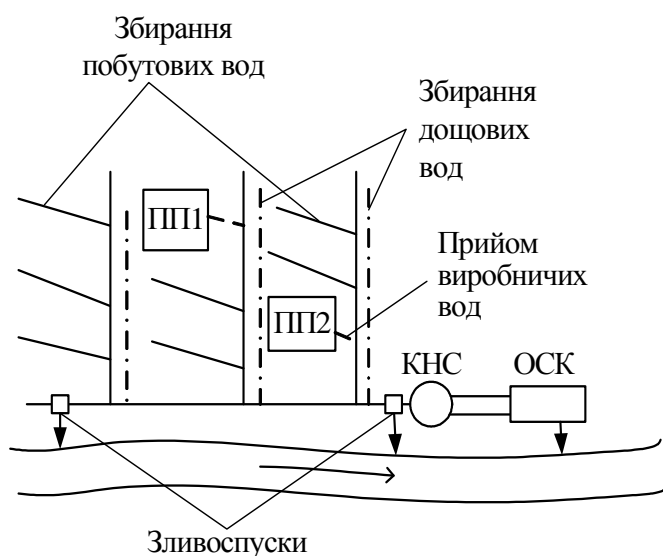


Рис. 4.2– Загальносплавна система водовідведення

Для розвантаження загальносплавної мережі при сильних дощах на головному колекторі влаштовують розділові камери-зливоспуски, через які в разі виникнення великих витрат частина побутових, виробничих і дощових стічних вод скидається в найближче водоймище. Об'єм стічних вод, а отже і кількість забруднень, що скидаються у водоймище, залежить від витрати води в річці й здатності її до самоочищення. Чим більше витрата води в річці, тим більша

кількість стічних вод може бути в неї скинута. Об'єм скидання стічних вод через окремі зливоспуски залежить і від місця їх розташування. Через зливоспуски, що розташовані в кінці колектора або перед насосною станцією, допускається скидання більшого об'єму стічних вод у водоймище, оскільки це скидання здійснюється за межами об'єктів водовідведення. При цьому менші відносні об'єми стічних вод залишаються в мережі і потім поступають на очисні споруди. Через зливоспуски, що розташовані на початку колекторів, допускається скидання менших об'ємів стічних вод. При цьому більший об'єм їх залишиться в мережі. Таким чином, відбувається мінімальне забруднення річкової води в межах об'єктів водовідведення. Відведення стічних вод забезпечує високий санітарний стан обслуговуваної території. Недоліком цієї системи є те, що дощові води поступають в неї періодично в кількості, що на багато разів перевищує приток побутових і виробничих вод. Це викликає необхідність будувати канали великої площі перетину, якими в суху погоду протікає небагато води. Іншим недоліком є епізодичне скидання у водоймище деякої частини побутових і виробничих стічних вод без очищення, можливе тільки при наявності поряд з обслуговуваними об'єктами річок з великими витратами води. Повна роздільна система складається з двох або більшого числа самостійних підземних мереж, кожна з яких призначена для відведення стічних вод певного виду (рис. 4.3): побутова мережа слугує для відведення побутових вод від міста; виробнича мережа – для відведення виробничих вод; водостоки або дощова мережа – для відведення атмосферних вод. Для очищення виробничих стічних вод передбачаються спеціальні очисні споруди, після яких частково очищені води можуть прямувати для доочистки на міські очисні споруди (ОСК) або (при достатньому ступені очищення) скидатися у водоймище. Можливо повторне використання очищених стічних вод у технологічному процесі підприємств.

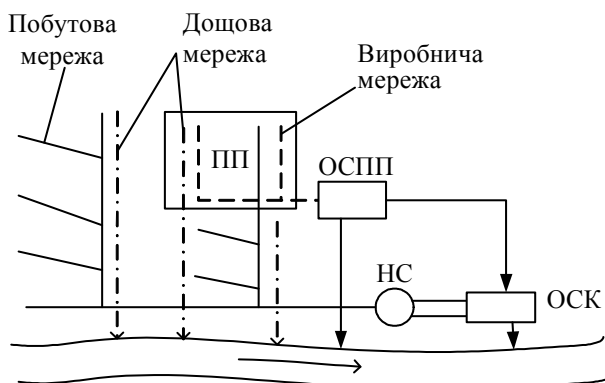


Рис. 4.3 – Повна роздільна система каналізації: ОСПП – очисні споруди промислового підприємства

Основним недоліком повної роздільної системи водовідведення є проблема очищення поверхневого стоку для дотримання вимог з охорони водоймищ від забруднень. Це завдання може бути вирішене двома шляхами:

- створенням локальних очисних споруд поверхневого стоку на дощовій мережі перед випусками (рис. 4.4, а);
- створенням централізованих

очисних споруд поверхневого стоку за межами обслуговуваного об'єкта і перекиданням на них дощових вод по головному колектору дощової мережі (рис. 4.4, б).

Розділення і відведення на очисні споруди частини найбільш забруднених вод

забезпечується розділовими камерами. При порівняно малих витратах води в дощовій мережі камери перепускають всю витрату дощових вод в головний колектор. При порівняно великих витратах вони перепускають в головний колектор лише частину води, але ту, що протікає по трубах в донній частині. Таким чином, на очищення відводяться найбільш забруднені води, що стікають в початковий період дощу, коли з поверхні басейну змивається основна маса забруднень, і донні потоки води, також найбільш насичені забрудненнями. При великих витратах води в дощовій мережі (в період сильних злив) менш забруднені дощові води відводяться у водоймище без очищення.

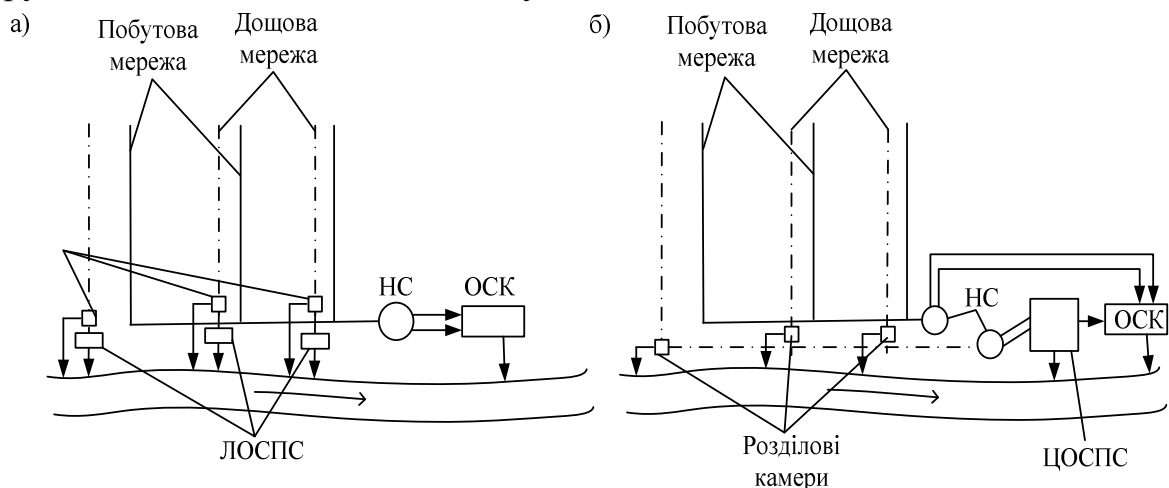


Рис. 4.4 – Очистка поверхневого стоку при повній роздільній системі каналізації: ЛОСПС – локальні очисні споруди поверхневого стоку; ЦОСПС – централізовані очисні споруди поверхневого стоку

Неповна роздільна система має одну водовідвідну мережу, по якій відводяться побутові й виробничі стічні води; атмосферні води відводяться у водоймище відкритими каналами, лотками, кюветами або канавами. Влаштування неповної роздільної системи можливе тільки для невеликих об'єктів. Звичайно ця система є проміжним етапом будівництва повної роздільної системи.

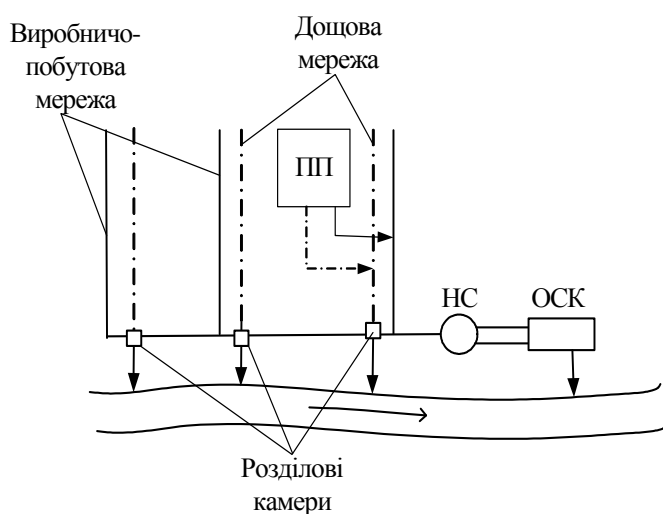


Рис. 4.5 – Напівроздільна система каналізації

Напівроздільна система складається з двох мереж: одна – для відведення побутових і виробничих вод, інша – для відведення атмосферних вод, але головні відвідні колектори влаштовують спільними (рис. 4.5). При цьому дощова мережа з'єднується із спільним відвідним колектором через спеціальні розділові камери, в яких стік від дощів помірної інтенсивності прямує в спільний відвідний колектор, а при сильних дощах частина дощового стоку скидається

в найближче водоймище без очищення.

Комбінованою системою водовідведення називають таку систему, при якій обслуговуваний об'єкт в одній частині обладнаний загальносплавною системою, а в іншій – повною роздільною. Комбіновані системи звичайно складаються історично в міру зростання того або іншого населеного пункту.

4. Системи та схеми водовідведення промислових підприємств

Системи водовідведення промислових підприємств також підрозділяються на загальносплавні і роздільні (рис. 4.6). Вибір системи водовідведення для підприємств дуже важливий, оскільки на окремих з них можуть утворюватися до 5-10 різних видів стічних вод, що відрізняються за витратою, складом і властивостями забруднень, що містяться в них.

При виборі системи водовідведення треба враховувати наступні можливості:

- сумісне й роздільне очищення окремих видів (від окремих цехів) стічних вод;
- витягання і використання цінних речовин, що містяться в стічних водах;
- повторне використання виробничих стічних вод без очищення або після часткового очищення в системі оборотного водопостачання або для технічних потреб іншого цеху або виробництва;
- використання для виробничих цілей очищених побутових і дощових вод;
- використання виробничих вод для зрошування сільськогосподарських і технічних культур.

Крім того, необхідно мати на увазі потужність водоймища, в яке передбачається скидання очищених стічних вод, кількість води в ньому, вид водокористування і його здатність до самоочищення.

Загальносплавну систему водовідведення (рис. 4.6, а) доцільно застосовувати для невеликих промислових підприємств (з малою витратою води), якщо виробничі стічні води близькі за складом до побутових стічних вод і можливо попадання в дощові води забруднень, характерних для виробничих вод. Загальносплавна система водовідведення має одну водовідвідну мережу. Виробничі води від усіх цехів спільно з побутовими і дощовими водами по цій мережі відводяться на єдині очисні споруди.

Роздільні системи водовідведення можуть мати декілька водовідвідних мереж для відведення виробничих стічних вод від окремих цехів. Такі мережі називаються виробничими. Побутові й дощові води також відводяться самостійними мережами, званими побутова мережа і дощова мережа. При цьому можливе сумісне відведення деяких стічних вод. Виробничі стічні води всього промислового підприємства або окремого цеху спільно з побутовими водами відводяться виробничо-побутовою мережею. Мережа, призначена для сумісного відведення виробничих і дощових вод, називається виробничо-дощовою.

Роздільну систему водовідведення з локальними очисними спорудами (рис. 4.6, б) доцільно застосовувати при різному характері забруднень побутових і виробничих вод і великій витраті води в річці. У стічних водах окремих цехів можуть міститися специфічні забруднення. Для очищення води від них доцільно влаштування локальних очисних споруд. Подальше очищення цих стічних вод може проводитися з очищенням загального стоку підприємства.

Роздільну систему водовідведення з частковим оборотом виробничих вод (рис. 4.6, в) доцільно застосовувати при нагоді повторного використання

деяких виробничих стічних вод з частковим очищенням або для водопостачання (після охолодження) деяких цехів і виробництв.

Роздільну систему водовідведення з повним оборотом виробничих вод (рис. 4.6, г) доцільно застосовувати при великій витраті виробничих стічних вод і невеликій витраті води в річці.

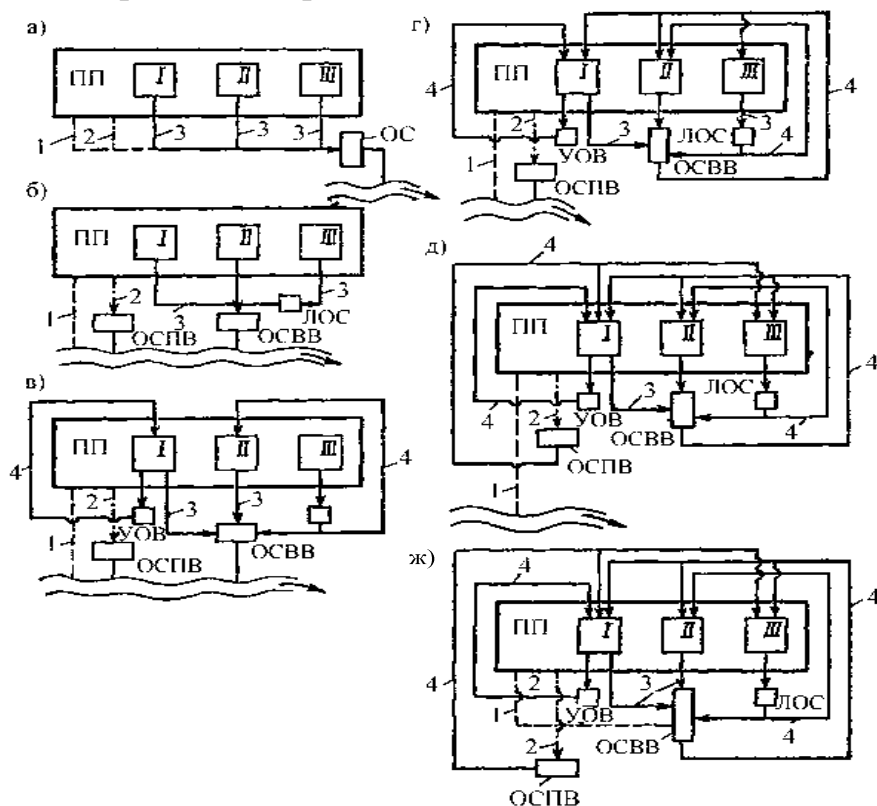


Рис. 4.6 - Системи водовідведення промислових підприємств: а – загальносплавна система; б – роздільна система з локальними очисними спорудами; в і г – роздільна система відповідно з частковим і повним оборотом виробничих вод; д – роздільна система з повним оборотом виробничих і побутових вод; ж – роздільна система з повним оборотом всіх стічних вод; І, ІІ, ІІІ – цехи промислових підприємств; ЛОС – локальні очисні споруди; ОСВВ – очисні споруди виробничих вод; ОСПВ – очисні споруди побутових вод; УОВ – установка охолодження води; 1 і 2 – дощові та побутові стічні води від промислового підприємства; 3 – виробничі води від окремих цехів; 4 – повернення води у виробництво

Роздільні системи водовідведення з повним оборотом виробничих і побутових вод (рис. 4.6, д), а також всіх стічних вод (рис. 4.6, ж) доцільно застосовувати при нестачі води в річці для цілей водопостачання.

Роздільна система водовідведення з повним оборотом всіх стічних вод (рис. 4.6, ж) називається безстічною системою водокористування, або замкнутою системою водного господарства промислового підприємства. Створення таких систем водокористування повинне забезпечити раціональне використання води у всіх технологічних процесах, максимальну утилізацію компонентів стічних вод, нормальні санітарно-гігієнічні умови роботи обслуговуючого персоналу, виключення забруднення навколишнього природного середовища, скорочення капітальних і експлуатаційних витрат. Раціональні системи використання води повинні розроблятися на основі

науково обґрунтованих вимог до якості води, використовуваної в кожному технологічному процесі.

Названі системи водовідведення слід розглядати як наближені. Залежно від конкретних умов на підприємствах можливо створення декількох систем очищення з варіантами об'єднання різних видів стічних вод (зокрема побутових і дощових). Можливе створення і декількох оборотних централізованих систем.

Контрольні запитання:

- 1) Які основні завдання повинна виконувати система водовідведення?
- 2) Які вимоги ставлять до системи водовідведення?
- 3) Яке призначення мають внутрішньобудинкові каналізаційні пристрої і мережі?
- 4) Яке призначення мають внутрішньоквартальні й вуличні мережі?
- 5) Яке призначення мають колектори?
- 6) Які принципи прокладення головного колектору?
- 7) Яке призначення мають очисні комплекси систем водовідведення?
- 8) Поясніть загальну схему каналізування населеного пункту.
- 9) Яка різниця між вивізною й сплавною каналізацією?
- 10) Як класифікують стічні води?
- 11) Охарактеризуйте побутові стічні води.
- 12) Які забруднення характерні для побутових стічних вод?
- 13) Охарактеризуйте промислові стічні води.
- 14) Охарактеризуйте атмосферні стічні води.
- 15) Які є джерела забруднення поверхневого стоку?
- 16) Які забруднення характерні для виробничих та атмосферних стічних вод?
- 17) Як утворюються так звані «міські» стічні води?
- 18) Назвіть системи водовідведення населеного пункту, дайте їх коротку характеристику.
- 19) Назвіть умови застосування кожного виду системи каналізації: загальносплавної, роздільної, напівроздільної, комбінованої.
- 20) Назвіть промислові системи водовідведення та дайте їх коротку характеристику.

ТЕМА 6. Проектування каналізаційної мережі

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

1. Основні дані для проектування

При проектуванні каналізаційної мережі визначають басейни каналізування, проводять трасування мережі, призначають початкову глибину закладення труб, визначають розрахункові витрати для ділянок мережі, проводять гідравлічний розрахунок і конструювання мережі, складають поздовжні профілі і проектують споруди на каналізаційній мережі.

