

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ  
«Любешівський технічний фаховий коледж  
Луцького національного технічного університету»



## **Санітарно-технічне обладнання будівель**

### **Конспект лекцій**

**для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня фаховий  
молодший бакалавр  
галузь знань 19 Архітектура та будівництво  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
денної форми навчання**

**Любешів 2025**

**УДК**

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

\_\_\_\_\_ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотеки \_\_\_\_\_ Корець Н.

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», протокол №

\_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2025 року

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової методичної комісії

педпрацівників будівельного профілю ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», протокол

№ \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2025 року

Голова випускної циклової методичної комісії \_\_\_\_\_ Данилік С.М.

Укладач: \_\_\_\_\_ Оласюк В.С.

(підпис)

Рецензент: \_\_\_\_\_

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ Данилік С.М. голова випускної циклової методичної комісії педпрацівників будівельного профілю ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ»

Санітарно-технічне обладнання будівель [Текст]: конспект лекцій для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання / уклад. В.С.Оласюк – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2025– 118с.

Видання розроблене на основі робочої навчальної програми з дисципліни «Санітарно-технічне обладнання будівель» та містить конспект лекцій, перелік рекомендованої літератури.

В.С. Оласюк, 2025

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1 Теплопостачання .....	8
Тема 2. Вентиляція .....	27
Тема 3. Газопостачання .....	34
Тема 4. Водопостачання.....	37
Тема 5 Каналізація.....	75
Тема 6. Виконання санітарно-технічних робіт .....	106
Умовні позначення.....	116
Рекомендована література.....	117

## Вступ

Навчальна дисципліна «Санітарно технічне обладнання будівель» належить до циклу навчальних дисциплін професійно-практичної підготовки. Метою вивчення дисципліни є формування у майбутніх фахівців умінь і знань з сучасних методів проектування, будівництва та експлуатації систем водопостачання, водовідведення, газопостачання, вентиляції та кондиціонування повітря населених міст, житлових і промислових об'єктів.

Предметом вивчення дисципліни є системи й схеми водопостачання; водовідведення; газопостачання; вентиляції та кондиціонування повітря населених міст і промислових підприємств, методи й споруди поліпшення якості, подачі й розподілу питної води, методи й споруди для транспортування та очищення стічних вод і осадів, газопостачання будівель, вентиляції та кондиціонування, основи проектування та експлуатації внутрішніх і зовнішніх систем.

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

- Основні положення та вимоги державних стандартів;
- класифікації та основні характеристики систем і схем водопостачання; водовідведення газопостачання вентиляції та кондиціонування повітря, населених пунктів, житлових і промислових об'єктів;
- принципи вибору системи й схеми водопостачання водовідведення, газопостачання вентиляції та кондиціонування повітря об'єкта;
- основні принципи санітарно-технічного обладнання будинків та споруд;
- визначення розрахункових параметрів систем забору, подачі й приготування води різної якості для потреб водопостачання;
- визначення розрахункових параметрів систем відведення і очищення стічних вод від різних споживачів;
- визначення розрахункових параметрів систем газопостачання;
- визначення розрахункових параметрів систем вентиляції та кондиціонування повітря.

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

Основні терміни та визначення інженерних мереж приймаються відповідно до ДБН , у якому наведена будівельна термінологія.

**Інженерні мережі** – трубопроводи і кабелі різного призначення (водопровід, каналізація, опалення, вентиляція, газопостачання, зв'язок та ін.), що прокладаються на територіях населених пунктів та промислових підприємств, а також у будівлях.

**Водопровідна мережа** – сукупність трубопроводів і пристроїв для подачі води до місць споживання.

**Водовідвідна (каналізаційна) мережа** – сукупність трубопроводів, колекторів, каналів і лотків для приймання і відведення стічних вод до місця розташування очисних споруд.

**Теплова мережа** – сукупність трубопроводів (теплопроводів), по яким переміщується теплоносій (гаряча вода чи пара) від джерела теплопостачання до споживача.

**Система** – сукупність споруд, пристроїв, обладнання, приладів та інших технічних засобів, підпорядкованих певному принципу і виконуючих спільну функцію (наприклад, система вентиляції, водопостачання, опалення і т.д.).

**Схема** – графічне зображення з описом і техніко-економічним обґрунтуванням прийнятих рішень, що пояснюють основні ідеї, принципи і послідовність роботи пристроїв, установок, споруд і мереж (водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, зв'язку та ін.).

**Водопостачання** – сукупність заходів із забезпечення водою різноманітних споживачів (населення, промислових підприємств, транспорту, сільського господарства) необхідної кількості та потрібної якості.

**Водопровід** – комплекс інженерних споруд та пристроїв для отримання води з природних джерел, її очищення, транспортування до різноманітних споживачів необхідної кількості та потрібної якості.

**Водовідведення (каналізація)** – комплекс інженерних споруд (трубопроводів, насосних станцій, очисних споруд) і обладнання (санітарних приладів, стояків та ін.), які забезпечують приймання, збирання і відведення стічних вод з територій населених пунктів, промислових підприємств та інших об'єктів, а також їх очищення і знешкодження перед утилізацією чи скиданням у водойму.

**Теплопостачання** – постачання теплом за допомогою теплоносія (гарячої води чи пари) систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання житлових, громадських та промислових будівель і технологічних споживачів.

**Опалення** – штучне обігрівання приміщень з метою компенсації у них теплових втрат і підтримання на заданому рівні температури, визначеної умовами теплового комфорту для перебуваючих у приміщенні людей або вимогами здійснюваного в ньому технологічного процесу.

**Газопостачання** – організована подача і розподіл газового палива для потреб економіки та населення.

**Газопровід** – комплекс трубопроводів, обладнання і приладів, призначених для транспортування горючих газів від якого-небудь пункту до споживачів.

**Вентиляція** – природний або штучний регульований повітрообмін у приміщеннях (замкнених просторах), який забезпечує створення повітряного середовища відповідно до санітарно-гігієнічних та технологічних вимог.

**Повітровід** – трубопровід (короб) для переміщення повітря, застосований у системах вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування повітря, а також для транспортування повітря з технологічною метою.

**Кондиціонування повітря** – створення і автоматичне підтримання в закритих приміщеннях температури, відносної вологості, чистоти, складу і швидкості руху повітря, найбільш сприятливих для самопочуття людей, проведення технологічних процесів, роботи обладнання і приладів, зберігання матеріалів.

**Інженерне обладнання будівель** – комплекс технічних пристроїв, які забезпечують сприятливі (комфортні) умови побуту і трудової діяльності населення, що включає водопостачання (холодне і гаряче), каналізацію, вентиляцію, електрообладнання, газопостачання, засоби сміттєвидалення і пожежегасіння, ліфти, телефонізацію, радіофікацію та інші види внутрішнього благоустрою.

**Трубопровідна арматура** – пристрої для регулювання і розподілу рідин і газів, що транспортуються по трубопроводах, і поділяються на запірну арматуру (крани, засувки), запобіжну (клапани), регулюючу (вентилі, регулятори тиску), відвідну (повітрєвідвідники, конденсатовідвідники), аварійну (сигнальні засоби) та ін.

Для зручності проектування, конструювання і розрахунку, експлуатації систем інженерних мереж їх поділяють на **зовнішні** та **внутрішні**, із закріпленням відповідних нормативних вимог до них у ЄНір та ДБН.

Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем слід зокрема приймати за ДСТУ Б А.2.4-8:2009.

## Тема 1. Системи опалення

### Загальні відомості про опалення

Під тепловим споживанням розуміють використання теплової енергії для різноманітних комунально-побутових і виробничих цілей; опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання, технологічні процеси.

Споживачі теплоти за характером їх завантаження в часі діляться на сезонні і цілорічні.

Вимоги до систем опалення:

- санітарно-гігієнічні - забезпечення відповідними будівельними нормами і правилами температур у всіх точках на визначеному рівні;
- економічні - забезпечення мінімуму приведених витрат щодо спорудження й експлуатації, обумовленого техніко-економічним порівнянням варіантів різних систем;
- будівельні - забезпечення ув'язування розміщення опалювальних елементів з будівельними конструкціями;
- монтажні - забезпечення монтажу індустріальними методами з максимальним використанням уніфікованих вузлів заводського виготовлення при мінімальній кількості типорозмірів;
- експлуатаційні - простота і зручність обслуговування, керування і ремонту, надійність, безпека і безшумність дії;
- естетичні - гарна сполучуваність із внутрішньою архітектурою окремого приміщення, мінімальна площа, зайнята системою опалення.