Деякі особливості етапів проектування каналізаційної мережі визначені нижче:

- Розробку схем водовідвідних мереж починають після визначення (хоча б орієнтовно) місця розташування очисних споруд, до яких повинне забезпечуватися транспортування стічних вод.
- Далі обслуговуваний об'єкт розбивають на басейни водовідведення. З урахуванням розташування горизонталей на генплані проводять лінії вододілів. При продовженні їх до взаємного перетину і перетину з межами обслуговуваного об'єкту можна орієнтовно визначити число басейнів водовідведення та їх межі.
- Складання схеми водовідвідної мережі доцільно починати з трасування колекторів басейнів водовідведення. Їх розташовують за найнижчим місцем басейну. Трасування колектора повинне співпадати з ухилом поверхні землі. Колектори басейнів завершують виходом до водоймища або за межі об'єкта водовідведення.
- Виконують трасування головного колектора, завдання якого - прийняти й відвести воду від колекторів басейнів до очисних споруд. Часто його розташовують уздовж річки - по берегу її. Оскільки очисні споруди знаходяться внизу за течією річки відносно обслуговуваного об'єкта, то й напрям трасування головного колектора, як правило, співпадає з напрямом перебігу води в річці. У цьому напрямі звичайно спостерігається і ухил поверхні землі.
- Якщо немає можливості самотпливного відведення води колектором басейну водовідведення в головний колектор, у схемі мережі передбачають насосну станцію. Орієнтовно визначають її місце, яке остаточно уточнюють після завершення гідравлічного розрахунку й побудови поздовжнього профілю колектору.

Самотпливне відведення води головним колектором до очисних споруд можливе порівняно рідко, лише тоді, коли є великий ухил поверхні землі або великий перепад між відмітками поверхні землі в місті й на майданчику очисних споруд. За відсутності можливості самотпливного відведення води до очисних споруд місце насосних станцій визначають орієнтовно. Їх слід розташовувати або в різко виражених знижених місцях на трасі головного

колектора, або в кінцевій частині його. У ряді випадків насосні станції розташовують в межах очисних станцій, що спрощує їх експлуатацію.

- Подальший важливий етап складання схеми - трасування вуличних трубопроводів. Місце їх розташування визначається необхідністю прийому і відведення води від кожного кварталу забудови. Принцип їх трасування диктується необхідністю забезпечення найменшого заглиблення внутрішньоквартальних мереж і вуличних трубопроводів і залежить від рельєфу місцевості та розмірів кварталів.
- Виконують гідравлічний розрахунок водовідвідної мережі, основою якого є складена схема. За підсумками розрахунку будують поздовжні профілі колекторів і вуличних трубопроводів.

Слід зазначити, що для обслуговуваного об'єкту можуть бути складені декілька технічних проектів, оптимальний з яких буде вибраний після складання техніко-економічного обґрунтування.

2. Схеми водовідвідних мереж

Схемою каналізації називають зображення на плані населеного пункту або промислового майданчика і запроектованих для них каналізаційних споруд (мереж, насосних і очисних станцій).

Вибір схеми каналізації міста, населеного пункту або промислового об'єкта залежить від таких факторів:

- рельєфу місцевості. Водовідвідні мережі проектують як самотісні трубопроводи з частковим наповненням. Для забезпечення руху води трубопроводи повинні прокладатися з ухилом у напрямку руху води. Для виключення значних заглиблень трубопроводи необхідно трасувати в напрямках, які співпадають з ухилом поверхні землі;
- місця розташування водоймища (якщо водоймище – річка, то і напрямку руху води в ній). Від розташування водоймища і напрямку руху води в річці залежить місце розташування очисних споруд, тобто того місця, до якого повинне забезпечуватися транспортування стічних вод;
- ґрунтових умов, глибини залягання підземних вод. Від виду ґрунтів, глибини їх залягання і фізичних властивостей, наявності підземних вод та інших умов залежать максимальне заглиблення трубопроводів, вибір місця розташування насосних станцій і їх кількість;
- особливостей планування обслуговуваного об'єкта, а також прийнятого числа мереж.

На схему мережі промислового підприємства впливають також розташування цехів, насиченість території підземним господарством і внутрішньозаводським транспортом.

Застосовують такі схеми каналізаційних мереж (рис. 6.1):

- перпендикулярна;
- пересічена;
- паралельна (віялова);
- зонна (поясна);
- радіальна.

Перпендикулярна (рис. 6.1, а) – колектори окремих басейнів каналізування, якщо немає зворотних ухилів, трасують найкоротшим шляхом -

перпендикулярно до водоймища. Таку схему застосовують при ухилі поверхні землі до водоймища і відведенні чистих вод, що не вимагають очищення. При необхідності очищення вод цю схему можна легко переробити на пересічену.

Пересічена (рис. 6.1, б) – має широке розповсюдження, якщо територія каналізованого об'єкта знижується у бік водоймища. При цій схемі колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно до напрямку руху води у водоймищі і перехоплюються головним колектором, що йде до очисних споруд паралельно річці.

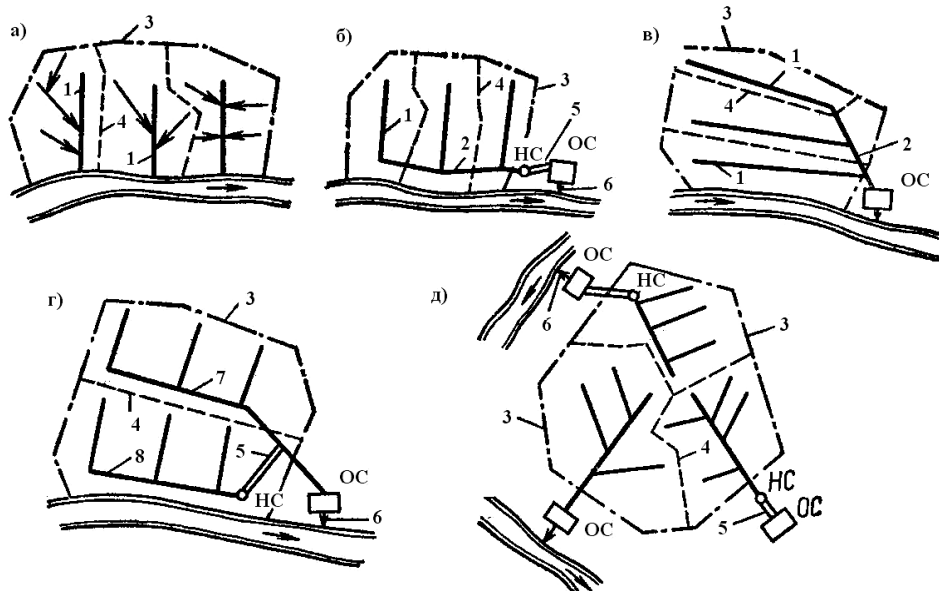


Рис. 6.1 - Схеми каналізаційної мережі: а – перпендикулярна; б – пересічена; в – паралельна (віялова); г – зонна (поясна); д – радіальна; 1 – колектори басейнів водовідведення; 2 – головні колектори; 3 – межа обслуговуваного об'єкта; 4 – межа басейнів водовідведення; 5 – напірний трубопровід; 6 – випуск; 7, 8 – головні колектори відповідно верхньої і нижньої зон

Таку схему застосовують при плавному падінні рельєфу місцевості до водоймища і необхідності очищення стічних вод. Вона зручна при реконструкції старих систем каналізації, виконаних за перпендикулярною схемою при скиданні стічних вод у водоймище без очищення.

Паралельна або віялова (рис. 6.1, в) – колектори басейнів каналізування спрямовані під кутом або паралельно один до одного і по відношенню до водоймища і перехоплюються головним колектором, який відводить стічні води на очисні споруди перпендикулярно до напрямку руху води у водоймищі. Схему застосовують при дуже крутих схилах до річки для зменшення ухилів труб, а отже і швидкості руху води в колекторах. Підвищені швидкості руху води можуть спричинити руйнування трубопроводів.

Зонна, або поясна (рис. 6.1, г) - вживається при розташуванні об'єкта на території з терасами, горбистим, нерівномірним рельєфом. За цією схемою населений пункт розбивають на зони (пояси) з самостійними мережами, стічні води нижньої зони перекачують в головний або відвідний колектор верхньої зони, що йде на очисні споруди. Від окремих об'єктів стічні води відводяться самотієм. Кожна із зон має схему, аналогічну одній з перерахованих.

Радіальна (рис. 6.1, д) - застосовується при відведенні стічних вод окремих

районів самостійними системами і при розкиданих майданчиках очисних споруд (при децентралізованій схемі водовідведення). Колектори басейнів каналізування мають радіальний напрям від центру населеного пункту до його периферії, кожен район міста має незалежну мережу із самостійним головним і відвідним колекторами і з окремими очисними спорудами. Ця схема зручна тим, що при розширенні забудови міста не потрібна перебудова діючих колекторів.

3. Визначення розрахункових витрат

Для проведення гідравлічного розрахунку каналізаційної мережі необхідно визначити витрату стічної води по кожній ділянці мережі. Розрахунковою ділянкою називають каналізаційну лінію між двома точками, на якій розрахункову витрату умовно приймають постійною. За основу при визначенні розрахункових витрат приймають середньодобову норму водовідведення, яка дорівнює нормі водоспоживання.

Витрата побутових стічних вод

Середньодобову витрату стічних вод від населення міста знаходять за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \frac{N \cdot q_{\text{д}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (6.1)$$

де $q_{\text{д}}$ - питоме водовідведення, л/доб. на 1 людину.

Середня секундна витрата дорівнює

$$q_{\text{mid.s}} = \frac{N \cdot q_{\text{д}}}{24 \cdot 60 \cdot 60}, \text{ л/с.} \quad (6.2)$$

Максимальну й мінімальну добові витрати визначають за формулами

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{mid}} \cdot K_{\text{gen.max}}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (6.3)$$

$$Q_{\text{min}} = Q_{\text{mid}} \cdot K_{\text{gen.min}}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (6.4)$$

де $K_{\text{gen.max}}$, $K_{\text{gen.min}}$ - максимальний і мінімальний коефіцієнти нерівномірності притоку стічних вод, які визначають залежно від середньої витрати за табл. 2 [2] (Додаток 6).

Витрата стічних вод від промислових підприємств

Витрата стічних вод від промислових підприємств складається з витрати побутових стічних вод, стічних вод від душових і витрати виробничих стічних вод.

Витрата побутових стічних вод від підприємства

Середньодобову витрату побутових стічних вод встановлюють за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \frac{45 \cdot N_{\text{гар}} + 25 \cdot N_{\text{хол}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (6.5)$$

де 45 і 25 - відповідно норми водоспоживання на 1 робітника в гарячих і холодних цехах, л/доб.

Максимальна годинна витрата дорівнює:

$$Q_{\text{max.h}} = \frac{45 \cdot n_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} + 25 \cdot n_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{t_{\text{зм}} \cdot 1000}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (6.6)$$

Розрахункова секундна витрата дорівнює:

$$q_{\max.s} = \frac{45 \cdot n_{\text{гар}} \cdot K_{\text{гар}} + 25 \cdot n_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{t_{\text{зм}} \cdot 60 \cdot 60}, \text{ л/с.} \quad (6.7)$$

Витрата стічних вод від душових на підприємстві

Кількість води від користування душем робітниками, які працюють в гарячих і холодних цехах, складає:

$$Q_{\text{зм}} = (0,06 \cdot n_{\text{гар}}^{\text{Д}} + 0,04 \cdot n_{\text{хол}}^{\text{Д}}), \text{ м}^3. \quad (6.8)$$

Максимальну витрату стічних вод від душових на підприємстві за зміну приймають рівною максимальній годинній витраті води на душ і визначають за формулою

$$Q_{\max}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (6.9)$$

Максимальна секундна витрата води:

$$Q_{\max}^{\text{с}} = \frac{Q_{\max}^{\text{год}}}{3,6} \text{ л/с.} \quad (6.10)$$

Витрата виробничих стічних вод на підприємстві

Середню добову витрату стічних вод від технологічних процесів визначають за формулою

$$Q_{\text{mid}} = \Pi \cdot q_{\text{пр}}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (6.11)$$

де $q_{\text{пр}}$ - питома водовідведення на одиницю продукції, м3 (може бути рівним середній питомій витраті на виробництво одиниці продукції або менше).

При відсутності даних про витрати води на виробничі потреби окремими змінами витрату виробничих стічних вод приймають рівною протягом усього часу роботи підприємства.

Максимальна годинна витрата стічних вод при цьому дорівнює:

$$q_{\max.h} = \frac{Q_{\text{mid}}}{t}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (6.12)$$

де t - тривалість роботи підприємства протягом доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби:

$$q_{\max.s} = \frac{q_{\max.h}}{3,6} \text{ л/с.} \quad (6.13)$$

Якщо по трубопроводу транспортують тільки стік від населення, то розрахункову витрату визначають за формулою

$$q_{\max.s} = q_{\text{mid.s}} \cdot K_{\text{gen.max}}, \text{ л/с}, \quad (6.14)$$

де $q_{\text{mid.s}}$ - середня секундна витрата стічних вод від населення, л/с.

Якщо по трубопроводу транспортують стік від населення і промислових підприємств, то витрату визначають як суму всіх витрат

$$q_{\max} = q_{\max.s} + q_{\max.s}^{\text{ПП}} = q_{\max.s} + (q_{\text{побут}}^{\text{ПП}} + q_{\text{душ}}^{\text{ПП}} + q_{\text{техн}}^{\text{ПП}}), \text{ л/с}, \quad (6.15)$$

де $q_{\text{max.s}}^{\text{ПП}}$ - максимальна секундна витрата стічних вод від промпідприємства, л/с, що включає витрату побутових $q_{\text{быт}}^{\text{ПП}}$, душових $q_{\text{душ}}^{\text{ПП}}$ та технологічних $q_{\text{техн}}^{\text{ПП}}$ стічних вод.

Для спрощення розрахунку притоку до мережі водовідведення використовують поняття модуль витрати (модуль стоку, питомий стік), тобто визначають розрахункову витрату, що припадає на 1 га площі

$$q_0 = \frac{q_{\text{д}} \cdot P}{86400}, \text{ л/с. га,} \quad (6.16)$$

де $q_{\text{д}}$ - норма водовідведення, л/доб..чол.;

P – щільність населення, чол./га.

Якщо модуль стоку помножити на відповідну площу кварталу, то можна визначити середню притоку стічних вод з цього кварталу

$$q_{\text{mid.s}}^{\text{КВ}} = q_0 \cdot F_{\text{КВ}}, \text{ л/с.} \quad (6.17)$$

Складають безмасштабну (як правило) схему притоку стічних вод до головного колектору відповідно до трасування мережі на генплані.

Розрахункова витрата, що поступає в кожен ділянку колектора, є сумою витрат: попутної, бічної, транзитної та зосередженої.

На схемі зображують квартали, стічні води яких поступають безпосередньо до головного колектору. Витрати від цих кварталів є попутними. Ці витрати визначаємо множенням модуля стоку на площу кожного кварталу.

На схемі притоку стічних вод до головного колектору показують місця приєднання бічних колекторів. Витрату стічної води бічного колектора – бічну витрату – визначають множенням модуля стоку на суму площ кварталів, стічні води з яких поступають через цей колектор $UF_{\text{бічн}}^i$, тобто

$$q_{\text{бічн}}^i = q_0 \cdot UF_{\text{бічн}}^i, \text{ л/с.} \quad (6.18)$$

Транзитна витрата – це витрата, що поступає від вищерозміщеної ділянки колектора.

Зосереджена витрата – це витрата води від окремих крупних водоспоживачів (промідприємство, насосна станція).

4. Швидкості руху стічних вод і ухили трубопроводів

Для забезпечення нормальних умов роботи каналізаційним мережам надають належні ухили, що забезпечують рух рідини з самоочищувальними швидкостями. Швидкість течії є функцією ухилу і гідравлічного радіуса. Із збільшенням ухилу або гідравлічного радіуса швидкість руху рідини зростає.

Швидкості течії в різних точках поперечного перерізу потоку дещо відрізняються від середньої швидкості потоку: в середині потоку вони значно більше, ніж у стінок і дна. Найменша швидкість спостерігається біля дна. Тому, незважаючи на достатню швидкість течії в центрі потоку, лотки колекторів іноді

бувають заповнені осадам. Чим більше діаметр колектора, тим більше нерозчинних домішок повинні транспортуватися в придонному шарі й тим більше мають бути донні швидкості. Вести розрахунок каналізаційної мережі на донні швидкості неможливо, оскільки їх визначення пов'язане з великими труднощами, тому розрахунок каналізаційної мережі ведуть на розрахункову швидкість течії. Розрахунковою називають швидкість течії при максимальній розрахунковій витраті й розрахунковому наповненні; призначають її в межах між максимальними і мінімальними швидкостями течії.

Максимальною розрахунковою швидкістю називають найбільшу допустиму швидкість течії, що не викликає зниження механічної міцності матеріалу труб при стираючій дії піску і твердих речовин, що транспортуються стічною рідиною. Вона допускається в металевих трубах не більше 8 м/с, в неметалевих (керамічних, бетонних, залізобетонних, азбестоцементних та ін.) - 4 м/с; для дощової мережі - відповідно 10 і 7 м/с.

Мінімальною розрахунковою швидкістю (критичною або самоочищувальною) називають найменшу допустиму швидкість течії, при якій забезпечується самоочищення труб і колекторів. Мінімальну розрахункову швидкість руху стічних вод приймають залежно від крупності домішок, що містяться в них, від гідравлічного радіуса або від ступеня наповнення. При розрахунках для побутових і дощових стічних вод мінімальні швидкості при найбільшому розрахунковому наповненні труб слід приймати залежно від діаметра труб.

Для виробничих стічних вод, близьких за характером завислих домішок до побутових, мінімальні швидкості слід приймати як для побутових, а в інших випадках - за будівельними нормами й правилами окремих галузей промисловості або за експлуатаційними даними.

Самоочищувальні швидкості можна забезпечити призначенням ухилів, які приймають за [20], не менше: для труб діаметром 150 мм - 0,008; діаметром 200 мм - 0,005. Допускається залежно від місцевих умов для окремих ділянок мережі діаметром 200 мм приймати ухил, рівний 0,004, а для труб діаметром 150 мм - 0,007. На початкових ділянках каналізаційної мережі діаметрами 150 і 200 мм часто виходять наповнення менше допустимих унаслідок незначних витрат. Такі ділянки трубопроводів називають «нерозрахунковими», швидкість руху рідини в них не визначають, а ухили приймають не нижче мінімальних.

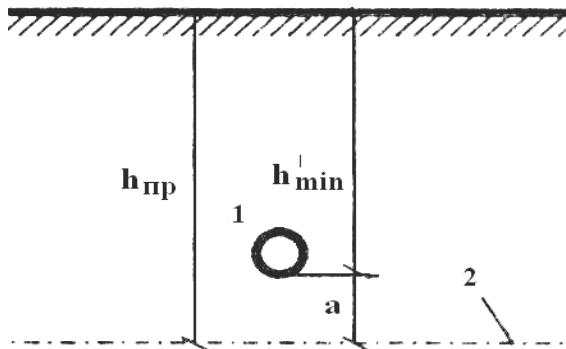
При рухові рідини в самотечній каналізаційній мережі необхідно враховувати місцеві опори в поворотних і сполучних лотках оглядових колодязів і на перепадах. Місцеві опори викликають підпори в мережі, що неприпустимо, адже при цьому зменшується швидкість потоку, випадають завислі речовини й швидко замулюються лотки трубопроводів на значній довжині. Найбільш різке зниження швидкості спостерігається на ділянках перед поворотом потоку і перед приєднанням бічних ліній. Тому при гідравлічному розрахунку самотечних колекторів діаметром більше 500 мм на поворотах при злитті потоків у випадках, коли діаметр приєднання дорівнює не менше 350 мм і є перепади на основному колекторі, рекомендується враховувати місцеві опори.

Глибина залягання трубопроводів водовідвідної мережі

Глибина залягання вуличної каналізаційної мережі залежить від наступних умов:

- виключення промерзання труб;
- виключення руйнування труб під дією зовнішніх навантажень;
- забезпечення приєднання до трубопроводів внутрішньоквартальних мереж і бічних гілок.

Температура стічних вод в зимовий час не знижується нижче 10°C, тому виявляється можливим прокладати трубопроводи на глибині, яка менше глибини промерзання ґрунту (рис. 6.2). Завдяки великій теплоємності води навколо труби



утворюється зона талого ґрунту, яка примикає до нижньої зони непромерзаючого ґрунту, тому трубопровід не промерзає і не руйнується.

Мінімальну глибину закладення трубопроводів приймають на підставі досвіду експлуатації підземних комунікацій в даній місцевості.

За відсутності даних з досвіду експлуатації мінімальна глибина дорівнює

$$h'_{\min} = h_{\text{пр}} - a, \text{ м}, \quad (6.19)$$

де $h_{\text{пр}}$ - глибина промерзання ґрунту; a -

величина, що залежить від діаметру трубопроводу, значення якої рекомендується приймати 0,3 м - при діаметрі до 500 мм і 0,5 м - при більшому діаметрі.

З метою виключення механічного руйнування трубопроводів від зовнішніх навантажень, що виникають в міських умовах, глибина закладення має бути не менше 0,7 м до верху трубопроводу. Отже, мінімальна глибина трубопроводу до лотка

$$h''_{\min} = 0,7 + d, \text{ м}, \quad (6.20)$$

де d - діаметр труби, м.

Мінімальна глибина закладення трубопроводу в диктуючій точці приймається з порівняння цих умов, при цьому приймається найбільша з них. Максимальна глибина закладення трубопроводів при відкритому способі виробництва робіт диктується гідрогеологічними, технічними та економічними умовами. У скельних ґрунтах її рекомендується приймати 4-5 м; у мокрих пливунних – 5-6 м і в сухих нескельних – 7-8 м.

При обґрунтуванні необхідності прокладки колекторів на великих глибинах застосовують закриті способи будівництва. Особливо ефективний цей спосіб сьогодні при реконструкції систем водовідведення крупних міст. При цьому усуваються технічні складнощі будівництва в обмежених міських умовах з інтенсивним рухом наземного транспорту та при великому насиченні підземними комунікаціями й спорудами.

6. З'єднання водовідвідних труб в колодязях

В інженерній практиці застосовують два методи з'єднання труб: «шелига в шелигу» і «за рівнями води». На рис. 6.3, а і б показані схеми з'єднання трубопроводів однакового діаметра, а на рис. 6.3, в і г - різного діаметра. При з'єднанні трубопроводів «шелига в шелигу» (рис. 6.3, а і в) поєднуються верхні частини зводів труб, названі шелигами. Якщо з'єднання труб виконують «за рівнями води» (рис. 6.3, б і г), то поєднуються по висоті розрахункові рівні води. Найбільш поширеною є думка про необхідність з'єднання трубопроводів однакового діаметра «за рівнями води», а різного діаметра - «шелига в шелигу».

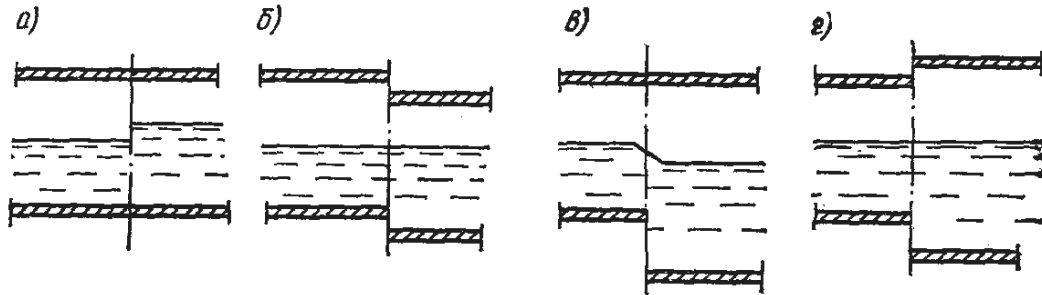


Рис. 6.3 - Схеми з'єднання каналізаційних труб:
а, в - шелига в шелигу; б, г - за рівнями води

Контрольні запитання:

- 1) Які етапи виконують при проектуванні каналізаційної мережі?
- 2) Як розташовують колектори басейнів водовідведення?
- 3) Де трасують головний колектор?
- 4) Що таке схема водовідвідної мережі?
- 5) Від яких факторів залежить вибір схеми каналізування об'єкту?
- 6) Охарактеризуйте перпендикулярну схему каналізаційної мережі.
- 7) Охарактеризуйте пересічену схему каналізаційної мережі.
- 8) Охарактеризуйте віялову схему каналізаційної мережі.
- 9) Охарактеризуйте зонну схему каналізаційної мережі.
- 10) Охарактеризуйте радіальну схему каналізаційної мережі.
- 11) Як визначити середню, максимальну та мінімальну витрати стічних вод від населення?
- 12) Від яких параметрів залежить витрата стічних вод від підприємства?
- 13) Як розрахувати модуль стоку? Для чого використовують цей параметр?
- 14) Що таке максимальна розрахункова швидкість руху стічних вод? Від чого вода залежить?
- 15) Що таке мінімальна розрахункова швидкість руху стічних вод? Від чого вода залежить?
- 16) Для чого каналізаційним трубам надають певний ухил?
- 17) Від чого залежить мінімальна глибина залягання вуличної каналізаційної мережі?
- 18) Від чого залежить максимальна глибина залягання вуличної каналізаційної мережі?
- 19) Як розрахувати глибину закладення каналізаційних труб?
- 20) Як можуть бути поєднані труби каналізаційної мережі?

ТЕМА 7. Влаштування водовідвідної мережі

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

1. Труби і колектори

До каналізаційних труб і каналів ставлять вимоги щодо:

- міцності;
- водонепроникності;
- нестираності;
- хімічної стійкості;
- гідравлічної гладкості;
- термостійкості.

Матеріал труб вибирають з урахуванням призначення колекторів, складу і властивостей стічних вод і місцевих умов. Широке застосування одержали *труби*:

- керамічні;
- бетонні;
- залізобетонні зі заздалегідь напруженою арматурою;
- із залізобетонних блоків;
- азбестоцементні,
- чавунні;
- пластмасові;
- сталеві цільнопротягнуті і електрозварювані;
- скляні та ін.

Перераховані види матеріалів труб і каналів можна застосовувати для відведення звичайних побутових і виробничих стічних вод, нейтральних (з рН =7) і слабколужних (з рН =8-10). При слабкокислих стоках (з рН =5-6) можна застосовувати керамічні й азбестоцементні безнапірні, для стічних вод середньо- і сильнокислотних (з рН =5-3 і рН =3-2) – кислототривкі керамічні, фаолітові, поліетиленові, вініпластові, скляні; при рН =4-10 і температурі стоків до 60⁰ С – фаолітові або поліпропіленові труби.

Для напірних каналізаційних колекторів застосовують чавунні, сталеві, залізобетонні, азбестоцементні труби. Чавунні труби застосовують у випадках, коли мають місце великі зовнішні навантаження, а також в районах обвалів і в зонах санітарної охорони. Сталеві труби використовують в районах з сейсмічністю понад 7 балів. Канали і колектори великих перетинів споруджують із залізобетонних блоків заводського виготовлення, цегли підвищеної якості і міцності.

2. Колодязі на водовідвідній мережі

На каналізаційних мережах споруджують колодязі й камери.

Колодязі за своїм призначенням можуть бути оглядовими, сполучними, поворотними, перепадними і промивними. Їх встановлюють: у місцях зміни діаметрів, ухилів, напряму, приєднання притоків, при влаштуванні перепадів.

Між колодязями каналізаційні лінії слід прокладати прямолінійними.

Розрахункова швидкість руху стічної рідини має бути такою, щоб зростала за течією. Зменшення розрахункової швидкості (але не менше мінімальної) допускається лише після перепадних колодязів.

Камери споруджують на всіх системах каналізації в місцях з'єднання декількох каналізаційних ліній великих діаметрів в один колектор. Камери із збірного залізобетону можуть бути круглими й прямокутними.

Повороти в колодязях і камерах здійснюють за плавними кривими радіусом не менше трьох діаметрів труби найбільшого розміру і, як виняток за обмежених умов, – не менше двох діаметрів. Повороти колекторів діаметром або висотою від 1,2 м і більше дозволяється влаштовувати поза оглядовими колодязями за кривими з радіусом, рівним не менше п'яти діаметрам або п'ятикратній ширині каналу, з установкою оглядових колодязів на початку і в кінці.

Кут між приєднуваною і відвідною трубою повинен бути не менше 90°, оскільки круті повороти потоків у колодязях створюють додаткові місцеві опори.

У колодязях труби з'єднують за допомогою відкритих лотків, виконаних за плавними кривими.

При перетині каналізаційних колекторів з господарсько-питним водопроводом останній прокладають вище каналізаційних на 0,4 м по вертикалі в світлі. Коли неможливо дотримати цю вимогу і доводиться прокладати водопровід нижче за каналізаційний колектор, для водопроводу застосовують сталеві, а для колектора - чавунні труби. Можна також прокласти водопровід у захисному футлярі завдовжки не менше 5 м в кожную сторону від перетину в глинистих ґрунтах і 10 м в тих, що фільтрують, причому каналізаційна труба на цій ділянці повинна бути металевою.

3. Перетин трубопроводів каналізаційних мереж з перешкодами

Самотечні трубопроводи часто перетинаються з різними природними і штучними перешкодами. До природних перешкод відносять струмки, річки, яри і т.п.; до штучних - автомобільні та залізні дороги, підземні колектори, трубопроводи різного призначення, кабелі, пішохідні переходи, лінії метрополітену та інші споруди.

Конструкція перетину залежить від взаємного висотного розташування (різниці відміток) трубопроводу і перешкоди.

Якщо трубопровід безпосередньо перетинається з перешкодою, тобто трубопровід і перешкода розташовані на одній і тій же відмітці або різниця їх незначна, то перетин виконується у вигляді дюкера - напірного трубопроводу, що сполучає два самотечних трубопроводи. На рис. 7.1 показана схема дюкера через річку.

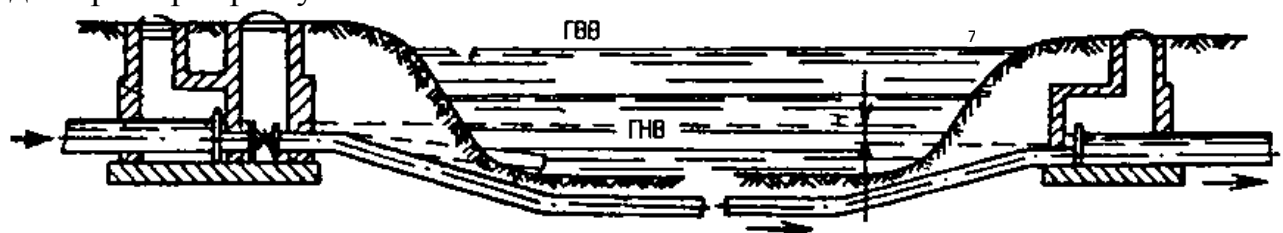


Рис. 7.1 - Схема дюкера через річку

Дюкер складається з таких основних елементів: напірних трубопроводів,

верхньої і нижньої камер. Напірні трубопроводи дюкера виконують не менше ніж з двох ниток сталевих труб з посиленою антикорозійною ізоляцією. Діаметр їх має бути не менше 150 мм. Обидві нитки мають бути робочими. Лише при невеликих витратах допускається пристрій дюкера з однією робочою і однією резервною трубою.

Дюкери можуть влаштовувати і при перетині самотечного трубопроводу з автомобільними і залізними дорогами, якщо вони проходять у виїмках. В цьому випадку трубопроводи прокладають у футлярах (металевих або залізобетонних) або здійснюють їх бетонування. У останньому дюкери під залізними і автомобільними дорогами проектують аналогічно проектуванню дюкерів через річки.

Якщо трубопроводи розташовують нижче за перешкоду, то перетин виконується у вигляді самотечного трубопроводу з посилених сталевих або залізобетонних труб, укладених у футлярі, непрохідних або прохідних тунелях. Глибина закладення труби, футляра або тунеля має бути не менше 1 м при відкритому способі виробництва робіт і не менше 1,5 м при закритому. Довжину футляра визначають виходячи з розмірів перешкоди. Поперечні розміри футляра і тунеля залежать від способів виробництва робіт і розмірів трубопроводу.

Кожухи і тунелі призначені для оберігання робочого трубопроводу від навантажень, що виникають при русі транспорту над ним. Одночасно кожух оберігає дорогу від руйнування у разі аварії трубопроводу. Футляри влаштовують з протикорозійною ізоляцією (торкрет-бетонне армування, бітумно-гумові, полімерні покриття) і захистом від електрохімічної корозії (катодна поляризація з протекторними установками). Простір між стінками футляра і трубопроводу належить заповнювати бетоном. Перед і після перетину бажаний пристрій оглядових колодязів з відключаючими пристроями.

Футляри при безтраншейній проходці прокладають проколюванням, продавлюванням або методом горизонтального буріння. Самотечні колектори великого поперечного перетину прокладають під перешкодою в тунелях, які споруджують способом щитової або штольної проходки. Естакади влаштовують, якщо трубопровід розташований значно вище за перешкоду (при перетині ярів, суходолів); у цьому випадку перетин виконують у вигляді самотечного трубопровода, укладеного по естакаді або існуючому мосту в утепленому коробі.

4. Влаштування дощової мережі

Проектована міська водостічна мережа призначена для відведення атмосферних опадів і частини ґрунтових вод з метою запобігання підтопленню і затопленню міських територій, підземних комунікацій і споруд міста. Мережу проектують як систему самотечних трубопроводів, що прокладають з максимальним використанням існуючого ухилу поверхні міських територій. Її, як правило, трасують по найкоротшій віддалі до місця випуску.

Схему водостічної мережі вибирають з урахуванням наступних основних чинників:

- Врахування черговості будівництва, можливість поетапного введення в експлуатацію водовідвідної мережі.
- Максимальне збереження природної мережі гідрографії міста, тобто

використання тальвегов і русел струмків та річок для прокладки колекторів, а існуючих водоймищ - як регулюючих резервуарів.

- Забезпечення територіального розташування проєктованих (одночасно або пізніше) очисних споруд і регулюючих резервуарів атмосферних опадів.
- Небажаність використання дюкерів на водостічній мережі.
- Трасування водостічної мережі з урахуванням наявного і особливо перспективного планування вулиць, дорог і автострад міста, що виключає коштовне перекладання колекторів при будівництві підземних переходів, розв'язок і інших заглиблених транспортних споруд.
- Необхідність розміщення місць депонування снігу, що прибирається з міських вулиць, з подальшим очищенням стоку талих вод перед їх скиданням в річки й водойми.
- Виключення устрою (або мінімізація кількості) насосних станцій для перекачування води.
- Мінімізація кількості випусків водостоків у водоймища для забезпечення моніторингу якості скиданих стоків в режимі реального часу і скорочення витрат на влаштування цих дорогих гідротехнічних споруд.

З урахуванням вищевикладеного при проєктуванні водостічної мережі найбільш переважною стає децентралізована схема трасування мережі з прокладкою перехоплюючих водостічних колекторів по тальвегам і забирання струмків і малих річок в колектори.

Фактично при проєктуванні водостічної мережі міста відбувається цілеспрямована трансформація природної мережі гідрографії міста в колекторно-річкову систему, що забезпечує, разом з відведенням поверхневого стоку від атмосферних опадів, дренаж і відведення ґрунтових вод з міських територій.

Конкретний вибір схеми водостічної мережі диктується фактичним рельєфом і гідрогеологічними умовами міської території, санітарним станом і перспективою рекреаційного використання її річок і водоймищ та проводиться на основі техніко-економічного порівняння можливих варіантів схем водовідведення.

Розробка схеми ведеться на плані міста. На схему наносять межі басейнів водовідведення, трасують колектори і водовідвідну мережу. Намічають місця розташування регулюючих резервуарів, очисних споруд і випусків в річки і водоймища. На схемі фіксують межі та довжини розрахункових ділянок.