Система опалення являє собою комплекс елементів, призначених для одержання, перенесення і передачі необхідної кількості теплоти в приміщення, що обігріваються. Кожна система опалення містить у собі три основних елементи: теплогенератор, системи теплопроводів і опалювальні прилади.

Класифікацію систем опалення проводять за рядом ознак:

- за взаємним розміщенням основних елементів системи опалення підрозділяються на центральні і місцеві;
- за видом теплоносія центральні системи опалення підрозділяються на водяні, парові, повітряні і комбіновані;
- за способом циркуляції теплоносія центральні і місцеві системи водяного і повітряного опалення підрозділяються на системи з природною циркуляцією і системи зі штучною циркуляцією;
- за параметрами теплоносія центральні водяні і парові системи підрозділяються на водяні низькотемпературні (до 100°C) і високотемпературні (більше 100°C);
- за тиском, що розвивається, поділяються на: парові системи низького ( $p=0,1-0,17$  МПа), високого ( $p=0,17-0,3$  МПа) тиску і вакуум парові з тиском  $p < 0,1$  МПа.

Найбільш широким системам опалення використовують воду, водяний пар і повітря.

Властивості води: висока теплоємність і велика густина, нестисливість, розширення при нагріванні зі зменшенням густини, підвищення температури кипіння при збільшенні тиску, виділення абсорбованих газів при підвищенні температури і зниженні тиску.

Властивості пари: мала щільність, висока рухомість, за рахунок прихованої теплоти фазового перетворення, підвищення температури і щільності зі зростанням тиску.

Властивості повітря: низька теплоємність і густина, висока рухомість, зменшення густини при нагріванні.

### **Техніко-економічне порівняння основних систем опалення**

Одним із найважливіших техніко-економічних показників систем опалення є маса металу, що витрачається на виготовлення основних елементів за наявності того чи іншого теплоносія.

У водяних системах середня температура поверхні опалювальних приладів не перевищує 80 °С. Системи водяного опалення завдяки високим санітарно-гігієнічним якостям, надійності і довговічності набули найбільш широкого застосування. Радіус дії водяних систем по вертикалі обмежений величиною припустимого гідростатичного тиску (0,6-1 МПа).

Парове опалення рекомендується для періодичного і чергового опалення. Малий гідростатичний тиск парових систем робить доцільним застосування їх для високих будинків. Галузь застосування парових систем опалення обмежується насамперед невідповідністю їх санітарно-гігієнічним вимогам, зниженими акустичними показниками і недовговічністю.

Повітряне опалення більшою мірою, ніж парове, задовольняє санітарно-гігієнічні вимоги; можливість сполучення опалення і вентиляції; використання повітряного опалення як чергового і періодичного опалення чи для опалення приміщень великого об'єму виробничого призначення. До обмежень у застосуванні повітряного опалення відносять невисоку надійність через можливе порушення розподілу повітря по приміщеннях, а також невеликий радіус дії.

### **Розрахунок витрат тепла**

Розрахунок  $t_{\text{внутрішнього повітря приміщення}}$ :

- ✓ Житлова кімната - 18°.
- ✓ Кухня - 15°
- ✓ Ванна - 25°.
- ✓ Туалет і санітарна кімната - 16°.
- ✓ Приміщення для роботи - 12°.

Із санітарно-технічних міркувань краще одностороннє приєднання приладів до стояка.

Двостороннє доцільніше при великій кількості секцій радіатора (>25 для доброї нагрівання приладу).

Прилади із ребристими і гладкими трубами систем водяного опалення приєднують до стояків за послідовною схемою. Підбір опалювальних

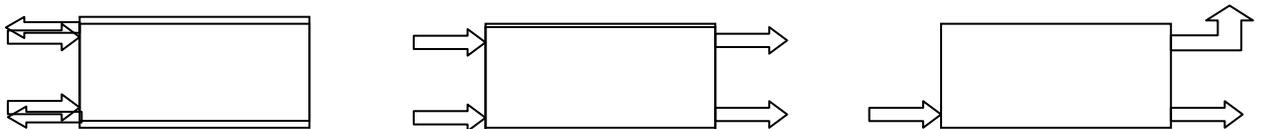
приладів та їх розрахунок. Опалювальні прилади передають тепло від теплоносія тобто компенсують тепловтрати приміщення за конструкцією і видом тепловіддачі конструкції поділяють (З'єднані послідовно схеми, та блоки) радіатори; радіатори напального типу), конвектори опалювальні панелі, гладкі та ребристі труби, а за матеріалом - на металеві (чавунні), сталеві, алюмінієві, комбіновані (металеві або пластикові трубні чисті канали у бетоні, ковбик з електро кабелем нагрівачами та інші) і неметалеві (керамічні, фарфорові, бетонні).

Згідно санітарно-гігієнічних вимог температура відкритих поверхонь трубопроводів опалювальних приладів у приміщеннях житлових будинків, навчальних та наукових закладів тощо. повинна обмежуватись.

Для таких приміщень  $t_r/t_0 = 95^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$  і нижче.

При більших значеннях цієї температури  $t_r/t_0 = 110^{\circ}\text{C}/115^{\circ}\text{C}$ ; прокладені у приміщеннях трубопроводи тепло ізолюють а прилади обов'язково захищають декоративними огороженнями.

Схеми приєднання радіаторів:



### Тепловий розрахунок нагрівальних приладів

Виконаємо тепловий розрахунок приладів однотрубної П-подібної системи опалення з нижнім розведенням.

Необхідний номінальний тепловий потік  $Q_{н.т}$  для вибору типу розміру опалювального приладу визначимо за формулами.

Необхідна тепловіддача приладу  $Q_{пр}$  визначається за формулою:

$$Q_{пр} = Q_0 - 0. \times Q_{тр},$$

$Q_{тр} = q_v \times l_v + q_r \times l_r$  - тепловіддача відкрито прокладених у межах приміщення труб стояка (гілки) і підводок, до яких безпосередньо приєднаний прилад:

$$Q_{пр} = 869.7 - 0.9 \times (120 \times 0.8 + 96 \times 3) = 485.7 \text{ Вт}$$

Температура теплоносія на вході в прилад:  $t_{вх1} = 105^{\circ}\text{C}$ .

$$\begin{aligned} \text{Привихід з 1 приладу: } t_{вих1} &= 105 - (35/8109.3) \times 869.7 = 101.2^{\circ}\text{C}. \quad t_{сер} \\ &= (105 + 101.2) / 2 - 20 = 83.1^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

Витрата води у стояку за формулою

$$\begin{aligned} G_{ст} &= Q_{oi} \times / c \times t_{ср}, \\ G_{ст} = G_{пр} &= 3600 \times 8109.6 \times 1.03 \times 1.02 / (4187 \times 35) = 209 \text{ кг/ ч.} \end{aligned}$$

Коефіцієнт приведення дорозрахункових умов визначається за формулою

$$=(T_{cp}/70)^{1+n} \times (G_{пр}/360)^p \times b \times c,$$

$t_{cp}$  - різниця середньої температури виводив приладі і температури навколишнього повітря;

- Коефіцієнти, прийняті з таблицю

$$=(83.1/70)^{1.35} \times (209/360)^{0.07} \times 0.983 \times 1 \times 1 = 1.19.$$

За формулою

$$Q_{н.т} = Q_{пр} / \epsilon;$$

$$Q_{н.т} = 485.7 / 1.19 = 408 \text{ Вт}$$

Тип приладу підбирається за таблицях.

Розрахунки по інших приладах вносяться в таблицю.

### Гідравлічний розрахунок системи опалення

Основне циркуляційний кільцевий вибираємо через стояк 1.

Гідравлічний розрахунок стояка 1 виконаємо за характеристиками гідравлічного опору. Для послідовно з'єднаних ділянок стояка знаходимо суму  $S_{ст1}$ , Па / (кг / год)<sup>2</sup>, по таблиці:

$$S_1 = 8 \times 23 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг/год)}^2 \text{ - для восьми поверхових стояків;}$$

$$S_2 = 12 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг/год)}^2 \text{ - для 2х приладових вузлів верхнього поверху;}$$

$$S_3 = 57 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг/год)}^2 \text{ - для вузла приєднання до подаючої магістралі з}$$

вентилем;

$$S_4 = 19 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг/год)}^2 \text{ - доворотної магістралі з корковим краном;}$$

$$S_5 = 0.2 \times 8 \times 5.74 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг/год)}^2 \text{ - для прямих ділянок труби стояка;}$$

$$S_6 = 201.75 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг / год)}^2 \text{ - для приладових вузлів. } S$$

$$S_{ст1} = 482.9 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг / год)}^2.$$

Втрати тиску в стояку визначаються по:

$$P = k \times S \times G^2, \text{ де } k \times S \text{ знаходимо за формулою ; } P$$

$$P_{ст1} = 482.9 \times 10^{-4} \times 209^2 = 2019.36 \text{ Па}$$

Визначимо втрати тиску на ділянці 1 запитомим витрат тиску.

Попередньо визначимо за формулою середнє орієнтовне значення питомої втрати тиску при  $P_n \leq 25000 \text{ Па}$ :

$$R_{cp} = (1 - 0.35) \times (25000 - 2019) / (13.4 + 7.2 + 5.8 + 6 + 10 + 5.3) = 313 \text{ Па/м}$$

Подіаметр ділянки і витрати по [7, таблиця 11.2] визначаються:  $R = 14 \text{ Па/м}$ ;  $v = 0.116$ .

З таблиці визначаємо  $Z = 4.2$ .

З таблиці визначаємо  $Z = 27.2 \text{ Па}$ .

Втрати тиску на ділянці 1:

$$P_{уч1} = 14 \times 13.4 + 27.2 = 215 \text{ Па}$$

Таким же чином визначаються втрати тиску на ділянках 2, 3.

Втрати тиску в стояку 1 і ділянках 1, 2, 3:

$$P_{ст1} + P_{уч1} + P_{уч2} + P_{уч3} = 2435.36 \text{ Па}$$

Втрати тиску в стояку 5:

$$S_{ст5} = 482.9 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг / год)}^2;$$

$$P_{ст5} = 482.9 \times 10^{-4} \times 209^2 = 2019.36 \text{ Па}$$

Визначаємо неув'язку:

$$100 \times (2435.36 - 2019.36) / 2435.36 = 17\%$$

Міняємо діаметр вивізу лінії приєднання стояка до прямого та зворотного магістралей, визначаємо  $S_{ст1}$ :

$$S_{ст1} = 433.6 \times 10^{-4} \text{ Па} / (\text{кг} / \text{год})^2$$

$$P_{ст1} = 433.6 \times 10^{-4} \times 209^2 = 1894 \text{ Па}$$

$$P_{ст1} + P_{уч123} = 2310 \text{ Па}$$

Визначаємо неув'язку:

$$100 \times (2310 - 2019.36) / 2310 = 12.5\%$$

Результати розрахунку зведені в таблицю 3.

### **Опалювальні котли, нагрівальні прилади**

У тій чи іншій формі ці п'ять функціональних частин присутні в опалювальних системах будь-якої складності і будь-якого типу. Теплоносії циркулює по замкнутому контуру: тепловий генератор, - трубопровід, - опалювальний прилад, - тепловий генератор.

Тепловий генератор є головною частиною системи опалення - її серцем. Вибір теплового генератора залежить від завдань, які ставить замовник витрат, які він готовий понести для їх вирішення. У будь-якому випадку, теплова потужність генератора повинна покривати всі плановані потреби в тепловій енергії, а довговічність, надійність і безпека повинні бути максимальними в рамках обраної цінової групи. Якщо тепловий генератор це - серце системи опалення, то трубна розводка - її кровоносні судини. Від правильно обраних параметрів їх залежить постачання тепла опалювальних приладів. Основні вимоги до трубопроводів - мінімальні тепловтрати, мінімальне гідравлічний опір, хороша герметичність з'єднань, висока надійність при граничних параметрах теплоносія і, нарешті, простота монтажу. Ці вимоги забезпечуються вибором матеріалу трубопроводів, технологією монтажу і правильним підбором всіх елементів трубопроводів. Очевидно, будь-яка система опалення потребує пристроях забезпечення безпеки. Всі знають, що вода при нагріванні розширюється. Якщо замкнутий об'єм, в якому знаходиться вода, не дасть їй розширяться, вона розірве навіть дуже міцні конструкції. Найпростішим (і найважливішим!) Пристроєм забезпечення безпеки системи опалення є розширювальний бак. Він з'єднаний з системою і приймає в себе зайвий обсяг води, оберігаючи систему опалення від руйнівних наслідків теплового розширення води. У процесі експлуатації може виникнути ситуація, коли, в результаті помилкових дій людини чи будь-якої поломки в системі почнеться неконтрольоване зростання тиску теплоносія. На цей випадок у системах опалення передбачається запобіжний клапан. Якщо тиск в системі перевищить поріг безпеки, клапан автоматично відкриється, частина теплоносія скинеться з системи, оберігши її від перевантаження.

Опалювальні прилади - це та частина системи, на яку працює вся система опалення. Опалювальні прилади відбирають у теплоносія частину теплової енергії і передають її повітрю опалювального приміщення. Головною характеристикою опалювального приладу є його тепловіддача тепла

потужність - кількість тепла, що віддається приладом в навколишній простір в одиницю часу при певній різниці температур теплоносія на вході і виході приладу -  $\Delta T$  °. Чим менше ця різниця, тим менше тепла він віддає в навколишній простір і тим сильніше його реальна тепловіддача відрізняється від паспортної. Правильно підібраний опалювальний прилад забезпечує подачу в приміщення такої кількості тепла, яке необхідне для створення в ньому комфортних умов. Велике безліч типів, класів і видів опалювальних приладів дозволяють вибрати такий прилад, який найкращим чином підходить для умов даного приміщення.

Система опалення, як уже говорилося, повинна підтримувати в приміщеннях задану температуру, незалежно від змін температури зовнішнього повітря. На практиці це означає, що температура теплоносія повинна підвищуватися, коли на вулиці холодніше і знижуватися, коли тепліше. Відповідно, система опалення буде, при цьому, передавати в приміщення більше або менше теплоти. Управління цим процесом здійснюють пристрої клімат - контролю, тобто пристрою автоматичного керування тепловими режимами. У найпростішому випадку це може бути пристрій, який вимикає пальник, коли температура теплоносія в котлі стане вище заданої і вимикає її, коли температура знизиться до заданої межі. Це - керування по температурі теплоносія або «по воді». Можливо управління «по повітрю» - пальник вимикається, коли температура повітря в приміщенні, де встановлений датчик температури стає вище заданої і навпаки. Такі пристрої називаються термостатами. Чим складніше пристрої клімат - контролю, тим більш точно вони можуть керувати тепловими процесами в опалювальних приміщеннях. Результатом буде підвищений комфорт помітне, до 20 - 30% зниження витрати енергоносія. Останнє особливо важливо при використанні дорогих енергоносіїв - дизельного пального або скрапленого газу.

### **Двотрубні і однотрубні системи водяного опалення**

Вертикальні двотрубні системи з верхнім розміщенням магістралі, що подає воду, застосовують в основному при природній циркуляції води в системі опалення в будинках з кількістю поверхів до трьох включно. Ці системи в порівнянні із системами при нижньому розміщенні магістралі, що подає воду, мають більший природний циркуляційний тиск, у них простіше повітровидалення із системи, а також вище тепловіддача опалювальних приладів.

Двотрубна вертикальна система з нижнім розміщенням обох магістралей і природною циркуляцією води перед системою з верхнім розташуванням магістралі, що подає воду, має такі переваги: менше тепловтрати; монтаж і пуск системи можуть робитися послідовно за поверхами в міру зведення будинку; зручніше експлуатація системи; надходження води з найвищою температурою до кожного опалювального приладу. Однак у двотрубній системі, особливо з верхньою прокладкою магістралі, що подає воду, має місце значна витрата труб і фасонних частин, ускладнюється монтаж.

У порівнянні з двотрубними системами опалення вертикальні однотрубні системи із замикальними ланками на стояках і природною циркуляцією води мають ряд переваг: менша первісна вартість, більш простий монтаж і менша довжина теплопроводів, більш красивий зовнішній вигляд, можливість послідовного по поверхах включення системи і стандартність вузлів. У горизонтальних проточних системах регулювання може бути тільки за поверхом, що є їх істотним недоліком.

### **Системи водяного опалення з природною циркуляцією**

Водяне опалення завдяки ряду переваг перед іншими системами дістало в даний час найбільш широке поширення. Система водяного опалення гідравлічно замкнута і має визначену місткість опалювальних приладів, теплопроводів, арматури, тобто постійний об'єм води, що їїзаповнює.