Зовнішня дощова каналізація складається з відкритих дощових кюветів і лотків, дощоприймачів (дощоприймальних колодязів), закритої мережі труб, зливоспусків і випусків. В закриту дощову мережу вода потрапляє через дощоприймачі - круглі або прямокутні колодязі, перекриті металевими решітками, які пропускають воду і затримують все, що може засмітити каналізаційну мережу. Дощоприймачі встановлюють у зниженій частині проїздів біля тротуарів і перехресть вулиць на віддалі 50-80 м один від одного.

Випуск дощових стоків у водоймища проводиться переважно в межах міста або промислових підприємств. Із санітарних та естетичних міркувань дощові води слід випускати нижче рівня води в річці. Зливоспуски на мережі дозволяють

направляти найбільш забруднені порції дощових вод на очищення.

Розроблена та погоджена схема водовідведення є основою для гідравлічного розрахунку водовідвідної мережі.

5. Перекачування стічних вод

Залежно від місця розташування в загальній схемі водовідведення міста і виконуваних функцій насосні станції можуть бути:

- *локальні* - призначені для транспортування стічних вод від окремих будівель, адміністративно-господарських приміщень, будинків індивідуальної забудови і т.п. в самотечійні колектори;
- *районні* - здійснюють транспортування стічних вод від житлових мікрорайонів з нижчерозташованих колекторів до вищерозташованих;
- *головні* - перекачують стічну рідину, що відводиться зі всієї території міста на очисні споруди.

Склад устаткування, його конструктивні особливості, тип, кількість основного і допоміжного обладнання визначають виходячи з об'єму стічних вод, що поступають на насосні станції.

Насосні агрегати для перекачування стічних вод випускають таких основних типів: СД - відцентрові; СДС - вільновихрові. За розташуванням валу: горизонтальні, вертикальні (В), напівзанурювальні (П). За ущільненням валу: сальникові, торцеві, без ущільнення. За ступенями перекачування: одноступінчаті, двоступінчаті.

Досвід проектування показує, що кращими економічними показниками відрізняються схеми з районними насосними станціями, розташованими в початковій частині колекторів. Це пояснюється малою потужністю районної насосної станції (РНС) та істотним зниженням заглиблення головних колекторів і головної насосної станції (ГНС), зазвичай диктованим початковими ділянками мережі, що мають великі ухили.

Насосні станції необхідно розташовувати в окремих будівлях, на відстані від житлових будинків і харчових підприємств. По периметру території насосних станцій необхідно передбачати захисні зелені насадження шириною не менше 10 м. Не слід розташовувати такі станції на проїздах і набережних.

Насосні станції повинні знаходитися на незатоплюваній території. Відмітка порогу біля входу в них має бути не менше чим на 0,5 м вище за найвищий рівень води у водоймищі з урахуванням нагання хвилі. Всі самотечійні підвідні трубопроводи перед насосною станцією повинні об'єднуватися в один, оскільки в насосну станцію допускається введення лише одного трубопроводу.

Перед цими станціями доцільно передбачати аварійні випуски, використання яких можливо лише в надзвичайних випадках. Засувки на аварійних випусках повинні пломбуватися. Наявність аварійних випусків дозволяє значно зменшити наслідки припинення роботи насосних станцій (затоплення територій міста і надходження стічних вод у водоймища, заповнення підвідних трубопроводів і резервуарів насосних станцій осадом та ін.) в результаті скорочення термінів простою насосних станцій.

Місця розташування насосних станцій і можливість влаштування

аварійних випусків повинні узгоджуватися із службами контролю за якістю води і охорони рибних ресурсів.

Для розрахунку насосної станції потрібно знати витрати в окремі години доби, і особливо максимальну, середню й мінімальну витрати, а також геометричну висоту підйому води.

Контрольні запитання:

- 1) Які вимоги ставлять до каналізаційних труб та колекторів?
- 2) Які матеріали застосовують для виготовлення каналізаційних труб?
- 3) Яке призначення колодязів на каналізаційній мережі?
- 4) Як здійснюють повороти каналізаційних трубопроводів?
- 5) Як проектують перетини каналізаційних колекторів з господарсько-питним водопроводом?
- 6) Які застосовують конструкції перетинів каналізаційних труб з перешкодами?
- 7) Що таке дюкер?
- 8) У яких умовах застосовують дюкери, тунелі або естакади?
- 9) Яке призначення дощової мережі?
- 10) Які чинники впливають на вибір схеми дощової мережі?
- 11) З яких елементів складається зовнішня дощова каналізація?
- 12) Яке призначення зливоспусків?
- 13) Назвіть основні види КНС?
- 14) Які типи насосного обладнання застосовують для перекачування стічних вод?
- 15) Які основні вимоги до розміщення КНС?
- 16) Які дані потрібні для розрахунку КНС?

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 поділяються на мінеральні, органічні й біологічні (бактеріальні). Органічні речовини в побутових стоках знаходяться у вигляді білків, вуглеводів, жирів, продуктів фізіологічної переробки. Крім того, побутові стоки містять ганчір'я, папір, відходи рослинного походження, а також синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР). З неорганічних компонентів у цій категорії стоків присутні у вигляді іонів калій, натрій, кальцій, магній, хлор, карбонати, сульфати. Побутові стоки містять у своєму складі біологічні забруднення, які представлені бактеріями, в основному виділеними з кишечника людини, яйцями гельмінтів, дріжджовими і цвільовими грибами, вірусами, в

зв'язку з чим ці стоки становлять епідеміологічну небезпеку для людей, а також тваринного і рослинного світів.

Склад стічних вод промислових підприємств різноманітний, проте в більшості випадків у цих водах відсутні фосфор і азот, вони звичайно не забруднені патогенною мікрофлорою.

До мінеральних забруднень відносять: пісок, глинисті частинки, частки руди і шлаку, розчинені у воді солі, кислоти, луги та інші речовини.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До рослинних відносять залишки рослин, плодів, овочів і злаків, папір, рослинні масла, гумінові речовини та ін. Основний хімічний елемент, що входить до складу цих забруднень, - вуглець. До забруднень тваринного походження відносять фізіологічні виділення людей і тварин, залишки мускульних і жирових тканин тварин, органічні кислоти та ін. Основний хімічний елемент цих забруднень - азот. У побутових водах міститься приблизно 60% забруднень органічного походження і 40% мінерального. У виробничих стічних водах ці співвідношення можуть бути іншими і змінюватися залежно від оброблюваної сировини і технологічного процесу виробництва.

До бактерійних забруднень відносяться живі мікроорганізми - дріжджові й цвільові грибки, різні бактерії і віруси. У побутових стічних водах містяться також патогенні бактерії - збудники захворювань черевного тифу, паратифу, дизентерії, сибірської виразки та ін., а також яйця гельмінтів, що потрапляють у стічні води з виділеннями людей і тварин. Збудники захворювань містяться і в деяких виробничих стічних водах (шкіряних заводів, фабрик первинної обробки шерсті та ін.)

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 рівною 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 в 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 вони повинні очищатися як і виробничі стічні води. У сучасних містах стічні води деяких промислових підприємств поступають в міську побутову каналізаційну мережу, 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 в 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

Скидання стічних вод у водойми є одним з видів водокористування і здійснюється відповідно до дозволу, який видають місцеві органи екологічної безпеки (районні й міські управління екології Мінекології України).

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 й властивостей води (після скидання в неї стічних вод) у водних об'єктах. Всі ці вимоги повинні 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), відібраний до 12 год. дня, кількість розчиненого кисню має бути не менше 4 мг/дм³ у будь-який період року. Повне біохімічне споживання кисню (БСК) за 20⁰С становить близько 3 мг О₂/дм³.

Вміст завислих речовин після скидання стічних вод не може збільшуватися більш ніж на 0,25 мг/дм³, 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 повинні міститися мінеральні масла та інші речовини у кількостях, здатних утворювати на поверхні водойми плівки, плями й 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 мг/дм³. Мінеральний склад води не повинен перевищувати згідно з нормами щільного залишку 1000 мг/дм³, у тому числі хлоридів 350, сульфатів 500 мг/дм³. Температура води у водоймі після скидання стічних вод не повинна підвищуватися влітку більше ніж на 3⁰С порівняно із середньомісячною температурою води найспекотнішого місяця за останні 10 років.

Усі природні водойми мають здатність до самоочищення, під яким розуміють сукупність біохімічних, фізико-хімічних та гідродинамічних (розбавлення) процесів, що зумовлюють зниження концентрації (або повне видалення) забруднюючих речовин у воді водойми, що потрапили туди із стічними водами чи іншим шляхом, і повернення якості води до первісного стану.

До процесів самоочищення можуть бути віднесені: сорбція розчинених сполук планктоном і донними відкладеннями, агломерація і осідання частинок, взаємодії лугів та кислот з гідрокарбонатними речовинами водойми, дегазація легколетких речовин, розбавлення забрудненого потоку чистими потоками водойми тощо.

Однак здатність водойми до самоочищення має свої межі. Значні обсяги скидів стічних вод, наявність у них токсичних для водних біоценозів речовин та інші причини перешкоджають процесам самоочищення, тому скидання стічних вод у водойми здійснюють тільки за умови виконання вимог, встановлених для цих водоймів.

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 дозволяє видалити із стічних вод нерозчинені домішки мінерального та органічного походження. Біологічне очищення забезпечує мінералізацію розчинених органічних забруднень стічних вод у результаті життєдіяльності аеробних і анаеробних бактерій. Фізико-хімічне очищення забезпечує випадання із стічних вод колоїдних і частково розчинених речовин, а також переведення деяких нерозчинених в нешкідливі розчинені речовини, в результаті обробки реагентами стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення звичайно застосовують для очищення промислових стічних вод.

До місцевих умов, що впливають на вибір типів водоочисних споруд, відносяться: наявність достатньої території; клімат; характер ґрунтів; рівень ґрунтових вод; рельєф території ділянок, їх орієнтація по відношенню до об'єкта каналізування; наявність місцевих матеріалів; можливість отримання недорогої електроенергії у необхідній кількості; наявність кваліфікованих працівників, фахівців з очищення стічних вод.

Звичайно технологічна схема очищення міських стічних вод включає в себе споруди для механічного й біологічного очищення, при необхідності – споруди для додаткового очищення (доочищення), знезаражування очищених стічних вод, обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод.

Споруди для очищення стічних вод розташовують таким чином, щоб вода проходила їх послідовно - одне за одним. У спорудах для механічного очищення спочатку затримують найбільш важкі й крупні суспензії, а потім виділяють основну масу нерозчинених забруднень. У подальших спорудах для біохімічного очищення видаляють тонкі суспензії, що залишилися, колоїдні й розчинені забруднення, після чого проводять знезараження стічних вод.

Механічне очищення стічних вод застосовують для видалення завислих (нерозчинених) домішок і частково колоїдів, змішання 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.

Грати призначені для вилучення із стічних вод крупних відходів: паперу, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів та фруктів тощо. Це вертикально або похило поставлені на шляху руху стічних вод стрижні з

прозорами (відстань між двома сусідніми стрижнями) різної величини залежно від необхідного ступеня очищення.

Пісковловлювачі призначені для затримання під дією сили тяжіння крупних мінеральних частинок (головним чином піску), питома вага яких значно перевищує питому вагу води. Пісковловлювачі є резервуарами, в яких стічні води протікають з швидкостями, що забезпечують випадання тільки важких мінеральних речовин. Пісковловлювачі за своєю конструкцією бувають горизонтальні, тангенціальні, вертикальні, аеровані, що відрізняються напрямком і характером руху оброблюваної рідини.

Видалення органічних нерозчинених забруднень за рахунок сили тяжіння (осідання забруднень з питомою вагою більше питомої ваги води) або за рахунок спливання (забруднень з питомою вагою менше питомої ваги води) здійснюють у відстійниках. Забруднення, які осідають, збираються на дні відстійника. Для видалення осаду встановлюють скребковий механізм. Для збору і видалення спливаючих речовин у передньої перегородки відстійника встановлюють поперечний переливний жолоб.

За призначенням виділяють первинні й вторинні відстійники. Первинні відстійники призначені для освітлення води, яка пройшла грати і пісковловлювачі й направляється на біологічне очищення або у водоймище. Вторинні відстійники служать для уловлювання активного мулу, що виноситься з аеротенків, або біологічної плівки біофільтрів. Залежно від напрямку руху стічних вод розрізняють горизонтальні, вертикальні й радіальні відстійники.

До споруд механічного очищення можна також віднести 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 в ході своєї життєдіяльності здійснювати їх мінералізацію. Вона може відбуватися у природних і штучних умовах.

Споруди біологічного очищення у природних умовах підрозділяють на фільтраційні (поля зрошування і поля фільтрації) і об'ємні (біологічні ставки і окислювальні канали). У спорудах першого типу стічна вода фільтрується через ґрунт, що містить аеробні бактерії, одержуючи кисень з повітря, у других - стічна вода протікає через водоймище, яке заселене аеробними мікроорганізмами і куди кисень надходить за рахунок реаерації або механічної аерації.

У штучних умовах застосовують біо- і аерофільтри, аеротенки, компактні установки з механічним аеруванням. Очищення стічних вод в цих спорудах здійснюється ефективніше, оскільки в них штучним шляхом забезпечують сприятливіші умови для життєдіяльності мікроорганізмів (в основному за рахунок більшого надходження кисню повітря).

Суть процесу біологічного очищення стічних вод полягає в тому, що при фільтрації через ґрунт або зернисте завантаження органічні забруднення стічних вод затримуються на ній, утворюючи біологічну плівку, заселену великою кількістю мікроорганізмів. Плівка адсорбує колоїдні і розчинені речовини, дрібну суспензію, вони за допомогою аеробних бактерій у присутності кисню повітря переводяться в мінеральні сполуки. Атмосферне

повітря добре проникає у ґрунт на глибину 0,2-0,3 м, де й відбувається найбільш інтенсивне біохімічне окислення.

Біологічними фільтрами називають водоочисні споруди, де відбувається біохімічне очищення стічних вод при їх фільтруванні через зернисте завантаження, поверхня зерен якої обростає біологічною плівкою, заселеною аеробними бактеріями і нижчими організмами, які здійснюють окислення адсорбованих органічних забруднень стічних вод.

Аеротенки є спорудами біологічного очищення стічних вод, окислення органічних забруднень, в яких відбувається за рахунок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, створюючих скупчення - активний мул. Частина органічної речовини в аеротенку окислюється, а інша забезпечує приріст бактерійної маси активного мула.

Після аеротенків очищена стічна вода відстоюється у вторинному відстійнику, де від неї відділяється активний мул, що повертається назад в цикл очищення. Цей мул називається циркуляційним активним мулом. У процесі окислення органічних речовин розмножуються аеробні мікроорганізми і кількість активного мула зростає, тому частину мулу – надлишковий активний мул - направляють на мулові майданчики для зневоднення або на переробку в метантенки (заздалегідь треба зменшити вологість мулу в мулозгущувачах).

Знезараження (дезинфекцію) стічних вод проводять з метою знищення патогенних бактерій, які містяться в них, і оберігання водоймищ від зараження стічними водами, що скидаються в них. Частково затримуються бактерійні забруднення і в спорудах з очищення стічних вод, що викликає необхідність періодичної дезинфекції цих споруд.

Знезараження стічних вод може здійснюватися різними способами:

- хлоруванням;
- ультрафіолетовими променями;
- електролізом;
- озонуванням;
- ультразвуком.

Найбільш поширеним способом знезараження в даний час є хлорування водним розчином газоподібного хлору або хлорним вапном.

4. Схеми компоновок очисних споруд

Послідовність очищення стічних вод за деякими основними схемами розглянуто нижче.

За схемою на рис. 8.1 стічна вода проходить механічну очистку в такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримуються ґратами; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримуються піскоуловлювачами; нерозчинені органічні домішки затримуються відстійниками. Далі стічну воду знезаражують (найчастіше хлоруванням) і випускають у водоймище.

Обробку утворюваного осаду здійснюють таким чином:

- крупні забруднення з ґрат збирають в контейнери й періодично автотранспортом відвозять на звалище;

- пісок із пісковловлювачів підсушують на піскових майданчиках;

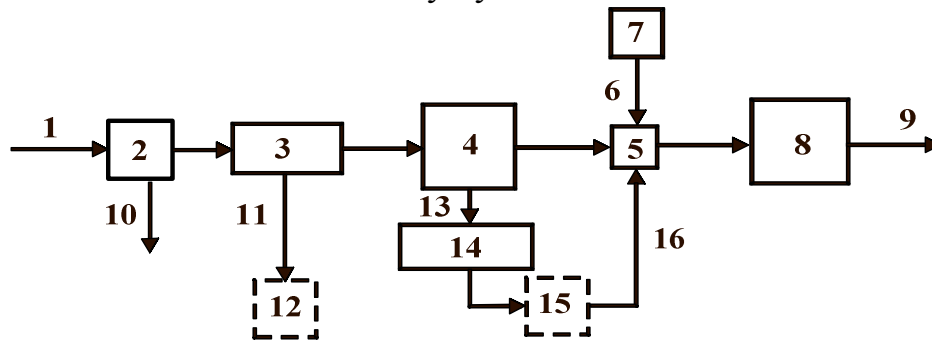


Рис. 8.1 – Технологічна схема механічного очищення стічних вод: 1 – подача стічної води на очищення; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – відстійник; 5 – змішувач; 6 – хлорна вода; 7 – хлораторна; 8 – контактний резервуар; 9 – спуск очищеної води у водоймище; 10 – крупні відходи; 11 – піщана пульпа; 12 – піскові майданчики; 13 – осад відстійника (сирий осад); 14 – метантенк; 15 – мулові майданчики; 16 – дренажна вода

- органічний осад відстійників називають «сирим» осадом; він містить багато рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він швидко загниває, набуваючи темно-сірого або чорного кольору і видаючи неприємний кислий запах. З метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах, наприклад у метантенках. Потім осад зневоднюють на мулових майданчиках. Воду, яку відділяють від осаду на мулових майданчиках, називають дренажною і повертають до основної маси води.