Системи водяного опалення містять у собі такі основні елементи: теплогенератор, головний стояк, магістральні теплопроводи, стояки, підводки, опалювальні прилади, розширювальний бак, запірно-регулюючу арматуру.

Класифікація систем водяного опалення проводиться за такими основними ознаками:

- за способом створення циркуляції водяні системи підрозділяють на системи з природною циркуляцією (гравітаційні) і зі штучною циркуляцією (насосні);

- за схемою включення опалювальних приладів у стояк системи водяного опалення підрозділяють на двотрубні й однотрубні;

- за напрямком з'єднання опалювальних приладів системи опалення можуть бути вертикальні і горизонтальні;

- за місцем розміщення магістралей, що подають воду, і зворотних магістралей системи водяного опалення підрозділяють на системи з верхнім розміщенням магістралей, що подають воду, і з нижнім розміщенням обох магістралей;

- за напрямком руху води в магістралях, що подають воду, ізворотних магістралях системи водяного опалення підрозділяють на тупикові із попутнім рухом,

### **Розміщення, улаштування і монтаж основних елементів систем водяного опалення**

Теплопроводи вертикальних систем опалення підрозділяють на магістралі, стояки і підводки. Теплопроводи горизонтальних систем, крім магістралей, стояків і підводок, мають горизонтальні вітки.

Розміщення стояка виконується, як правило, біля зовнішніх стін. Розміщення магістралі визначається призначенням і шириною будинку, видом системи опалення. У ряді випадків за технологічними розміркуваннями магістралі розміщують на технічних поверхах і підвальних каналах. Стояки систем за схемами поділяються на піднімальні і опускні.

Теплопроводи систем опалення прокладаються відкрито. У будинках висотою більше семи поверхів для компенсації подовження стояків і довгих прямолінійних ділянок магістралей застосовують П- подібні компенсатори.

Під час прокладки теплопроводів у місцях, де можливе замерзання теплоносія, а також для зниження марних втрат теплоти теплопроводи покривають теплоізоляцією.

Запірно-регулююча арматура служить для пуску системи в роботу за частинами, а також вимикання окремих віток системи для ремонту на магістральних теплопроводах.

Розширювальний бак встановлюють у найвищій точці системи опалення. У системах водяного опалення з нижнім розміщенням магістралей при природній циркуляції для видалення повітря влаштовують спеціальну повітровідвідну мережу, приєднуючи її до розширювального бака і до повітрозбірника.

У системі водяного опалення зі штучною циркуляцією встановлюють повітрозбірники. Найбільше поширення дістали горизонтальні проточні повітрозбірники. Повітрозбірники на кінцевих ділянках гарячих магістралей постачають автоматичними повітровідвідниками. Для видалення повітря можуть бути використані також повітряні крани, установлені на верхніх опалювальних приладах.

#### **Техніко-економічні показники кірзних систем водяного опалення**

Загальними перевагами систем із природною циркуляцією води є відносна простота улаштування і експлуатації; відсутність насоса і потреби в електроприводі; безшумність дії; порівняльна довговічність при правильній експлуатації і забезпечення рівномірної температури повітря в приміщенні

Системи водяного опалення зі штучною циркуляцією принципово відрізняються від систем водяного опалення з природною циркуляцією тим, що в них тиск створюється відцентровим циркуляційним насосом, що встановлюється на зворотному магістральному теплопроводі біля котла, а для видалення повітря з мережі служать повітряні лінії, повітрозбірники і повітряні крани.

У системах зі штучною циркуляцією, особливо при великій довжині теплопроводів, доцільно застосовувати попутний рух гарячої й охолодженої води за схемою. За цією схемою довжина всіх циркуляційних кілець майже однакова, унаслідок чого легко отримати однакову втрату тиску в них і рівномірний прогрів усіх приладів. Недоліком цієї системи в порівнянні з тупиковою є шлика на 3-5 % первісна вартість системи.

Переваги однотрубних систем опалення зі штучною циркуляцією полягають у меншому діаметрі труб, завдяки великому тиску, створюваному насосом; більшому радіусі дії; більш простому монтажі; більшій можливості уніфікації деталей теплопроводів, приладових вузлів, а також більш стійкому тепловому і гідравлічному режимі роботи.

## **Критерії економічного обґрунтування експлуатації систем водяного опалення**

Основними техніко-економічними показниками будь-якої опалювальної системи є первісна вартість і експлуатаційні витрати.

Первісна вартість системи водяного опалення зі штучною циркуляцією значно нижче від вартості системи водяного опалення з природною циркуляцією.

Для систем зі штучною циркуляцією води котельні можуть обслуговувати з одного центра кілька будинків і дозволяють здійснювати центральне регулювання тепловіддачі опалювальних приладів у дуже широких межах. Експлуатація системи зі штучною циркуляцією коштує дорожче водяного від опалення і природною циркуляцією на величину вартості електроенергії, споживаної циркуляційним насосом. Однак витрати на амортизацію систем зі штучною циркуляцією та рахунок їх меншої первісної вартості в порівнянні з гравітаційними системами виявляються меншими.

### **Системи парового опалення**

#### **Характеристика систем парового опалення**

У порівнянні з системами водяного опалення системи парового опалення мають такі переваги:

- завдяки малій густині пари він переминається з великими швидкостями, унаслідок чого вимагаються менші діаметри теплопроводів, ніж при водяному опаленні, тому вартість теплопроводів у системах парового опалення нижча, ніж у системах водяного опалення;

Більший коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінокопалювального приладу, завдяки ньому і високій температурі пари площа поверхні опалювальних приладів у системах парового опалення приблизно на 25-30 % менша, ніж у системах ВОДЯНОГО опалення;

- швидкий прогрів приміщень і відключення системи з роботи;
- можливість використання систем опалення в будинках підвищеної поверховості внаслідок малої густини пари.

Однак поряд із усіма переліченими позитивними властивостями, пара має ряд ІСТОТНИХ недоліків:

- неможливість центрального якісного регулювання подачі теплоти, унаслідок чого в приміщенні важко підтримувати постійну і рівномірну температуру: забезпечення постійної температури досягається шляхом періодичного відключення системи, що незручно в експлуатації;

- забруднення повітря продуктами сухої сублимації (розкладання) органічного пилу, що осідає на поверхню опалювальних приладів;

- великі тепловітрати паропроводів;

- скорочення терміну придатності паропроводів у результаті проникнення повітря в систему при періодичному її відключенні, що викликає інтенсифікацію корозії, особливо конденсатопроводів.

## Класифікація і схеми систем парового опалення

Системи парового опалення поділяють за: наявністю зв'язку з атмосферою; величиною початкового тиску пари; способом повернення конденсату в котлоагрегат чи у теплову мережу; місцем розміщення паропроводу і схемою стояків.

За величиною тиску розрізняють системи парового опалення високого ( $P_{\text{изб}} > 0,07 \text{ МПа}$ ) низького ( $P_{\text{изб}} < 0,07 \text{ МПа}$ ) тиску і вакуумпарові ( $P_{\text{абс}} < 0,1 \text{ МПа}$ ).

За способом повернення конденсату системи парового опалення поділяються на замкнуті і розімкнуті

За місцем розміщення паропроводу і схемою стояків системи парового опалення виконуються так, як і системи водяного опалення.

За умови, коли магістральний конденсатопровіднік цілком не буде заповнюватися водою, ці системи називаються системами парового опалення з "сухим" конденсатопроводом. При прокладанні конденсатопроводу нижче рівня води у котлі його називають «мокрим», тому що він весь заповнюється конденсатом. Повітря віддаляється із системи опалення з «мокрим» конденсатопроводом через спеціальну повітряну мережу.

Розімкнуті системи парового опалення застосовують при тиску пари 30 кПа і вище. На відміну від замкнутої системи конденсат у ній стікає не в котлоагрегат, а у конденсатний бак, звідки насосом, що включається автоматично чи вручну, подається в котлоагрегат.