При невеликих витратах стічних вод і необхідності їх біологічного очищення може бути застосовувана схема на рис. 8.2. За цією схемою механічне очищення відбувається на ґратах, в пісковловлювачах і в двоярусних відстійниках. У двоярусних відстійниках (або освітлювачах-перегнивачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізаційна обробка затриманого 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.

При великих витратах стічних вод є доцільною і у даний час найбільш застосовуваною схема з біологічним очищенням стічних вод в аеротенках (рис. 8.3). Ця схема включає механічне очищення води послідовно на ґратах, в пісковловлювачах і первинних відстійниках і біологічне очищення в аеротенках за допомогою мікроорганізмів активного мулу. Відстійники механічного очищення води називають первинними, а ті, що розташовані після аеротенків й призначені для відокремлення активного мулу, - вторинними. Після цього воду знезаражують і скидають у водоймище. Крім того, за цією схемою передбачені споруди для обробки осаду. Окрема схема їх роботи показана на рис. 8.4.

І – Крупні забруднення, затримані ґратами, збирають і відвозять в місця, узгоджені з санітарними органами (на звалища).

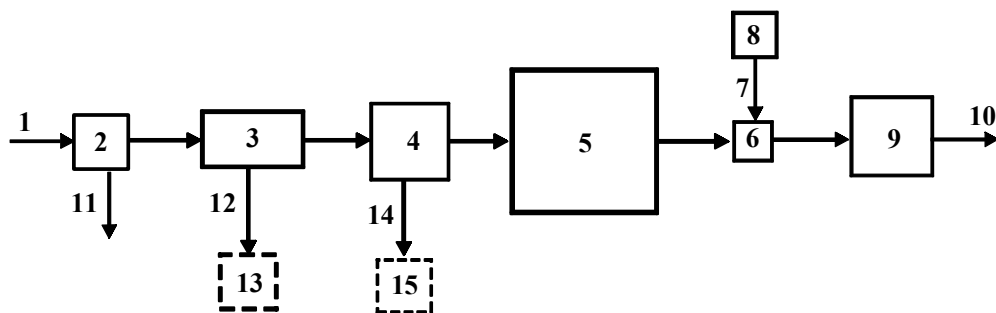


Рис. 8.2 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах: 1 – подача стічної рідини; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – двоярусний відстійник; 5 – поля фільтрації або біоставки; 6 – змішувач; 7 – хлорна вода; 8 – хлораторна; 9 – контактний резервуар; 10 – спуск очищеної води у водоймище; 11 – крупні відходи; 12 – піщана пульпа; 13 – піскові майданчики; 14 – осад, затриманий і оброблений (стабілізований) у двоярусних відстійниках; 15 – мулові майданчики

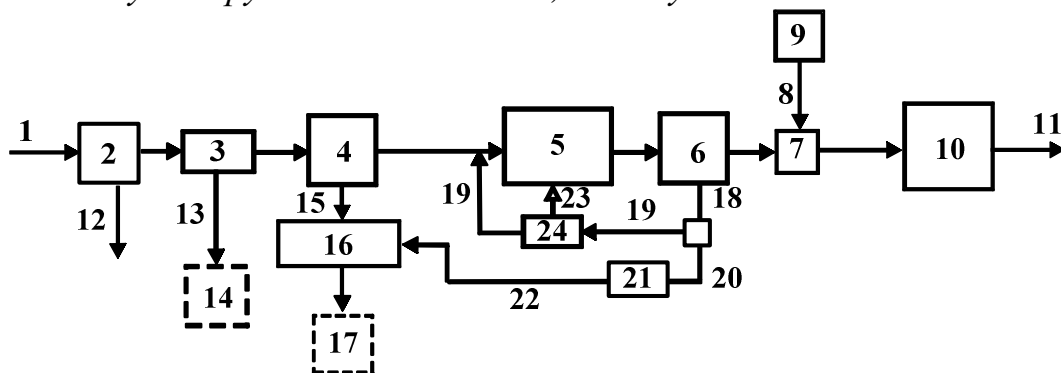


Рис. 8.3 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків: 1 – очищувані стічні води; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – первинний відстійник; 5 – аеротенк; 6 – вторинний відстійник; 7 – змішувач; 8 – хлорна вода; 9 – хлораторна; 10 – контактний резервуар; 11 – випуск очищеної стічної води у водоймище; 12 – крупні відходи; 13 – піщана пульпа; 14 – піскові майданчики; 15 – сирий осад; 16 – метантенк; 17 – мулові майданчики; 18 – активний мул; 19 – циркулюючий активний мул; 20 – надлишковий активний мул; 21 – мулозгущувач; 22 – уціільнений надлишковий активний мул; 23 – стиснуте повітря; 24 – насосно-повітрорудна станція

II – Важкі мінеральні забруднення (переважно пісок), затримані в пісковловлювачах, у вигляді піщаної пульпи направляють для підсушування на сплановані ділянки території, які називають піщаними майданчиками. Там відбувається видалення рідини з осаду за рахунок випаровування, збору відстоюваної води і просочування води в ґрунт з подальшим її збиранням (дренажна вода).

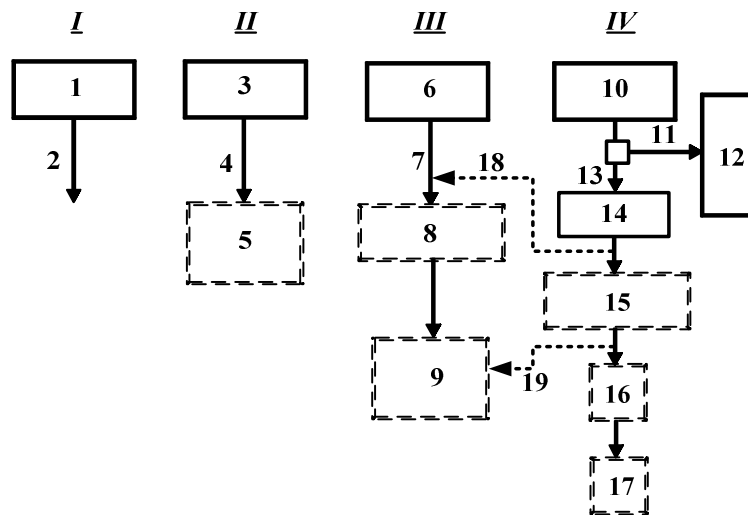


Рис. 8.4– Принципова схема обробки осаdів, що утворюються при очищенні стічних вод: 1 – ґрати; 2 – крупні відходи; 3 – пісковловлювач; 4 – піщана пульпа; 5 – піскові майданчики; 6 – первинний відстійник; 7 – сирий осад; 8 – метантенк; 9 – мулові майданчики; 10 – вторинний відстійник; 11 – циркулюючий активний мул; 12 – аеротенк; 13 – надлишковий активний мул; 14 – мулозгущувач; 15 – аеробний стабілізатор; 16 – вакуум-фільтр; 17 – термічне сушіння осаду; 18 – подача ущільненого надлишкового активного мулу для сумісної обробки з сирым осадом; 19 – подача стабілізованого осаду для зневоднення в природних умовах

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 у санітарно-гігієнічному відношенні, погано зневоднюється, має великі об'єми. З 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 здійснюються 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).

При необхідності додаткового зниження вологості після їх механічного зневоднення застосовують термічне сушіння осаdів у спеціальних сушарках. Спалювання осаdів у спеціальних печах здійснюють при неможливості їх утилізації, нестачі території для заховання чи при наявності в осадах токсичних домішок.

IV – Затриманий у вторинних відстійниках надлишковий активний мул за своїми властивостями схожий до сирого осаду, тому методи обробки його самостійно або в суміші з сирым осадом аналогічні вищезгаданім (III). Перед цією обробкою з метою зменшення об'єму осаd 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) Охарактеризуйте органічні забруднення стічних вод.
- 4) Які бактерійні забруднення містять стічні води?
- 5) Охарактеризуйте особливості складу забруднень атмосферних стічних вод.
- 6) Які вимоги ставлять до стічних вод у разі скидання їх до водоймища?
- 7) Який вплив можуть вчинити недостатньо очищені стічні води в разі скидання їх до водоймища
- 8) З якою метою проводять очищення стічних вод?
- 9) Як класифікують способи очищення стічних вод? В яких випадках їх застосовують?
- 10) Які групи споруд входять до складу загальноміських очисних споруд?
- 11) У чому полягає суть механічного очищення стічних вод?
- 12) Назвіть споруди, де здійснюється механічне очищення стічних вод.
- 13) У чому полягає суть біологічного очищення води?
- 14) Назвіть способи біологічного очищення води.
- 15) У чому різниця між аеробними й анаеробними процесами очищення води?
- 16) Що таке активний мул?
- 17) Охарактеризуйте схему механічного очищення стічних вод.
- 18) Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод на полях зрошування.
- 19) Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод в аеротенках.
- 20) Які осади утворюються при очищенні стічних вод?

ЗМ 1.3. УСТРІЙ ВНУТРІШНІХ ВОДОПРОВІДНИХ І ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ

ТЕМА 9. Системи і схеми водопостачання будівель.

- 1) Класифікація систем водопостачання будівель.*
- 2) Схеми мереж внутрішніх водопроводів.*
- 3) Трасування водопровідних мереж усередині будівель.*

1. Класифікація систем водопостачання будівель

Внутрішній водопровід – це трубопроводи та інженерне обладнання, які призначені для забезпечення подачі води від зовнішніх мереж водопроводу до всіх внутрішніх водорозбірних приладів, технологічного обладнання і пожежних кранів. Системи водопостачання будинків повинні забезпечувати споживачів водою заданої якості, в потрібній кількості й під необхідним напором. Як правило, внутрішній водопровід влаштовують тільки в тих будинках та спорудах, які підключені до централізованої або місцевої каналізації.

До системи внутрішнього водопроводу житлового будинку входять такі елементи: ввід, водомірний вузол, розвідна мережа (магістральні лінії, стояки, підводки до санітарних приладів і технологічного обладнання), арматура. Залежно від місцевих умов і призначення будинку до системи внутрішнього водопроводу можуть бути включені насосні установки, водонапірні

резервуари та інше обладнання.

Системи внутрішнього водопроводу поділяють за такими ознаками:

- призначенням (господарсько-питні, протипожежні, виробничі);
- сферою обслуговування (роздільні й об'єднані);
- температурою води, що транспортується (холодні й гарячі);
- забезпеченням напором з урахуванням встановленого обладнання;
- способом використання води (прямоточні, зворотні й з повторним використанням води).

Господарсько-питні системи водопостачання подають воду для пиття, приготування їжі та проведення санітарно-гігієнічних процедур. Вода в цій системі повинна бути питної якості.

Виробничі водопроводи подають воду для технологічних цілей. Вимоги до якості води визначаються за технологічним процесом. Виробничий водопровід може складатись з декількох водопроводів, що подають воду різної якості.

Протипожежні системи водопостачання призначені для гасіння пожежі або локалізації вогню. Вода в протипожежних водопроводах може бути і не питної якості.

2. Схеми мереж внутрішніх водопроводів

Взаємне розташування окремих елементів у кожній конкретній системі водопостачання називають схемою внутрішнього водопроводу. *Схеми можуть бути:*

- простими (ввід-водомір-мережа-арматура);
- з регулюючими й напірними баками;
- з насосними та іншими установками.

За розташуванням магістральних ліній розрізняють схеми: тупикові; кільцеві; комбіновані; з нижнім і верхнім розведенням труб; зонні (рис. 9.1).

Вибір системи і схеми внутрішнього водопостачання здійснюють залежно від призначення будинку, технологічних, протипожежних та санітарно-гігієнічних вимог, режиму водопостачання, техніко-економічних показників. Наприклад, у житлових будинках висотою до 12 поверхів влаштовують тільки господарсько-питний водопровід, від 12 до 16 поверхів – об'єднаний господарсько-питний і протипожежний; при висоті більше 16 поверхів, як правило – роздільні господарсько-питний і протипожежний водопроводи.

Прості схеми водопостачання застосовують у тих випадках, коли тиск у зовнішній мережі більший за потрібний для водопостачання даного будинку. Схему з регулюючими баками застосовують тоді, коли тиск у зовнішній мережі менший за потрібний лише протягом декількох годин. У період підвищеного тиску в зовнішній мережі вода накопичується в баку і в години зниження тиску нижче потрібного живлення верхніх поверхів системи здійснюється з баку.

При постійній недостатці тиску використовують насосні установки. Регулюючі (водонапірні) баки доцільно також використовувати при нерівномірному водоспоживанні як самостійно, так і в поєднанні з насосними установками. В висотних будинках (17 поверхів і вище) досить часто застосовують зонні системи водопостачання для того, щоб максимальний тиск перед водорозбірними приладами не перевищив допустимих величин (0,6 МПа – для господарсько-питних водопроводів і 0,9 МПа – для протипожежних).

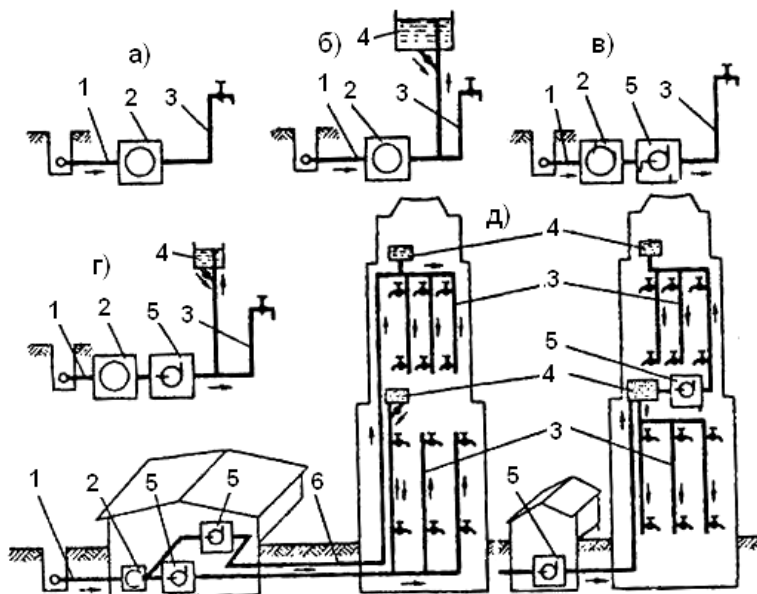


Рис. 9.1 – Схеми систем внутрішніх водопроводів: а – проста;
 б – з водорегулюючими баками; в – з обладнанням для підвищення тиску;
 г – з водорегулюючими баками і обладнанням для підвищення тиску; д – зонні;
 1 – ввід; 2 – водомірний вузол; 3 – внутрішня мережа; 4 – водорегулюючий бак;
 5 – обладнання для підвищення тиску; 6 – квартальна мережа

3. Трасування водопровідних мереж усередині будівель

Правильний вибір місць прокладання мереж внутрішнього водопроводу знижує вартість влаштування системи і полегшує її експлуатацію.

Трубопроводи прокладають паралельно стінам і лініям колон, за можливістю прямолінійно. Магістральні трубопроводи прокладають таким чином, щоб об'єднати всі стояки і трубопровід, що подає воду в будинок. В мережах з нижнім розведенням їх розміщують в підпіллях, підвалах, технічних поверхах або підпільних каналах. При верхньому розведенні магістралей трубопроводи прокладають на горищі або міжфермовому просторі промислових будинків.

Для захисту труб від конденсації вологи і промерзання їх утеплюють. Для спуску води магістралі прокладають з уклоном 0,002-0,005 в сторону вводу або водорозбірних точок. В нижніх точках мережі встановлюють водовипускні пристрої (крани або трійники з заглушками).

На магістральних лініях у житлових і громадських будинках слід передбачати підключення поливальних кранів діаметром 25 мм, які розміщують на цоколі зовнішніх стін із розрахунку 1 кран на 60-70 м периметра будинку. Трубопроводи від магістралей до поливальних кранів прокладають по найкоротшій відстані з уклоном для їх спорожнення на зиму через відключаючі і спускні вентиля.

Водопровідні стояки прокладають за можливістю в місцях розташування найбільшої кількості водорозбірних приладів таким чином, щоб кількість стояків і довжина підведень до санітарних приладів були мінімальними. Для зручності стояки водопроводу розміщують поряд з іншими трубопроводами, використовуючи для цього спільні отвори у перекриттях, спільні ніші та шахти.

Залежно від призначення та ступеню благоустрою будинку

трубопроводи прокладають двома основними способами:

- відкрите прокладання - по колонах, балках, фермах, стінах;
- приховане прокладання - в борознах, каналах, нішах, блоках і панелях.

Прокладати водопровідні труби у вентиляційних і димових каналах забороняється.

До будівельних конструкцій труби кріплять за допомогою гаків, хомутів, кронштейнів, підвісок, закладних деталей, дерев'яних корків або дюбелів. При перетині трубопроводів з перекриттями на трубах влаштовують гільзи з толю, листового заліза або обрізків труб. Підведення від стояків до санітарних приладів прокладають у житлових будинках переважно відкрито по стінах кухонь і санвузлів. Доцільно розміщувати їх під санітарними приладами на висоті 15-40 см над підлогою. Горизонтальні ділянки підведень з'єднують вертикальними трубопроводами з водорозбірною арматурою, яку встановлюють з кожним санітарно-технічним приладом, як правило, по осі приладу на нормованій висоті.

Встановлення запірної арматури на внутрішніх водопровідних мережах належить передбачати: на кожному вводі; на кільцевій мережі для відключення ремонтних ділянок; біля основи стояків господарсько-питної або виробничої мережі в 3-х поверхових будинках і вище; біля основи пожежних стояків з числом пожежних кранів 5 і більше; на відгалуженні від магістральної лінії водопроводу; на відгалуженнях в кожному квартиру чи номер готелю; на підведеннях до зливних бачків, зливних кранів і водогрійних колонок; перед зовнішніми поливальними кранами; перед приладами спеціального призначення. Для обліку витрат води на відгалуженнях в кожному квартиру обов'язково після запірної арматури встановлюють водолічильник. При проектуванні внутрішніх водопроводів будують аксонометричну схему системи водопостачання, яка дає повне уявлення про систему і є основою для гідравлічного розрахунку.