### Комбіновані системи опалення

Говорячи про сучасні системи опалення, не можна не сказати кілька слів і про комбіновані системи. Це найдорожча, але і в сенсі майбутньої економії коштів найефективніша система. В даному випадку енергія для опалення та гарячого водопостачання черпається впрямому сенсі з природи. Типова комбінована система опалення складається з:

- Газового одноконтурного котла, оснащеного триходовим клапаном, який може працювати із зовнішнім накопичувачем гарячої води та погодним регулятором. Їм можна управляти за допомогою пульта дистанційного управління;
- З одного або декількох сонячних колекторів, що використовуються для підігріву води, тепло акумулятора ємністю 250 - 500 л, оснащеного двома змійовиками, насосного вузла і вузла безпеки, а також насоса для наповнення системи теплоносієм (гліколем);

Іноді до перерахованого обладнання додається камін з водяним «вкладишем». Він виконує функцію допоміжного джерела тепла для опалювальної системи. Водяний «вкладиш» утилізує тепло від горіння дров у каміні, яке в звичайних умовах «вилітає в трубу».

А також можна підключити в комбіновану систему електричний котел. У нічний час коли електрика коштує дешевше то можна опалювати приміщення електрикою.

У тих регіонах де можна дістати тверде паливо (вугілля, дрова та ін) за

дешевими цінами, встановлюють котли твердопаливні газогенераторні. Ці котли працюють за принципом заклав паливо на добу і воно протягом доби підтримує тепло в системі і тим самим непотрібно постійного підживлення паливом.

### **Поняття про центральне тепlopостачання, панельне і електричне опалення**

#### **Класифікація систем тепlopостачання**

Існуючі системи тепlopостачання залежно від взаємного розміщення джерела і споживачів теплоти можна поділити на централізовані і децентралізовані системи.

Централізоване тепlopостачання складається з трьох взаємозалежних і стадій, що послідовно проходять: підготовки, транспортування і використання теплоносія. Відповідно до цих стадій кожна система централізованого тепlopостачання складається з трьох основних ділянок: джерела теплоти, і силових мереж і споживачів теплоти.

У децентралізованих системах тепlopостачання кожен споживач має власне джерело теплоти.

#### **Районні котельні і теплоелектроцентралі (ТЕЦ)**

Перевагами великих систем централізованого тепlopостачання у порівнянні з тепlopостачанням від котелень малої і середньої потужності є: можливість ефективного спалювання низькосортного палива в котлах великої потужності; велика можливість механізації та автоматизації технологічних процесів; значне скорочення будівельних об'ємів виробничих будинків, площі забудови, витрати будівельних матеріалів на одиницю встановленої потужності; більша можливість застосування індустриальних методів будівництва; можливість організації ефективного очищення продуктів згоряння палива від шкідливих речовин та ін.

З метою зниження витрат на транспортування теплоти районні котельні по можливості будують у центрі теплових навантажень.

Найбільш досконалим методом централізованого тепlopостачання, вищою його формою, є теплофікація.

Теплофікація - це централізоване тепlopостачання на базі комбінованого вироблення теплоти та електричної енергії, що здійснюється на теплоелектроцентралі (ТЕЦ). За рахунок комбінованого вироблення на ТЕЦ теплоти й електроенергії забезпечується істотне зниження питомої витрати палива на вироблення електроенергії в порівнянні з роздільним виробленням теплоти в котельні, а електроенергії - на конденсаційній електричній станції (КЕС).

Завдяки об'єднанню процесу вироблення електроенергії з

одержанням теплоти для централізованого тепlopостачання в єдиному технологічному циклі при теплофікації поліпшується використання палива на ТЕЦ і здешевлюється будівництво теплових мереж. Ці переваги характерні для ТЕЦ, як джерела тепlopостачання в порівнянні з великими районними котельнями.

На ТЕЦ використовуються такі типи турбін: теплофікаційні (тип Т) ; промислово теплофікаційні (тип ПТ); протитискові (тип Р)

### **Теплові мережі. Способи прокладки теплопроводів.**

Теплова мережа - один з найбільш дорогих і трудомістких елементів систем централізованого теплопостачання. Вона являє собою теплопроводитакі спорудження, що складаються із з'єднаних між собою зварюванням сталевих труб, теплової ізоляції, компенсаторів теплових подовжень, запірної і регулюючої арматури, будівельних конструкцій, рухомих і нерухомих опор, камер, дренажних і повітровипускних пристроїв.

За кількістю паралельно прокладених теплопроводів теплові мережі можуть бути однострубними, двострубними.

Водяні теплові мережі за способом приготування води для гарячого водопостачання поділяються на закриті і відкриті. Теплові мережі поділяють на магістральні і розподільні. Радіальні мережі споруджують з поступовим зменшенням діаметрів теплопроводів у напрямку від джерела теплоти. Такі мережі найбільш прості і економічні щодо початкових витрат. Їх основний недолік - відсутність резервування.

При улаштуванні перемичок тепла мережа перетворюється в радіально-кільцеву, відбувається частковий перехід до кільцевих мереж. Хоча кільцювання мереж здорожує їх, але зате підвищується надійність теплопостачання, створюється можливість резервування.

За способом прокладки теплові мережі поділяють на підземні і надземні (повітряні). Надземна прокладка теплових мереж рекомендується переважно при високому стоянні ґрунтових вод.

Переважним способом прокладки трубопроводів теплових мереж є підземна прокладка: у прохідних каналах і колекторах; у напівпрохідних і непрохідних каналах: безканальна (у захисних оболонках різної форми і з засипною теплоізоляцією).

По трасі підземного теплопроводу влаштовують спеціальні камери і колодязі для установа арматури, вимірювальних приладів, компенсаторів та ін., а також місця для П-подібних компенсаторів.

### **Приєднання теплоспоживчих систем до теплових мереж. Теплові пункти.**

Для приєднання теплоспоживчих систем до водяних теплових мереж використовують дві принципово відмінні схеми - залежну і незалежну. При залежній схемі приєднання вода з теплової мережі надходить безпосередньо в системи абонентів. При незалежній схемі вода з мережі надходить на теплообмінний апарат, де нагріває вторинними теплоносіями, що використовуються у системах.

Незалежна схема є більш раціональною, а іноді і єдиною прийнятною. Ця схема дорожче і складніше залежного приєднання.

Залежне (безпосереднє) приєднання з водострумним елеватором для підмішування охолодженої води найбільш широко застосовується для житлових і суспільних будинків.

Теплові пункти - важлива ділянка в системах централізованого теплопостачання, що зв'язує теплову мережу зі споживачами і являє собою вузол приєднання споживачів і силової енергії до теплової мережі. Основне призначення теплового пункту полягає в підготовці теплоносія визначеної температури і тиску, регулюванні їх, підтриманні постійної витрати, обліку споживання теплоти.

Теплові пункти поділяються на: Індивідуальні теплові пункти (ІТП) і центральні (ЦТП). Основне устаткування теплових пунктів складається з елеваторів, відцентрових насосів, теплообмінників, змішувачів, акумуляторів гарячого водопостачання, приладів контролю й обліку теплоти і пристроїв для захисту від корозії утворення відкладень у системах гарячого водопостачання.

### **Електричне опалення.**

До основних переваг електричного опалення відносять: гарну керованість і високий ступінь автоматизації процесу відпуску теплоти; відсутність продуктів згоряння і забруднення атмосфери: високу транспортабельність електроенергії, що дозволяє відмовитися від будівництва теплових мереж і внутрішньо будинкових трубопроводів систем опалення; простоту і швидкість монтажу електропроводки до опалювальних приладів; простоту транспортування легких опалювальних приладів, дуже високий ККД (до 100%).

Основні недоліки електричного опалення - висока відпускна вартість електроенергії, пожежна безпека. В окремих випадках електричне опалення є особливо раціональним або єдино можливим. Цей вид опалення доцільно застосовувати як тимчасові опалювальні пристрої.

Електроопалювальні прилади поділяються на високотемпературні (більше 70°C та низькотемпературні (25-70°C). До першої групи приладів відносять електрорадіатори, рефлектори електрокаміни та ін. До другої групи - низькотемпературні опалювальні панелі чи панельні прилади зі струмопровідної гуми.

### **Повітряне опалення. Вибір систем опалення.**

Системою **повітряного опалення** називається система опалення в котрій теплоносієм є повітря. Для опалення приватних будинків такі системи використовуються вже давно. Зокрема, в США та Канаді **системи повітряного опалення** за різними оцінками охоплюють 70 – 85 % ринку. В Україні обігрів повітрям вже давно перестав бути «новинкою», вже зараз переваги такої системи відчувають на собі тисячі родин в усіх регіонах України.

#### **Переваги систем повітряного опалення.**

Працівники нашого підприємства встановлюють та обслуговують такі системи вже понад 10 років. Значний досвід експлуатації систем повітряного опалення в Україні доводить переваги таких систем в порівнянні з традиційними системами.

Найвідчутніша перевага такого опалення – можливість одночасної вентиляції приміщень за рахунок подачі частини повітря ззовні. Потреба у вентиляції відчувається після утеплення фасаду і встановлення віконних

склопакетів, що перекривають природній доступ свіжого повітря в кімнати. Водяне опалення в такій ситуації безсиле, авідкривання вікон – неекономнета шкідливе для здоров'я мешканців внаслідок потрапляння переохолодженого повітря в кімнати.

Інша перевага систем повітряного опалення полягає в економії палива. Вона досягається за рахунок самого принципу опалення де проміжний теплоносії вода відсутній. За рахунок цього система стає менш інерційною, значно швидше реагує на зміну температурного режиму приміщень та температури назовні, а також відсутні затрати на прогрів системи (немає води та радіаторів). Внаслідок цього витрата палива зменшується на 15-20%. В традиційних системах опалення такого результату можна досягти з рахунок встановлення дорогої автоматики. Крім того, через відсутність водяного контуру, немає небезпеки замерзання системи (наприклад при вимкненні електроенергії, або при тривалій відсутності мешканців, а також легкий пускташвидкий прогрівкімнат після тривалоговідключення опаленняце важливо для заміських дач та котеджів де немає необхідності опалювати постійно.

Існує хибна думка, що повітряне опалення сушить повітря чи спалює кисень, однак, вона не відповідає дійсності. Відносна вологість повітря знижується при нагріві повітря в будь-якому нагрівальному приладі, щоб у цьому переконатись достатньо в кімнаті багатоповірівки встановитикімнатний гігрометр в опалювальний сезон він покаже відносну вологість повітря нижче 20 % при нормі 40-60%. В **системах повітряного опалення** є можливість контролювати відносну вологість повітря за рахунок встановлення додатковогоприладу– зволожувача повітря. Спалювання кисню відбувається в установках де повітря нагрівається вище 80 оС до таких відносятьсякалорифери із спіралями розжарювання, та конвектори різних конструкцій, де такий процес має місце. В печах **повітряного опалення** температура нагрітого повітря контролюється автоматикою, котра при перегріванні теплообмінника вище 60 оС вимикає секцію нагріву, отже спалювання кисню не відбувається.

До переваг таких систем відноситься і можливість використання системи повітропроводів для кондиціювання повітря приміщень в теплий період року. Для цього необхідно лише додатково встановити каналний кондиціонер. Його роботасинхронізуєтьсязроботою повітронагрівача та управляється тим самим пультом управління що і піч.

Найефективнішим та найдешевшим альтернативним джерелом енергії на сьогодніє тепловий насос з повітряним охолодженням конденсатора. По сутів систему **повітряного опалення** встановлюється кондиціонер з функцією теплового насоса. Така система дозволяє використовувати тепловий насос до температури довкілля вище -8 оС для забезпечення потреб опалення будинку. При нижчих температурах довкілля система автоматично переходить на споживання газу. Експлуатація теплового насосу обходиться дешевше за експлуатацію газового обладнання в 1,5 рази, а в порівнянні з використанням електричних нагрівачів – в 3,5 рази. Крім того, в літній період, він буде працювати на охолодження повітря.

Встановлення рекуператора дозволить заощадити на нагріванні припливного повітря котре потрапляє в систему зндвору. Для цього використовується теплота витяжного повітря, яке видаляється з приміщення.

Все повітря, що циркулює в системі опалення проходить механічний фільтр (в базовій комплектації), є можливість, також, додаткового встановити електростатичний фільтр та НЕРА – фільтр котрі забезпечать значно вищу ступінь очистки повітря, а також ультра - фіолетову лампу для дезінфекції.



### **Принцип роботи системи повітряного опалення**

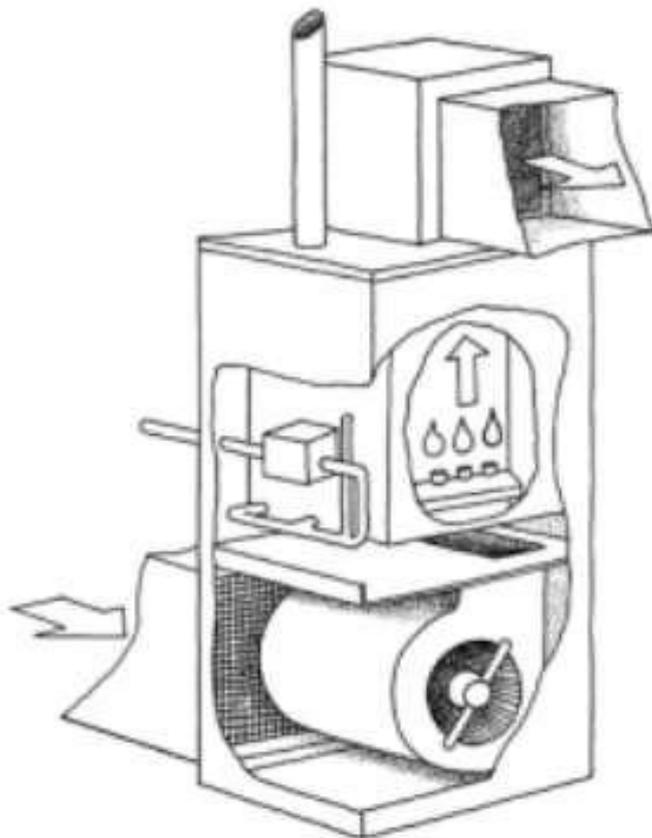
Серцем системи є газовий котел, у якому димові гази через теплообмінник передають теплоту згорання газу безпосередньо повітрю. Внутрішнє повітря приміщення забирається через забірну решітку, проходить через фільтр і потрапляє в теплообмінник, де нагрівається. До внутрішнього повітря в камері змішування підмішується частина повітря з вулиці, тим самим забезпечуючи будинок свіжим повітрям. Нагріте та очищене повітря вентилятором транспортується через систему повітропроводів і з припливних решіток рівномірно роздається в приміщення. Припливні решітки та анемостати встановлюються переважно по периметру будівлі близько вікон та дверей в місці найбільших тепловтрат. Цей цикл постійно повторюється, до досягнення заданої Вами температури на .

Управління системою здійснюється з програмованого термостата, на якому задається температура повітря, режими зима/літо та режим вентиляції. Крім цього, термостат можна програмувати на підтримання різної температури повітря протягом доби (напр. ранок, день, вечір, ніч) та протягом тижня щодобово.

Влітку, при наявності кондиціонера, на термостаті встановлюється режим cool (охолодження). Система працює аналогічно як і в режимі опалення, тільки секція нагріву вимкнена, а повітря проходить через секцію охолодження (внутрішній блок кондиціонера каналного типу).

В період Осінь/Весна система може працювати в режимі вентиляції, коли не працюють секції нагріву та охолодження, а працює циркуляційний вентилятор, очищуючи повітря та подаючи частину свіжого.

### **Обладнання для повітряного опалення**



Ми пропонуємо установки наступних типів:

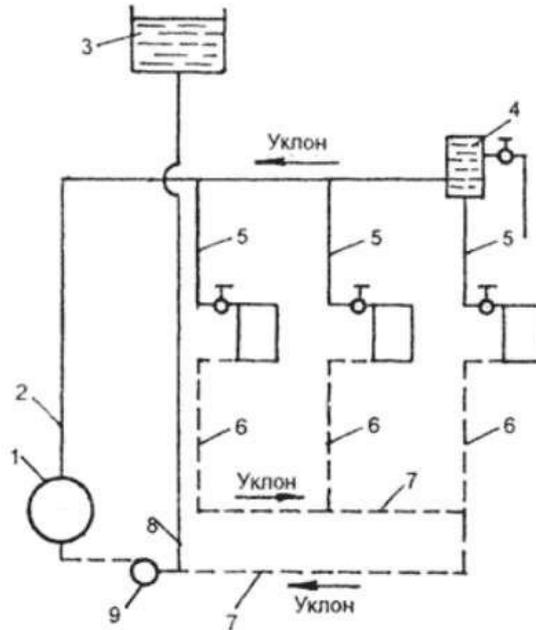
- На природній газ
- На рідкий газ
- Електричні
- На тверде паливо (виробляються в Україні)

На сьогодні, лідером з виробництва побутового обладнання для **повітряного опалення** є США та Канада. Наше підприємство має досвід співпраці з багатьма торговими марками, однак сьогодні ми пропонуємо обладнання преміум – класу виробництва компанії Lennox (США), а також обладнання бюджетного класу під торговими марками Tempstar та Ruud (США). Слід зауважити, що для вітчизняного ринку виробники виготовляють обладнання під відповідні параметри електричної мережі (220/380 В, 50 Гц), тому завозити його самотужки з-за океану в багатьох випадках недоцільно. Все пропоноване обладнання сертифіковане на території України та складається на заводах в США.