Контрольні запитання:

- 1) Яке призначення внутрішнього водопроводу?
- 2) Які елементи входять до системи внутрішнього водопроводу житлового будинку?
- 3) За якими ознаками поділяють системи внутрішнього водопроводу?
- 4) Які бувають схеми внутрішнього водопроводу?
- 5) Який максимальний тиск допускається перед водорозбірними приладами для господарсько-питних та протипожежних водопроводів?
- 6) Які основні принципи прокладання трубопроводів внутрішніх водопровідних мереж?
- 7) Для чого магістральним водопровідним лініям надають певний ухил?
- 8) Які основні принципи прокладання водопровідних стояків?
- 9) Як кріплять труби до будівельних конструкцій?
- 10) Назвіть місця встановлення запірної арматури.
- 11) Як здійснюється облік витрат води?

ТЕМА 10. Влаштування внутрішньої водопровідної мережі.

- 1) Матеріали для водопровідної мережі. Арматура.*
- 2) Влаштування вводів.*
- 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 повинні пропускати задані витрати води, витримувати максимальний робочий тиск, забезпечувати тривалу експлуатацію до капітального ремонту, мати невеликий гідравлічний опір, незначну масу і вартість, не впливати на якість води.

Для внутрішніх водопровідних систем переважно застосовують сталеві, пластмасові та металопластикові труби. Значно рідше використовують мідні, чавунні та асбестоцементні трубопроводи. Вибір типу та матеріалу труб для кожної мережі здійснюють залежно від вимог до якості води, її температури, тиску та інших показників.

Сталеві труби отримали найбільше поширення для влаштування мереж завдяки великій міцності, невеликій вартості, простоті монтажу, можливості згинання та зварювання. Для прокладання мереж всередині будинку, як правило, використовують водогазопровідні труби звичайні та легкі $dy=10-150$ мм на умовний тиск $P_y = 1$ МПа. Господарсько-питний водопровід необхідно проектувати з оцинкованих сталевих водогазопровідних труб, оскільки вони менше піддаються корозії і мають більш тривалий строк служби.

Для виробничих водопроводів, де санітарні вимоги дещо нижчі, ніж в господарсько-питних, використовують чорні (неоцинковані) труби.

Пластмасові (пластикові, полімерні) труби ($dy=10-250$ мм) у порівнянні зі сталевими мають ряд переваг: меншу вагу, їх простіше транспортувати, легко і швидко монтувати. Полімери відзначаються високою електро-, гідро-, звуко- і теплоізоляційністю. При транспортуванні гарячої води пластиковими трубами тепловтрати є зовсім незначними, а при транспортуванні холодної – труби не “пітніють”. Електроізоляційність виключає гальванічну і електрохімічну корозію, що надзвичайно важливо при прокладанні трубопроводів у ґрунті. Завдяки особливій структурі матеріалів трубами не передаються коливання, глушаться вібрації та шуми. Внутрішня поверхня пластмасових труб та їх фасонних частин є надзвичайно гладкою, системи з них відзначаються мінімальним гідравлічним опором. Пластмасові водопровідні труби фізично й бактеріологічно інертні, тому якість, смак, запах і колір води не змінюються. Труби стійкі до корозії, в них не накопичуються й не затримуються ніякі відкладення: ані вапняні, ані кремнієві, ані будь-які інші сполуки.

У порівнянні з металевими пластмасові труби мають значно меншу механічну міцність, особливо при коливаннях температури, та 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 і тому їх не використовують для відповідальних мереж, наприклад, протипожежних.

Різновидом пластмасових труб є металопластикові (багатошарові) труби, в яких поєднані переваги металевих та пластмасових труб. Такі труби витримують значно більший тиск (до 4 МПа), більш стійкі до перепаду температур (робоча температура від 0°C до 95°C), жорсткі до згинання і мають низький коефіцієнт лінійного розширення (лише вдвічі більший, ніж у сталі). В металопластикових трубах зовнішній шар із поліетилену високої густини забезпечує захист трубопроводу від корозії та руйнування. Середній шар труби, який робить її надзвичайно міцною, виготовляється із суцільної або перфорованої алюмінієвої стрічки з поздовжнім зварним швом. Внутрішній шар товстіший за зовнішній і виготовляється із структурованого харчового поліетилену. Найбільш поширені металопластикові труби діаметром 14-110 мм з товщиною стінки 1,9-18,5 мм.

Мідні трубопроводи ($d=10-64$ мм) застосовують для внутрішніх систем водопостачання і опалення. Мідь характеризується експлуатаційною довговічністю, має високу антикорозійну стійкість та не піддається кисневій дифузії, витримує високі та низькі температури, протистоїть впливу ультрафіолетового випромінювання, не старіє і не кришиться, має мінімальний коефіцієнт лінійного розширення, є екологічно чистою, має антибактерицидні властивості і тому рекомендована для використання у водопроводах. Мідні системи трубопроводів достатньо надійні при порівняно невеликих витратах і розраховані на робочий тиск у системі до 4 МПа. До недоліків мідних трубопроводів відносять їх здатність піддаватися точковій корозії при порушенні процесу пайки, електрокорозії та вразливість труб до механічних пошкоджень за рахунок тонкої стінки.

Чавунні ($d_u=65-500$ мм) та азбестоцементні напірні труби ($d_u=100-500$ мм) в основному використовують для мереж, що розкладаються в землі. Труби випускають у вигляді прямих відрізків довжиною 2-12 м. Чавунні труби мають велику вартість та значну вагу, а в азбестоцементних - потоком води можуть вимиватися мікроскопічні скалки азбесту із стінок, що має негативні наслідки, особливо коли вода використовується для пиття.

Для з'єднання коротких труб в єдині розгалужені мережі водопроводу застосовують такі основні види з'єднань:

- *зварне* – базується на поєднанні розігрітих і надплавлених поверхонь з'єднуваних елементів, в результаті чого утворюється полідифузійне з'єднання матеріалів;
- *механічне* – затискне, розтрубне, фланцеве, різьбове. З'єднувані елементи спочатку прикручуються з відповідними ущільнювачами, а потім дотискаються з певним зусиллям, визначеним виробником;
- *клейове* – спеціальний клей наноситься на відповідні поверхні елементів, заздалегідь очищені та знежирені, – суворо за інструкцією виробника. Клеї повинні мати відповідні сертифікати і обов'язково бути свіжими. Склеювання повинно проводитись при температурі не нижчій за +5°C.

Правильне виконання з'єднань є надзвичайно важливим елементом монтажу, який забезпечує надійне функціонування водопровідної мережі. Місця з'єднань

труб та стики повинні бути такими ж міцними, герметичними і довговічними, як і самі труби. З'єднання труб виконують переважно нерозбірними, але для демонтажу труб під час ремонту, а також в місцях встановлення арматури, передбачаються розбірні з'єднання.

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

Якість і параметри арматури повинні бути не нижчими, ніж у трубопроводів, на яких вона встановлюється. Арматура повинна витримувати максимальний тиск, не менший, ніж труби системи водопостачання. В закритому положенні арматура не повинна пропускати воду. На корпусі не допускається поява стікаючих крапель води. Діаметри арматури повинні мати ті ж величини умовних проходів, що і труби для їх з'єднання.

Залежно від призначення трубопровідна арматура поділяється на запірну, регулюючу та запобіжну. Запірна арматура перекриває потік рідини і відключає окремі ділянки трубопроводу для огляду та ремонту. На системах водопостачання в основному використовуються запірна арматура з сірого ковкого чавуну, сталі, бронзи та латуні. Ущільнюючі елементи (сідла, клапани) виготовляють з латуні, бронзи, гуми, що забезпечує їх корозійну стійкість та довговічність.

Регулююча арматура підтримує на мережі витрати або тиск на рівні, що забезпечує роботу мережі в оптимальному режимі. До регулюючої арматури відносять регулятори тиску та витрат. Регулятори тиску понижують тиск і підтримують його "після себе", тому їх встановлюють на вводах в будинки, квартири, на окремих поверххах. В якості регулюючої арматури у внутрішніх водопроводах використовують також запірні вентиля та діафрагми, що встановлені перед водорозбірною арматурою, на розгалуженнях і стояках. Регулююча арматура виготовляється з тих же матеріалів, що і запірна. Запобіжна арматура захищає систему від пошкоджень при випадковому перевищенні параметрів рідини, що транспортується, над гранично допустимими.

До запобіжної арматури відносять запобіжні та зворотні клапани. Запобіжні клапани автоматично випускають воду з труб та резервуарів при появі тиску вище допустимого. При зниженні тиску вони закриваються. Зворотні клапани запобігають руху води в зворотному напрямку при зупинці насосів чи при зниженні тиску в зовнішній мережі нижче, ніж у внутрішній системі з баками.

Водорозбірна арматура призначена для відбору води із системи. Вона повинна 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 та акустичні характеристики. До водорозбірної арматури відносять: крани, що подають воду однієї температури (холодну або гарячу); змішувачі, які мають два підведення води (холодна і гаряча) і дозволяють змінювати витрати і температуру води, що подається; поплавкові клапани, які призначені для наповнення ємностей до певного рівня.

Сучасну водорозбірну побутову арматуру розробляють з урахуванням роботи не лише на пропуск розрахункових витрат води, але і на експлуатацію

цієї арматури в так званому економному режимі, тобто з обмеженою подачею води. Клапани регулювання витрат води в такій арматурі виготовляють з керамічними шайбами, які є досить стійкими до зношування і на довгий час забезпечують легке управління арматурою без втрат води.

2. Влаштування ввідів

Ввід - це трубопровід, який з'єднує зовнішню водопровідну мережу з водомірним вузлом будинку. Найчастіше використовують сталеві ($D \leq 50$ мм), чавунні ($D=65-300$ мм) і пластмасові труби, які прокладають з уклоном 0,003-0,005 до зовнішніх мереж.

У місцях перетину трубопроводів водопровідні труби прокладають мінімум на 0,4 м вище каналізаційних труб, а при необхідності прокладання ввідів нижче каналізаційних трубопроводів ввід виконують із сталевих труб, розміщених у футлярі. При цьому відстань від стінок каналізаційних труб до кінця футляру не повинна бути меншою, ніж 5 м в кожен бік в глинистих ґрунтах і 10 м - у фільтруючих. У цьому випадку каналізація також проектується із металевих труб.

При паралельному прокладанні водопроводу та інших підземних комунікацій відстань у плані між вводом питного водопроводу і випуском каналізації повинна бути не меншою за 1,5 м при діаметрі водопроводу до 200 мм включно і одночасно не меншою за 3-5 м від фундаменту будинку.

Кількість ввідів залежить від призначення будинку. Найчастіше в невеликих житлових будинках проектують один ввід, який краще розташовувати в тій частині будинку, де розміщена найбільша кількість водорозбірних приладів.

Ввід повинен бути якомога коротшим і підходити до будинку із зовнішньої мережі під прямим кутом.

Перетин вводу зі стінами підвалу слід виконувати в сухих ґрунтах із зазором 0,2 м між трубами і будівельними конструкціями, який заповнюється водо- і газонепроникними еластичними матеріалами, а в мокрих ґрунтах у зазор встановлюють сальники. Як правило, ввід через отвір фундаменту будинку або стіни підвалу виконують в металевій гільзі.

Ввід закінчується водомірним вузлом.

3. Водоміри і водомірні вузли

Основним елементом водомірного вузла є водолічильник. За допомогою водолічильників здійснюють облік витрат води. За положеннями [21] лічильники холодної води необхідно встановлювати:

- на вводах в будинки;
- на відгалуженнях до водонагрівачів централізованого гарячого водопостачання;
- на відгалуженнях в квартири жилих будинків;
- на відгалуженнях до виробничо-управлінських приміщень, фінансова діяльність яких незалежна від власника будинку.

Водолічильники (водоміри, лічильники води) за методом вимірювання поділяють на 5 категорій:

- тахеометричні (крильчасті та турбінні);
- дифманометричні;
- вихрові;

- ультразвукові;
- електромагнітні.

В сучасних умовах найчастіше для врахування кількості води, яку витрачають у житловому будинку, окремих цехах і невеликих підприємствах застосовують крильчасті водолічильники з робочим колесом у вигляді крильчатки з вертикальною віссю. Для автоматизованого обліку використовують лічильники з імпульсним входом.

На вхідному патрубку водолічильника після запірної арматури потрібно встановлювати фільтр, який затримує тверді частинки, що містяться у воді. Обвідна лінія водолічильника обов'язкова при наявності одного вводу в будинок, а також, якщо водоміри не розраховані на пропуск води при пожежі. Звичайно засувка на обвідній лінії закрита і опломбована.

Водолічильники на весь будинок встановлюють поблизу зовнішньої стіни в нежилому приміщенні, яке має бути теплим і сухим. Найчастіше ці лічильники розміщують у підвалах. Висоту встановлення лічильника приймають 0,3-1,0 м від рівня чистої підлоги, температура повітря в приміщенні не нижче +50С.

В окремих випадках дозволяється встановлювати водоміри ззовні будинку в спеціальних колодязях. Деякі з можливих варіантів розміщення водомірних вузлів на весь будинок наведені на рис. 10.1. В квартирах водолічильники встановлюють після запірної арматури на відгалуженні від стояка. Як правило, крильчасті водолічильники встановлюють у горизонтальному положенні, але окремі типи дозволяється встановлювати як на горизонтальних, так і на вертикальних ділянках трубопроводу. Напрямок руху води повинен співпадати з напрямком стрілки водолічильника.

4. Насоси на внутрішніх водопроводах

При недостатньому напорі в зовнішній водопровідній мережі для його підвищення в мережах внутрішніх водопроводів будинків і споруд передбачають підвищувальні установки, які можуть складатися з насосів, водонапірних баків з насосами або гідропневматичних установок. Найчастіше для житлових і громадських будинків проектують тільки насоси.

Насосні установки належить розташовувати в сухому приміщенні, яке опалюється, з природним або штучним освітленням і вентиляцією. Часто їх влаштовують в приміщеннях котелень, бойлерних, теплових пунктів, рідше - у підвальних приміщеннях під під'їздами або в окремих приямках зовні будинку. У виробничих приміщеннях насоси розташовують безпосередньо в цехах біля обладнання, яке споживає воду.

У зв'язку із значним шумом під час роботи насосні установки (крім пожежних) забороняється розташовувати під житловими помешканнями, аудиторіями і класами навчальних закладів, дитячими кімнатами, палатами лікарень та іншими приміщеннями, в яких не допускається високий рівень шуму. В окремих випадках, за погодженням місцевих органів санітарно-епідеміологічних служб, допускається розміщення насосів поряд з перерахованими приміщеннями, але при цьому сумарний рівень шуму в приміщеннях не повинен перевищувати 30 дБ.

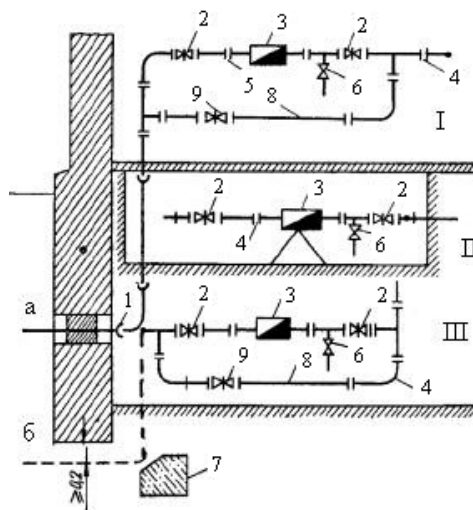


Рис. 10.1 - Схеми влаштування введів у будинок і монтажу загальних водомірних вузлів: а - прокладання труби вводу через фундамент; б - прокладання труби вводу під фундаментом; монтаж водомірного вузла: I - на першому поверсі; II - у монтажному колодязі; III - у підвалі; 1 - ввід водопроводу; 2 - запірні арматура; 3 - водолічильник; 4 - монтажне з'єднання; 5 - фільтр; 6 - спускний кран; 7 - підпора; 8 - обвідна лінія; 9 - опломбована засувка

У зв'язку із значним шумом під час роботи насосні установки (крім пожежних) забороняється розташовувати під житловими помешканнями, аудиторіями і класами навчальних закладів, дитячими кімнатами, палатами лікарень та іншими приміщеннями, в яких не допускається високий рівень шуму. В окремих випадках, за погодженням місцевих органів санітарно-епідеміологічних служб, допускається розміщення насосів поряд з перерахованими приміщеннями, але при цьому сумарний рівень шуму в приміщеннях не повинен перевищувати 30 дБ.

Висота приміщення, в якому влаштовують насоси, має бути не менше 2,2 м і достатньою для підйому і транспортування насосного обладнання. Навколо насосів потрібно передбачити вільні проходи. Між обладнанням насосних установок приймають такі найменші відстані: від бічного обрізу фундаменту електродвигуна з насосом до стіни приміщення – 700 мм; між сусідніми фундаментами – 700 мм; від торцевого обрізу фундаменту електродвигуна з насосом до стіни приміщення – 1000 мм; від торцевого обрізу фундаменту з боку електродвигуна – не менше відстані, необхідної для витягування ротора електродвигуна без зняття останнього з фундаменту.

Насоси з діаметром напірного патрубку до 100 мм включно допускається встановлювати вздовж стін і перегородок без проходу між агрегатом і стіною або перегородкою, але на відстані не менше 200 мм від фундаменту будинку. Фундаменти під насоси повинні виступати над підлогою не менше, ніж на 200 мм. Допускається влаштовувати два агрегати на одному фундаменті без проходу між ними з обов'язковим передбаченням проходу навколо такої установки шириною не менше 700 мм. Насоси під'єднують до мережі після водомірного вузла.

Насосні агрегати обладнують надійною звукоізоляцією, яка складається з амортизаторів під агрегатами, еластичних прокладок та еластичних

патрубків довжиною 0,8-1,2 м (вібровставки) на всмоктувальному та напірному трубопроводах. Для протипожежних насосів звукоізоляція необов'язкова.

У системах внутрішнього водопроводу, як правило, застосовують відцентрові насоси на одному валу з електродвигуном, бо вони надійніші в роботі та простіші в експлуатації. На напірній лінії кожного насосу встановлюють зворотній клапан, засувку або вентиль, манометр, а на всмоктувальній лінії - тільки засувку або вентиль. При встановленні насосів доцільно також передбачити обвідну лінію з засувкою і зворотнім клапаном в обхід насосів.