## Проект систем опалення.

Щоб полегшити вибір найбільш доцільної системи опалення, пропонується наступна класифікація індивідуальних будинків і котеджів:

- **тип А** – одноповерхові будинки з підвалом і без підвалу із крутим дахом;
- **тип Б** – одноповерхові будинки із плоским дахом з підвалом або без підвалу;
- **тип В** – двоохі більшповерхові будинки із плоскою або крутим дахом і підвалом.



**Рис.8. Система водяного опалення з попутним рухом води** 1 - казан; 2 - головний стояк; 3 - розширювальний бак; 4 - повітрязбірник; 5 - стояки, що подають; 6 - зворотні стояки; 7 - зворотна лінія; 8 - розширювальна труба; 9 - насос

Для будинків типу А рекомендується застосування систем водяного опалення тільки з вертикальними стояками. Опалювальні системи з горизонтальним розведенням не можуть отопити горищне приміщення із круто падаючим дахом. Систему водяного опалення таких будинків з підвалом або без нього бажане виконувати двотрубною із природною циркуляцією з верхньою або нижнім розведенням. При установці казана в підвалі висота димової труби повинна бути не менш 10 м. У будинках без підвалу казани встановлюють на першому поверсі, а система повинна бути тільки з верхнім розведенням

Для будинків типу Б з підвалом слід застосовувати систему водяного опалення з горизонтальним розведенням. Казан бажане встановити в підвалі. У зв'язку з тим, що висота труби таких будинків не перевищує 6 метрів, бажане в якості палива застосовувати газ або рідке паливо

Для будинків типу Б без підвалів також рекомендується застосовувати систему водяного опалення з горизонтальним розведенням, казан встановлюють не заглибленим, а в якості палива бажане застосування газу або рідкого палива

Для двох і більш поверхових будинків типу В доцільно використовувати двотрубну систему водяного опалення з вертикальними стояками і верхньою або нижнім розведенням.

При горизонтальній системі опалення неможливо повністю обігріти всі приміщення будинку. Система опалення виконується із природною циркуляцією, оскільки для цього цілком достатній циркуляційний напір. Тому щодимару цих будинків має висоту не менш 10 м, те казани можуть працювати на кожному паливі

У таблиці 1 наведені системи опалення, рекомендовані для застосування в будинках відповідних типів

**Таблиця 1.**

**Типи індивідуальних будинків і відповідні системи опалення**

Система опалення	Тип А		Тип Б		Тип В
Система водяного опалення: з вертикальним розведенням: верхній розподіл нижній розподіл з горизонтальним розведенням	+	х		+	+
	+	х	+	х	
Повітряне опалення будинку		+		+	+
Місцеве опалення: газові нагрівачі	+	х	+	х	х
електричні нагрівачі з акумуляцією тепла	+	х	+	х	х

**Примітка** Заштрихована частина на малюнку житлові приміщення, не заштрихована підвальні; "+" рекомендується; "х" допускається

### Контрольні запитання:

1. Які вимоги до системи опалення?
2. За якими ознаками проводять класифікацію систем опалення?
3. Техніко-економічне порівняння основних систем опалення?
4. Розрахунок витрат тепла?
5. Схеми приєднання радіаторів?
6. Тепловий розрахунок нагрівальних приладів?
7. Гідравлічний розрахунок системи опалення?
8. Для чого служить тепловий генератор?
9. Опалювальні прилади?
10. Двотрубні системи водяного опалення?
11. Однотрубні системи водяного опалення?
12. Системи водяного опалення з природною циркуляцією?
13. Як розміщуються влаштовується і монтується основні елементи систем водяного опалення?
14. Техніко-економічне порівняння різних систем водяного опалення?
15. Розрахунок температури внутрішнього повітря приміщень?
16. Які переваги систем парового опалення?
17. Класифікація систем парового опалення?
18. Комбіновані системи опалення?
19. Районі котельні і теплоелектроцентралі?
20. Теплові мережі?
21. Способи прокладки теплопроводів?
22. Теплові пункти?
23. Електричне опалення?
24. Повітряне опалення?
25. Переваги систем повітряного опалення?
26. Принципи роботи системи повітряного опалення?
27. Обладнання для повітряного опалення?
28. Проект системи опалення?

## **Тема 2. Системи вентиляції та кондиціонування повітря. Призначення, класифікація і основні елементи систем вентиляції.**

### **Класифікація систем вентиляції**

Вентиляцією називається сукупність заходів і пристроїв, що використовуються при організації повітрообміну для забезпечення заданого стану повітряногосередовища в приміщеннях і на робочих місцях відповідно до БНіП

Привсьому різноманітні системи вентиляції їх можна класифікувати за такими характерними ознаками:

- за способом створення тиску для переміщення повітря: із природними і штучним (механічним) спонуканням;
- за призначенням: припливні і витяжні;
- за зоною обслуговування: місцеві і загальнообмінні;
- за конструктивним виконанням: каналні і безканалні.

### **Устаткування систем вентиляції**

Системи вентиляції так само, як і системи кондиціонування, містять групи найрізноманітнішого устаткування; насамперед це вентилятори, вентиляторні агрегати або вентиляційні установки. Серед додаткового устаткування - шумоглушники, повітряні фільтри, електричні і водяні нагрівачі, повітродозподільні регулюючі пристрої і т.д..

### **Природна вентиляція. Панельна вентиляція.**

Переміщення повітря в системах природної вентиляції відбувається:

- внаслідок різниці температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, так названої аерації;
- внаслідок різниці тисків «повітряного стовпа» між нижнім рівнем (приміщенням, що обслуговується,) і верхнім рівнем - витяжним пристроєм (дефлектором), встановленим на покрівлі будинку;
- у результаті дії так названого вітрового тиску.

У приміщеннях з великим надлишком тепла повітря завжди тепліше зовнішнього. Більш важке зовнішнє повітря, надходячи в будинок, витісняє з нього менш щільне тепле повітря. При цьому в замкнутому просторі приміщення виникає циркуляція повітря, спричинене джерелом тепла, подібна до тієї котру викликає вентилятор.

Вплив вітрового тиску виражається в тому, що на навітряних (звернених до вітру) сторонах будинку утвориться підвищене, а на підвітряних сторонах, а іноді і на покрівлі знижений тиск (розрідження).

Системи природної вентиляції прості не вимагають складного дорогого устаткування і витрати електричної енергії. Однак залежність ефективності цих систем від змінних факторів (температури повітря, напрямки і швидкості вітру), а також невеликий тиск не дозволяють вирішувати за їх допомогою всі складні різноманітні задачі області вентиляції.

## **Механічна вентиляція**

У механічних системах вентиляції використовується устаткування і прилади (вентилятори, електродвигуни, повітрянагрівачі, пиловловлювачі, автоматика і ін.), що дозволяє переміщати повітря на значній відстані. Витрати електроенергії на їхню роботу можуть бути досить великими. Такі системи можуть подавати і видаляти повітря з локальних зон приміщення в необхідній кількості незалежно від умов навколишнього повітряного середовища, що змінюються. При необхідності, повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню і т. д.), що практично неможливо в системах із природним спонуканням.

Слід зазначити, що в практиці часто передбачають так названу змішану вентиляцію, тобто одночасно природну і механічну вентиляцію.

У кожному конкретному проекті визначається, який тип вентиляції є найкращим у санітарно-гігієнічному відношенні, а також економічно і технічно більш раціональним.

### **Місцева приточна і витяжна вентиляція.**

#### **Місцева вентиляція**

Місцевою вентиляцією називається така, при якій повітря подають на визначені місця (місцева припливна вентиляція) і забруднене повітря видаляють тільки від місць утворенні шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція).

До місцевим припливної вентиляції відносять повітряні душі (локальна подача повітря з підвищеною швидкістю). Вони повинні подавати чисте повітря до постійних робочих місць, знижувати в їхній зоні температуру навколишнього повітря і обдувати робітників, що піддаються інтенсивному тепловому опроміненню.