Пуск насосів може бути автоматичним, дистанційним або ручним. Протипожежні насоси можуть включати пусковими кнопками, що розташовані біля пожежних кранів або в диспетчерських пунктах.

5. Водонапірні баки. Гідропневматичні установки

Водонапірні баки в будинках забезпечують необхідний запас води для регулювання нерівномірності водопостачання (при постійній чи періодичній нестачі напору в мережі), а при наявності протипожежного обладнання, крім того, і недоторканий протипожежний запас води.

Водонапірні баки розташовують на горищах або верхніх поверхах в спеціальних приміщеннях. Вони можуть бути металевими або залізобетонними, круглими або прямокутними в плані. Баки встановлюють на спеціальні піддони і зверху закривають спеціальними кришками з люками.

Відстані між баком і будівельними конструкціями повинні бути не меншими, ніж 0,7 м, а збоку поплавкових клапанів - не меншими за 1,0 м; від верху баку до перекриття - не меншими за 0,6 м, від піддона до дна бака - не меншими 0,5 м.

У водонапірних баках передбачають циркуляцію води спеціальними пристроями, або, що частіше, за рахунок влаштування трубопроводів вводу і відводу води з протилежних сторін бака. Регулювальний об'єм баку визначають за графіками подачі води і водоспоживання або за формулами, що враховують середньогодинні витрати води в будинку, період недостатнього тиску в мережі, продуктивність і ступінь автоматизації насосів. Недоторканий протипожежний запас води визначають із розрахунку 10-ти хвилинного гасіння пожежі.

При проектуванні внутрішнього водопроводу з баками слід враховувати їх суттєві недоліки: необхідність спеціальних приміщень, значні динамічні навантаження на перекриття, ретельна експлуатація баків (періодичне чищення, забезпечення циркуляції, захист від атмосферного забруднення тощо).

Гідропневматичні установки складаються з насосних установок і гідропневматичних баків. Як правило, вони автоматизовані. При пониженні рівня води в баці насоси вмикаються від датчика, при досягненні вищого рівня вимикаються. Тиск в заданих межах в гідропневматичних баках підтримується за допомогою компресора і насосів.

Гідропневматичні баки розміщують у підвалах, на перших поверхах або в окремих приміщеннях, що опалюються. В багатоповерхових будинках при зонному водопостачанні гідропневматичні установки можуть розташовувати

на верхніх поверхах.

Гідропневматичні баки встановлюють вертикально або горизонтально. Відстань між баками, від баків до стін і перекриття повинна бути не меншою, ніж 0,6 м.

6. Розрахунок внутрішнього водопроводу

Системи холодного й гарячого водопостачання повинні забезпечувати подачу води відповідно до розрахункового числа водоспоживачів або встановлених санітарно-технічних приладів.

Секундну витрату води водорозбірними приладами слід визначати таким чином:

- окремим приладом – згідно з дод. 2 [21];
- одним приладом з групи різних, обслуговуючих однакових водоспоживачів на ділянці тупикової мережі, - згідно з дод. 3 [21];
- одним приладом з групи різних, які обслуговують різних водоспоживачів, - за формулою

$$q_0(q_0^{\text{tot}}, q_0^h, q_0^c) = \frac{\sum_{i=1}^i U_i \cdot P_i \cdot q_{0i}}{\sum_{i=1}^i U_i \cdot P_i} = \frac{U_1 \cdot P_1 \cdot q_{01} + U_2 \cdot P_2 \cdot q_{02} + \dots + U_i \cdot P_i \cdot q_{0i}}{U_1 \cdot P_1 + U_2 \cdot P_2 + \dots + U_i \cdot P_i}, \quad \text{л/с}, \quad (10.1)$$

де $q_0(q_0^{\text{tot}}, q_0^h, q_0^c)$ - витрата води одним приладом – загальне позначення (загальна витрата, гаряча вода, холодна вода), л/с;

U_1, U_2, U_i - кількість санітарно-технічних приладів у 1-й, 2-й, i-й групі;

P_1, P_2, P_i - ймовірність дії санітарно-технічних приладів для кожної групи водоспоживачів; визначають згідно з п. 3.4 [21];

q_{01}, q_{02}, q_{0i} - витрата води кожним видом водорозбірної арматури, л/с; приймають згідно з дод. 3 [21].

У житлових і громадських будівлях і спорудах, щодо яких відсутні відомості про витрати води і технічні характеристики санітарно-технічних приладів, допускається приймати: $q_0^{\text{tot}} = 0,3$ л/с, $q_0^h = q_0^c = 0,2$ л/с.

Максимальну секундну витрату води на розрахунковій ділянці мережі слід визначати за формулою

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \quad \text{л/с}, \quad (10.2)$$

де α - коефіцієнт, визначуваний згідно з дод. 4 [3] залежно від загального числа приладів U на розрахунковій ділянці мережі і вірогідності їх дії P . При цьому табл. 1 дод. 4 [3] треба керуватися при $P > 0,1$ і $N \leq 200$; при інших значеннях P і N коефіцієнт α слід приймати за табл. 2 дод. 4 [21].

Контрольні запитання:

- 1) Які вимоги ставлять до труб внутрішньої водопровідної мережі?
- 2) Які матеріали застосовують для виготовлення труб внутрішньої водопровідної мережі?
- 3) Назвіть особливості застосування сталевих водопровідних труб.

- 4) Назвіть особливості застосування полімерних водопровідних труб.
- 5) Назвіть особливості застосування мідних водопровідних труб.
- 6) Як з'єднують водопровідні труби?
- 7) Які види арматури застосовують на внутрішніх водопровідних мережах?
- 8) Яка різниця у призначенні запірної та регулюючої арматури водопровідних мереж?
- 9) Які застосовують види водорозбірної арматури?
- 10) Назвіть основні принципи влаштування вводів водопровідної мережі.
- 11) В яких місцях рекомендовано встановлювати водолічильники?
- 12) Які застосовують види водолічильників?
- 13) Яке обладнання встановлюється разом із водолічильниками?
- 14) Як влаштовують насосні установки?
- 15) Які умови встановлення водонапірних баків?
- 16) Які умови встановлення гідропневматичних установок?
- 17) Які основні принципи розрахунку внутрішнього водопроводу?

ТЕМА 11. Системи і схеми водовідведення будівель.

- 1) *Класифікація систем водовідведення будівель.*
- 2) *Схема і основні елементи господарчо-побутової мережі водовідведення будівлі.*
- 3) *Матеріали та устаткування для влаштування господарчо-побутової водовідвідної мережі.*
- 4) *Трасування та влаштування внутрішньої водовідвідної мережі.*
- 5) *Проектування і розрахунок внутрішньої господарчо-побутової мережі.*

1. Класифікація систем водовідведення будівель

Внутрішня каналізація – це система трубопроводів та інженерного обладнання, що забезпечують організований прийом стічних вод у місцях їх утворення та транспортування забруднених стоків за межі будинку у зовнішні мережі. За необхідності до системи внутрішньої каналізації можуть входити споруди місцевого підкачування або локального очищення стічних вод.

Системи внутрішньої каналізації поділяють за способом збору й видалення забруднень, характеристикою стічних вод, сферою обслуговування, наявністю спеціального обладнання і вентиляції мережі.

За способом збору та видалення забруднень розрізняють вивізну і сплавну каналізацію. При вивізній каналізації рідкі забруднення в неканалізованих районах збирають децентралізовано (вигріби, люфтьклозети), періодично вивозячи їх автотранспортом на очисні споруди. При сплавній системі забруднення розбавляються водою і транспортуються за межі будинку в зовнішні каналізаційні мережі.

За характеристикою стічних вод системи внутрішньої каналізації бувають побутові, виробничі й дощові (водостоки). Побутова каналізація відводить забруднену воду після миття посуду, продуктів, прання білизни, санітарно-гігієнічних процедур, а також фекальні стоки, що містять рідкі й тверді виділення людини. Виробнича каналізація виводить за межі будівель виробничі стічні води, що утворилися в технологічному процесі. Внутрішні водостоки (дощова каналізація) відводять з даху будинків дощові й талі води.

За сферою обслуговування розрізняють об'єднані й роздільні системи

каналізації. Об'єднані системи використовують у тих випадках, коли змішування різних стічних вод не утворює токсичних, вибухонебезпечних або інших речовин, що перешкоджають безпечному транспортуванню і очищенню стічних вод. Роздільні системи каналізації (наприклад, побутової і виробничої) доцільно влаштовувати на підприємствах, якщо виробничі стоки потребують локального очищення.

Системи внутрішньої каналізації можуть бути простими, тобто без спеціального обладнання, і зі спеціальним обладнанням (наприклад, місцеві установки підкачування або очищення стічних вод перед їх відведенням у зовнішні мережі).

Перераховані системи каналізації видаляють забруднення в рідкому стані (стічні води). Тверді відходи, сміття видаляють сміттепроводами, які також належать до систем каналізації (каналізація твердих відходів).

2. Схема і основні елементи господарчо-побутової мережі водовідведення будівлі

Система внутрішнього водовідведення складається з таких елементів: приймачів стічних вод, мережі трубопроводів (обвідних ліній, стояків, колекторів, випусків) та місцевих установок для перекачування або попереднього очищення стічних вод. Системи внутрішнього водовідведення обладнані пристроями для вентиляції (вентиляційними трубопроводами), для чищення у разі засорів (ревізіями, прочищеннями), для захисту приміщень від проникнення з водовідвідної мережі шкідливих і погано пахнучих газів (гідравлічними затворами).

Відведення стічних вод від будівель може здійснюватися також по відкритих або закритих каналах і лотках відповідно до санітарних вимог. Стічні води відводять, як правило, самотлив у внутрішньоквартальну зовнішню водовідвідну мережу. Якщо територія виробничого або суспільного об'єкту має межі, то стічні води поступають спочатку у внутрішньомайданчикову або дворову мережу, а далі в зовнішню водовідвідну мережу населеного пункту.

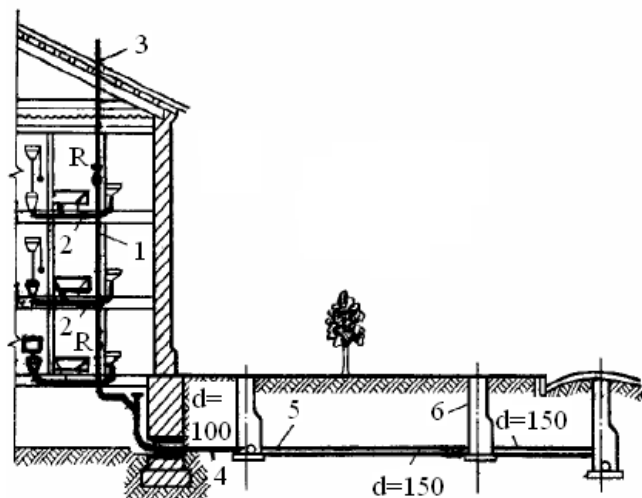


Рис. 11.1 - Схема внутрішньої каналізації: 1 - каналізаційний стояк; 2 - поверхові відвідні лінії; 3 - витяжна частина стояка; 4 - випуск; 5 - дворова мережа; 6 - контрольний колодязь; 7 - вуличний колектор

Приймачі стічних вод збирають забруднену воду і відводять її в каналізаційну мережу. Гідравлічні затвори перешкоджають попаданню газів з каналізаційної мережі в приміщення. Поверхові відвідні труби з'єднують приймачі стічних вод зі стояками. Каналізаційні стояки можуть мати витяжну частину (вентильовані стояки) або бути без неї – невентильовані. Горизонтальні ділянки об'єднують стояки з випусками.

Внутрішня каналізація закінчується випуском, який підключається до колодязя, що розташований поза будинком.

3. Матеріали та устаткування для влаштування господарчо-побутової водовідвідної мережі

Для мереж внутрішньої каналізації використовують чавунні, пластмасові, азбестоцементні, керамічні, бетонні та, в окремих випадках, скляні та сталеві труби. В житлових будинках використовують переважно чавунні й пластмасові труби.

Чавунні каналізаційні труби діаметром 50, 100, 150 мм випускають довжиною 0,5-2,2 м. Для захисту труб від агресивної дії стічних вод їх поверхню покривають антикорозійним захистом. Чавунні труби з'єднують за допомогою розтрубів. Кільцевий простір розтрубу герметизують просмоленним пасмом і азбестоцементом або асфальтовою мастикою. Для герметизації стику можуть використовувати також розплавлену сірку з каоліном, гумові кільця або цемент.

При монтажі каналізаційних мереж використовують різні фасонні частини.

Пластмасові каналізаційні труби використовують в господарсько-побутових системах та виробничих будівлях для відводу агресивних стоків з температурою не вище 40-600С. З'єднують труби за допомогою муфт або розтрубів і, крім того, стики можуть зварювати або склеювати. З'єднувальні пластмасові фасонні частини за конфігурацією і переліком подібні до чавунних.

При використанні пластмасових труб каналізаційні стояки необхідно прокладати приховано, огорожувальні конструкції виконувати з матеріалів, що не горять. Лише в санвузлі житлового приміщення, в підвалах та на горищі пластмасові каналізаційні трубопроводи дозволяється прокладати відкритим способом.

Керамічні каналізаційні, азбестоцементні, бетонні та залізобетонні труби переважно використовують для прокладання зовнішніх або внутрішніх виробничих мереж. Скляні труби використовують у внутрішній каналізації лише для транспортування агресивних стоків (наприклад, травильні розчини металообробки). Сталеві (неоцинковані) труби можуть використовувати для відводу стічних вод від питних фонтанчиків, умивальників та технологічного обладнання у виробничих приміщеннях.

Для влаштування водовідвідної мережі використовують приймачі стічних вод. Приймачами стічних вод служать санітарні прилади, трапи, сливи, воронки, лотки і т.п. Для прийому дощових стічних вод на поверхні крівлі встановлюють водостічні воронки.

Приймачі стічних вод виготовляють з міцного, водонепроникного матеріалу, невідчужливого хімічній дії стічних вод. Поверхня приладів для зручності миття має бути гладкою (без шорсткостей) і мати закруглену форму. У випусках від всіх приймачів (окрім унітазів) є грати для затримання твердих забруднень, що можуть викликати засмічення трубопроводів.

Пристрої для очищення мережі. Для забезпечення надійної і безперебійної роботи мережі внутрішнього водовідведення на ній встановлюють ревізії та очищення. На стояках ревізії встановлюють не рідше ніж через три поверхи, а крім того, як правило, у верхньому і нижньому поверхах і вище за відступи. На горизонтальних ділянках мережі ревізії або очищення встановлюють на поворотах, а також по довжині трубопроводів залежно від їх діаметру та характеру забруднень стічних вод. На підвісних лініях встановлюють очищення, які виводять в приміщення вищерозміщеного поверху.

4. Трасування та влаштування внутрішньої водовідвідної мережі

Мережу внутрішнього водовідведення, що складається з відвідних трубопроводів від приладів (приймачів стічних вод), стояків, колекторів (горизонтальних трубопроводів, які об'єднують декілька стояків), витяжних труб, випусків і внутрішньоквартальної мережі, прокладають з дотриманням ряду правил.

Відвідні поверхові труби з'єднують санітарні прилади із стояками. Їх прокладають по стінах над підлогою на висоті 0-150 мм, а інколи і під стелею у вигляді підвісних трубопроводів у нежитлому приміщенні, що розташоване нижче. При підвищених вимогах до внутрішнього оздоблення приміщень прокладання поверхових відвідних труб здійснюють приховано в борознах, нішах стін, панелях, монтажних коридорах, підвісних стелях.

Труби прокладають з уклоном в сторону стояка. Санітарні прилади, що розташовані в різних квартирах на одному поверсі, під'єднувати до одного відвідного трубопроводу не допускається.

На відвідних лініях побутової та виробничої каналізації для ліквідації засмічень трубопроводів передбачають встановлення прочисток або ревізій. Ревізії дозволяють очищати трубу в обох напрямках. Вони виготовляються у вигляді люків в трубі, що закривають кришкою, яка кріпиться до корпусу двома або чотирма болтами (з металу) або різьбовим з'єднанням (з пластмаси). Між кришкою і люком для герметичності встановлюють гумову прокладку.

Прочистки виконують у вигляді косого трійника або двох відводів з заглушкою. Заглушка герметизується легкоплавкою мастикою або суриково-крейдяною замазкою. Прочистка забезпечує плавний вхід тросу в трубу в одному напрямку при чищенні цієї ділянки. На горизонтальних ділянках прочистки і ревізії встановлюють на відстані 6-15 м при діаметрі труб 50 мм і 8-20 м при діаметрі 100-150 мм залежно від кількості забруднень в стічних водах.

В квартирах довжина поверхових відвідних труб, як правило, не перевищує 6 м і тому досить рідко на цих ділянках встановлюють окремі прочистки або ревізії, а чищення трубопроводів здійснюють через сифони-ревізії.

Ревізії на стояках в житлових будинках встановлюють на першому та останньому поверхах і, якщо будинок висотою 5 чи більше поверхів, то не рідше ніж через три поверхи. Не дозволяється встановлювати ревізії: на стояках побутової каналізації, яка проходить через приміщення громадського харчування; на мережі, яка проходить через виробничі та складські приміщення для прийняття, зберігання та підготовки товарів до продажу; в підсобних приміщеннях магазинів.

Каналізаційні стояки транспортують воду від відвідних ліній в нижню

частину будинку. Стояки розташовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано - в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче до унітазів).

Не слід розмішувати стояки біля перегородок, що відділяють санвузли від житлових кімнат, маючи на увазі шум води, що виникає при роботі санприладів. Для зменшення кількості стояків приймачі стічних вод розташовують компактними групами як в плані, так і в розрізі будинку по висоті. По всій висоті стояки повинні мати один діаметр, не менший за найбільший діаметр відвідних труб. До одного каналізаційного стояка можуть бути приєднані поверхові відвідні труби двох суміжних санвузлів на поверсі.

Для ліквідації засмічень на стояках на висоті 1 м від підлоги на першому, останньому і не рідше, ніж через три поверхи, обов'язково встановлюють ревізії. При прихованому прокладанні каналізаційних стояків в місцях встановлення ревізій роблять люки розмірами не менше, ніж 0,3-0,4 м. Стояки під'єднують до збірних горизонтальних ділянок або випусків, використовуючи косий трійник і відвід, два відводи або видовжений відвід, тобто ті фасонні частини, що забезпечують плавний перехід вертикального потоку рідини в горизонтальний.

В основі стояк повинен мати жорстку опору.

Як правило, каналізаційні стояки мають витяжну частину, яка є продовженням стояка і виходить за межі даху будинку на 0,3-0,5 м в звичайних умовах і на 3 м, якщо дах експлуатується. Наявність витяжної частини забезпечує вентиляцію зовнішніх каналізаційних мереж та захищає гідрозатвори від відсмоктування води ("зрив гідрозатвору"). Витяжну частину каналізаційного стояка флюгаркою не накривають. Для зменшення кількості перетинів покрівлі будинку можуть влаштовувати одну спільну витяжну частину для декількох стояків.

Відстань по горизонталі від витяжної частини стояка до вікон чи балконів, що відкриваються, повинна бути не меншою, ніж 4 м. Дозволяється влаштування невентильованих каналізаційних стояків, які конструктивно відрізняються від звичайних тим, що не мають витяжної частини. Такі стояки можуть встановлюватись в сільських одноповерхових житлових будинках або в інших випадках за розрахунком та за умови, що в будинку є ще хоча б один вентильований стояк.

Невентильований каналізаційний стояк повинен закінчуватись прочисткою, що встановлюється в розтруб прямого відводу хрестовини або трійника на рівні під'єднання до цього стояка найвище розташованого приладу.

Збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, що об'єднують стояки і випуск, прокладають у підвалах, технічному підпіллі або каналах. Всі каналізаційні стояки будинку рекомендується об'єднувати у групи, до яких входять близько розташовані один біля одного стояки. Для кожної групи проектують один випуск. Всі випуски слід направляти за межі стін дворових фасадів (тобто в сторону розташування під'їздів) і підключати до дворової каналізації. При обґрунтуванні дозволяється проектувати один загальний торцевий випуск. Мінімальну глибину випуску приймають на 0,3 м вище глибини промерзання ґрунту, але не менше 0,7 м до верху труби. Довжина випуску, що вимірюється від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя, повинна бути

не більшою 6 м при діаметрі труби 50 мм і не більшою 8 м при 100 мм і більше. В місцях перетину фундаментів будинку з випуском необхідно передбачати отвори у фундаменті. Відстань від верху труби до верху отвору повинна бути не меншою за 0,15 м. Після прокладання труб отвори замоноличують м'ятою глиною з дрібним щебенем. При рівні підземних вод вище випуску в стіні підвалу необхідно закладати металеву гільзу із сальниковим набиванням. При прокладанні каналізаційних випусків нижче підшви фундаменту влаштовують футляри з бетонних чи залізобетонних труб, або передбачають місцеве заглиблення фундаментів не менше, ніж на 0,1 м нижче основи труби.

Випуски необхідно під'єднувати до зовнішньої мережі “шелига в шелигу” або з влаштуванням перепаду. Діаметр випуску визначають за розрахунком, але приймають не меншим за діаметр найбільшого із стояків, що приєднані до даного випуску.

5. Проектування і розрахунок внутрішньої господарчо-побутової мережі

Розрахунок мереж внутрішньої каналізації зводиться до визначення діаметрів трубопроводів, уклонів труб та перевірки пропускної здатності труб. Правильно запроектована мережа забезпечує нормальне водовідведення розрахункових витрат стічних вод.

Максимальні секундні витрати стічних вод q_s , л/с, на ділянках каналізаційних мереж в будинках і спорудах слід визначати:

- при загальних витратах холодної та гарячої води на відповідній ділянці водопровідної мережі $q^{tot} \leq 8$ л/с за формулою:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с}; \quad (11.1)$$

- в інших випадках, тобто при $q^{tot} > 8$ л/с:

$$q^s = q^{tot} \quad (11.2)$$

де q_0^s - найбільші секундні витрати стічних вод від санітарних приладів [21]. Для санітарних приладів, що зустрічаються найчастіше, значення величини q_0^s такі: для умивальників - 0,15 л/с, для мийок - 0,6 л/с, для ванн - 0,8 л/с, для унітазів зі зливним бачком (краном) - 1,6 (1,4) л/с.

Пропускну здатність горизонтальних ділянок каналізаційних трубопроводів рекомендується визначати за таблицями для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж. Швидкість руху стічних вод в трубопроводах діаметром ≤ 150 мм приймають не менше 0,7 м/с. Наповнення h/d для трубопроводів 50-100 мм рекомендується приймати 0,3-0,5. Уклони трубопроводів приймають такими, щоб забезпечити швидкість руху води і наповнення труб у вказаних межах. При цьому уклон труб не може бути меншим, ніж $1/d$ і більшим 0,15 (за виключенням коротких - до 1,5 м - труб). При дуже малих уклонах зростає небезпека засмічення труб, а при великих - механічне руйнування труб за рахунок стирання внутрішньої поверхні.

При розрахунку мереж повинна виконуватись умова:

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (11.3)$$

де $K = 0,5$ - для трубопроводів із пластмаси та скла і $0,6$ м - для трубопроводів з інших матеріалів.

В тих випадках, коли виконати умову (11.3) неможливо через недостатню величину витрат стічних вод, ділянки мережі вважають безрозрахунковими; їх слід прокладати з уклоном $0,03$ при діаметрах труб $40-50$ мм і $0,02$ - при діаметрі труб $85-100$ мм.

В житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 85 або 100 мм, а від решти санітарних приладів 40 або 50 мм. Уклони приймають такими, як і для безрозрахункових ділянок.

Діаметри вентилязованих каналізаційних стояків визначають залежно від величини розрахункових витрат стічних вод і найбільшого діаметру поверхового відвідного трубопроводу. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднують до цього стояка.

Якщо у будинку є невентильовані стояки, то конструктивні розміри таких стояків та їх пропускну здатність слід визначати за [21].

В системах виробничої каналізації швидкість руху води та наповнення трубопроводів визначають необхідністю забезпечення в трубопроводах самоочисної швидкості руху стічних вод.

Контрольні запитання:

- 1) Що таке внутрішня каналізація?
- 2) Яка різниця між вивізною та сплавною каналізацією?
- 3) Назвіть види внутрішньої каналізації залежно від характеристики стічних вод?
- 4) З яких елементів складається система внутрішніх водоводів?
- 5) Яке призначення гідравлічних затворів?
- 6) Які труби застосовують для влаштування внутрішніх каналізаційних мереж?
- 7) Призначення та види приймачів стічних вод.
- 8) Як здійснюють очищення каналізаційної мережі?
- 9) Назвіть основні принципи влаштування внутрішньої водовідвідної мережі.
- 10) Як здійснюють прокладення відвідних труб: горизонтально або з ухилом?
- 11) Яке треба підтримувати співвідношення діаметрів відвідних труб і стояків?
- 12) Як здійснюється вентиляція внутрішніх каналізаційних мереж?
- 13) Дозволяється чи ні влаштування невентильованих стояків?
- 14) Як під'єднують випуски до зовнішніх мереж?
- 15) Для чого здійснювати розрахунок внутрішньої каналізації?
- 16) Які ділянки вважають безрозрахунковими?
- 17) За якими параметрами визначають діаметри каналізаційних стояків?

ТЕМА 12. Водостоки будівель.

- 1) Зовнішня дощова мережа.
- 2) Влаштування внутрішніх водостоків.
- 3) Розрахунок внутрішніх водостоків.

1. Зовнішня дощова мережа

Відвід дощових і талих вод з даху будинку може бути неорганізованим з вільним скиданням води по звисах карнизу та організованим при скиданні води через зовнішні та внутрішні водостоки (рис. 12.1).

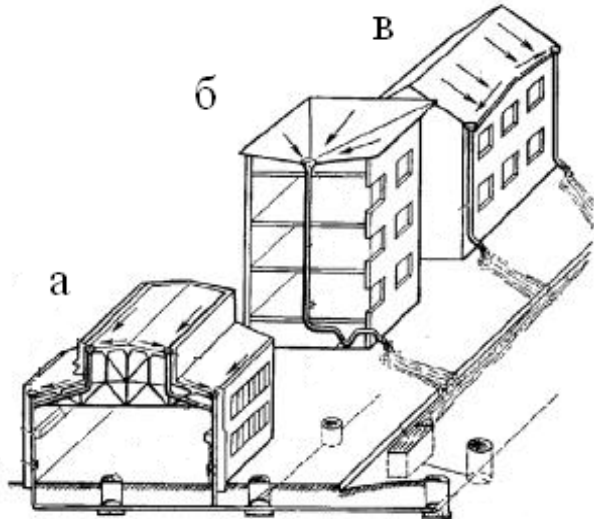


Рис. 12.1 - Водостоки будинків:
а, б - внутрішні; в - зовнішні

Зовнішні водостоки складаються з жолобів та водостічних труб. Труби і деталі до них виготовляють з оцинкованої сталі або пластмаси. Випуск зовнішніх водостічних труб повинен бути вище тротуару або вимощення на 0,2 м. При влаштуванні відкритих випусків слід передбачати заходи зі запобігання розмиву поверхні ґрунту біля будинку.

В зимові періоди зовнішні водостоки обмерзають і талі води відводяться з даху не повністю, що приводить до замокання та руйнування будівельних конструкцій. Зовнішні водостоки недовговічні і трудомісткі в ремонті. Більш надійні в роботі внутрішні водостоки.

2. Влаштування внутрішніх водостоків

Внутрішні водостоки складаються з таких основних елементів: водостічних вороронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та очищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів).

Вода з внутрішніх водостоків може відводитись на вимощення будинків (відкриті випуски) або в мережі дощової чи загальносплавної каналізації (закриті випуски). Відвід води з системи внутрішніх водостоків в мережу побутової каналізації забороняється.

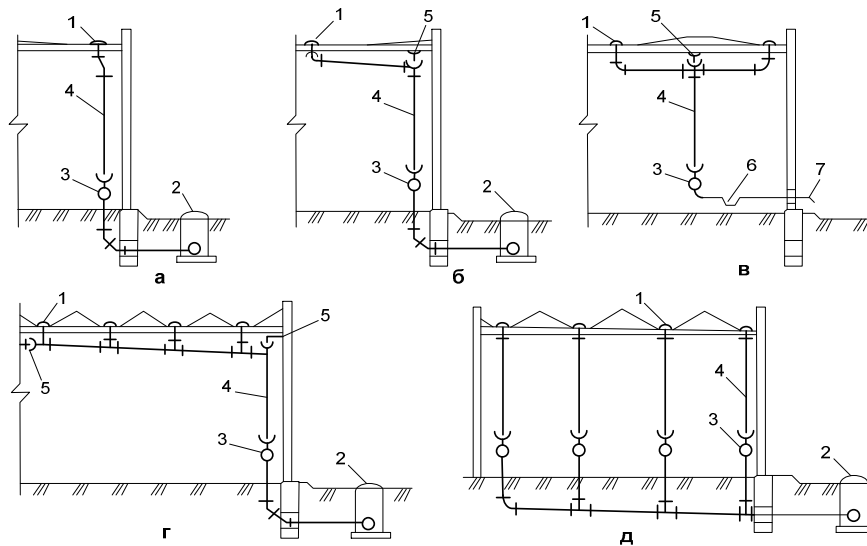


Рис. 12.2 - Основні схеми внутрішніх водостоків: а – система з однією воронкою на стояку; б – система з однією воронкою на стояку та підвісним трубопроводом; в – система з двома воронками, які розташовані симетрично відносно стояка; г - система з декількома воронками і самотливим підвісним трубопроводом; д - система з декількома воронками і самотливим підпільним трубопроводом; 1 – водостічна воронка; 2 – колодязь на випуску; 3 – ревізія; 4 – водостічний стояк; 5 – прочистка; 6 – гідрозатвор; 7 – відкритий випуск

Водостічні воронки розташовують на даху з урахуванням рельєфу даху та водозбірної площі, що припадає на одну воронку. Цю площу визначають за розрахунком залежно від пропускної здатності воронки та розрахункових витрат дощових вод.

Розрахункові витрати дощу з водозбірної площі, що припадають на одну водостічну воронку, не повинні перевищувати допустимих величин, які визначають за паспортними даними прийнятого типу воронки. Конструкція водостічної системи повинна забезпечувати пропуск розрахункових витрат води з водозбірної площі при мінімальних діаметрах труб.

Водостічні воронки встановлюють з таким розрахунком, щоб максимальна відстань між ними не перевищувала 48 м. Їх слід встановлювати в конструкцію даху з влаштуванням герметичного з'єднання. Гідроізоляційний шар покрівлі випускають на фланець зливного патрубку, затискують зверху фланцем приймальної решітки і заливають бітумною мастикою.

В будинках відвідні трубопроводи від воронки рекомендується прокладати на горищах, технічних поверхах, підвалах. Не дозволяється прокладати їх над обладнанням, що боїться попадання вологи. Стояки розташовують біля стін відкрито або в нішах. Замонолічування їх у блоки або панелі не дозволяється. У житлових будинках стояки внутрішніх водостоків рекомендується розташовувати на сходових клітинах біля стін нежитлових кімнат.

Для очищення мережі внутрішніх водостоків так, як і на мережі побутової каналізації, встановлюють ревізії та прочистки. Мережі внутрішніх водостоків монтують з чавунних, бетонних, сталевих, азбестоцементних та пластмасових труб залежно від схеми розташування внутрішніх водостоків, висоти та призначення будинку. Для водостічних стояків та відвідних

трубопроводів слід приймати труби, що витримують гідростатичний тиск при засмічуваннях та переповненнях. Сталеві труби з ізоляцією від корозії приймають у виробничих приміщеннях, де можлива вібрація, яка буде передаватись на водостоки. Для стояків використовують чавунні, азбестоцементні та пластмасові труби.

3. Розрахунок внутрішніх водостоків

Розрахунок внутрішніх водостоків включає визначення витрат дощових вод, типів і діаметрів воронок, стояків, підвісних ліній і випусків. При визначенні водозбірної площі крівлі необхідно враховувати 30% сумарної площі вертикальних стін, що примикають до крівлі та підносяться над нею. Розрахункову витрату дощових вод з водозбірної площі слід визначати за формулами, рекомендованих [21]:

- для кровель з ухилом до 1,5% включно

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, \text{ л/с,} \quad (12.1)$$

- для кровель з ухилом понад 1,5 %

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \text{ л/с,} \quad (12.2)$$

де F - водозбірна площа, м²;

q_{20} - інтенсивність дощу, л/с з 1 га, (для даної місцевості) тривалістю 20 хв. при періоді одноразового перевищення розрахункової інтенсивності 1 рік (приймається за [20];

q_5 - інтенсивність дощу, л/с з 1 га, (для даної місцевості) тривалістю 5 хв. при періоді одноразового перевищення розрахункової інтенсивності 1 рік визначається за формулою, рекомендованою [21]

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20}, \text{ л/с,} \quad (12.3)$$

де n - параметр, що приймається за [20].

Допустимі витрати на водостічні стояки: при $d_{ст} = 100$ мм - $q < 20$ л/с, при $d_{ст} = 150$ мм - $q < 50$ л/с. Наповнення відвідних ліній не повинне перевищувати 0,8 діаметру. Підвісні й підпільні трубопроводи систем водостоків з декількома воронками слід розраховувати за самотечійним режимом.

На плоскій крівлі будівлі встановлюють не менше двох водостічних воронок. Допускається встановлювати одну воронку на кожну секцію житлової або суспільної будівлі.

Розрахункову витрату на одну воронку приймають за паспортними даними прийнятого типу воронки.

Для стояків застосовують пластмасові, азбестоцементні або чавунні труби, і лише для підвісних ліній можна застосовувати сталеві.

Контрольні запитання:

- 1) Як організують відвід дощових і талих вод з дахів будинків?
- 2) Назвіть основні елементи внутрішніх водостоків.
- 3) Охарактеризуйте основні схеми внутрішніх водостоків.
- 4) Призначення та основні принципи розміщення водостічних воронок.

- 5) Як прокладають відвідні трубопроводи та стояки?
- 6) На мережах внутрішніх водостоків встановлюють ревізії або прочистки?
- 7) Які параметри визначають при розрахунку внутрішніх водостоків?
- 8) Як визначити інтенсивність дощу?
- 9) Які види труб застосовують для стояків внутрішніх водостоків?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- 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) Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
- 5) Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения. – М.-С.Пб.: Изд-во «АСВ», СПбГАСУ, 1998. – 246 с.
- 6) Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.
- 7) Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения. – М.:Стройиздат, 1987. – 336 с.
- 8) Абрамов Н.Н. Водоснабжение. - М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
- 9) Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища школа, 1986. – 352 с.
- 10) Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 680 с.
- 11) Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
- 12) Николадзе Г.И. Коммунальное водоснабжение и канализация. – М.: Стройиздат, 1983. – 423 с.
- 13) Варфоломеев Ю.М., Орлов В.А. Санитарно-техническое оборудование зданий. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 249 с.
- 14) Дроздов В.Ф. Санитарно-технические устройства зданий. – М.: Стройиздат, 1980. – 184 с.
- 15) Сергеев Ю.С. и др. Санитарно-техническое оборудование зданий. Примеры расчета. – К.: Вища школа, 1991. – 206 с.
- 16) Інженерне обладнання будівель: Підручник. / Кравченко В. С., Саблій Л.А., Давидчук В.І., Кравченко Н.В.; За ред. В.С.Кравченка / - Рівне: НУВГП, 2005 - 413 с.
- 17) ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества. – М.: 1984. – 7 с.
- 18) ДСанПіН №136/1940-97. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. – К.: МОЗ, 1997. – 16 с.
- 19) СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
- 20) СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.
- 22) СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 56 с.

Навчальне видання

Сорокіна Катерина Борисівна

Конспект лекцій

з курсу

«Водопостачання та водовідведення»

(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності 7.092108 (7.06010108) «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Редактор *М. З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2010, поз. 58 Л

Підп. до друку 31.08.2010 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 5,5

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

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

Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.