Місцеву припливну вентиляцію застосовують також у вигляді повітряних завіс, що створюють ніби повітряні перегородки або змінюють напрямок потоків повітря. Місцева вентиляція вимагає менших витрат, ніж загальнообмінна. У виробничих приміщеннях звичайно застосовують змішану систему вентиляції - загальну для усунення шкідливостей увсьому об'ємі приміщення і місцеву для обслуговування робочих місць,

Місцеву витяжну вентиляцію застосовують, коли місця виділень шкідливостей у приміщенні локалізовані і можна не допустити їх поширення по всьому приміщенню. Місцева витяжна вентиляція у виробничих приміщеннях забезпечує уловлювання і відведення шкідливих виділень: газів, диму, пилу і частково від устаткування, що виділяє тепло.

Для видалення шкідливостей застосовують місцеві відсмоктувачі (укриття у вигляді шаф, парасолі, бортові відсмоктувачі, завіси, укриття у вигляді кожухів у верстатів та ін.)

Основні вимоги, які вони повинні задовольняти:

- місце утворення шкідливих виділень по можливості повинне бути цілком відсічено;

- конструкція місцевого відсмоктувача повинна бути такою, щоб він не заважав нормальній роботі і не знижував продуктивність праці;
- шкідливі виділення необхідно видаляти від місця їхнього утворення в напрямку їх природного руху (гарячі гази і пар треба видаляти нагору, холодні важкі газу і пилю - униз).

Конструкції місцевих відсмоктувачів умовно поділяють на дві групи: напіввідчинені відсмоктувачі (витяжні шафи, парасолі), та відкритого типу (бортові відсмоктувачі).

Основними елементами такої системи є місцеві відсмоктувачі, мережа повітропроводів, вентилятор (відцентрового чи осьового типу), витяжна шахта. Найбільш складними витяжними системами є такі, у яких передбачають дуже високий ступінь очищення повітря від пилю з установленням послідовно двох чи навіть трьох пиловловлювачів (фільтрів).

Місцеві витяжні системи, як правило, дуже ефективні, тому що дозволяють видаляти шкідливі речовини безпосередньо від місця їхнього утворення або виділення, не даючи їм поширитися в приміщенні.

### **Припливна і витяжна вентиляція**

Припливні системи використовуються для подачі у вентилявані приміщення чистого повітря замість видаленого. Припливне повітря в необхідних випадках піддається спеціальній обробці (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.).

Витяжна вентиляція видаляє з приміщення (цеху, корпусу) забруднене чи нагріте відпрацьоване повітря.

У загальному випадку в приміщенні передбачаються як припливні, так і витяжні системи. їхня продуктивність повинна бути збалансована з урахуванням можливості надходження повітря в суміжні приміщення або із суміжних приміщень. У приміщеннях може бути також передбачена тільки витяжна чи тільки припливна система. У цьому випадку повітря надходить у дане приміщення зовні або із суміжних приміщень через спеціальні прорізи чи видаляється з даного приміщення назовні, або переходить в суміжні приміщення.

Як припливна, так і витяжна вентиляція може влаштовуватися на робочому місці (місцева) чи для всього приміщення (загальнообмінна).

### **Загальнообмінна приточна система вентиляції. Кондиціонування повітря.**

#### **Загальнообмінна вентиляція**

Загальнообмінні системи вентиляції - як припливні, так і витяжні, призначені для здійснення вентиляції в приміщенні в цілому чи в значній його частині. Ці витяжні системи відносно рівномірно видаляють повітря з усього приміщення, що обслуговується, а загальнообмінні припливні системи подають повітря і розподіляють його по всьому об'єму вентиляваного приміщення.

Загальнообмінна припливна вентиляція встановлюється для асиміляції надлишкового тепла і вологи, розбавлення шкідливих концентрацій пару і

газів, не вилучених місцевою і загально обмінною витяжною вентиляцією, а також для забезпечення розрахункових санітарно-гігієнічних норм і вільного подиху людини в робочій зоні.

При негативному тепловому балансі, тобто при недостатці тепла, загально обмінну припливну вентиляцію встановлюють з механічним спонуканням і з підігрівом всього об'єму припливного повітря. Як правило, перед подачею повітря очищають від пилу.

При надходженні шкідливих виділень у повітря цеху кількість припливного повітря повинне цілком компенсувати загально обмінну іміщеву витяжну вентиляцію.

Найпростішим типом загально обмінної витяжної вентиляції є окремий вентилятор (у більшості випадків осьового тину) з електродвигуном на одній осі, розміщеним у ВІКНІ чи в отворі СТІНИ. Така установка видаляє повітря з найближчої до вентилятора зони приміщення, здійснюючи лише загальний повітрообмін. Коли шкідливими виділеннями в цеху є важкі гази чи пилінемає теплоутворення від устаткування, витяжні повітропроводи прокладають по підлозі цеху або у вигляді підпільних каналів.

У промислових будинках, де є різні ШКІДЛИВІ виділення (теплота, волога, гази, пар, пил і т.д.) і їхнє надходження в приміщенні відбувається в різних умовах (локально, розосереджено, на різних рівнях і т.д.), то в таких приміщеннях для видалення шкідливих виділень застосовують загально-обмінні витяжні системи.

Канальна і безканальна вентиляція характеризується тим, що має або розгалужену мережу повітропроводів для переміщення повітря (канальні системи), або канали (повітропроводи) можуть бути відсутніми, наприклад, при установленні вентиляторів у стіні, у перекритті, при природній вентиляції і т.д. (безканальні системи).

### **Кондиціонування повітря**

Кондиціонування повітря - це створення та автоматична підтримка (регулювання) у закритих приміщеннях усіх або окремих його параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на визначеному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей чи ведення технологічного процесу.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, який називається системою кондиціонування повітря (СКП).

До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто надання йому необхідних кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподілу, а також засоби холоду і теплопостачання, автоматики, дистанційного управління і контролю.

Основне устаткування системи кондиціонування для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонуються в єдиному корпусі) в апарат, який називається кондиціонером.

Сучасні системи, кондиціонування можуть бути класифіковані за такими ознаками:

- за основним призначенням(об'єктомзастосування):комфортні технологічні;
- за принципом розміщення кондиціонера стосовно приміщення, що обслуговується: центральні і місцеві;
- за наявністю власного(вхідного в конструкцію кондиціонера) джерела тепла і холоду: автономні і неавтономні;
- за принципомдії:прямоточні,рециркуляційні і комбіновані;
- за способом регулювання вихідних параметрів кондиціонованого повітря: з якісним і кількісним регулюванням:
- за ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується; першого, другого і третьою класу;
- за кількістю приміщень, що обслуговуються: одно зональні і багатозональні;
- за тиском, що розвиваються вентиляторами кондиціонерів: низького тиску (до 100 кг/м<sup>2</sup>), середнього тиску (від 100 до 300кг/м<sup>2</sup>) і високого тиску (вище 300 кг/м<sup>2</sup>),

Комфортні СКП призначені для створення і автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідають оптимальним санітарно гігієнічним вимогам.

Технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря у максимальному ступені, що відповідає вимогам виробництва.

Центральні СКП розміщені поза приміщеннями, що обслуговуються, і кондиціонують одне велике приміщення, кілька зон такого приміщення чи багато окремих приміщень. Мають такі переваги: можливість ефективної підтримки заданої температури і відносної вологості повітря в приміщеннях; зосередження устаткування в одному МІСЦІ; можливість забезпечення ефективного шумо- і віброгасіння.

МісцевіСКПрозробляютьнабазіавтономнихінеавтономних кондиціонерів, що встановлюють безпосередньо в приміщеннях, що обслуговуються.Достоїнством місцевих СКП єпростота монтажу.

Такасистемамажезастосовуватисяувеликомурядівипадків в існуючих житлових і адміністративних будинках для підтримки теплового мікроклімату в окремих офісних приміщеннях чи у житлових кімнатах;

- у нових споруджуваних будинках для окремих кімнат, режим споживання холоду в яких різко відрізняється від такого режиму в більшості інших приміщень;

- у нових споруджуваних будинках, якщо підтримка оптимальних теплових умов необхідна в невеликій кількості приміщень;

Автономні СКП забезпечуються ззовні ТІЛЬКИ електричною енергією. Автономні системи прохолоджують і осушують повітрі, для чого вентилятор продуваєрециркуляційнеповітря черезповерхневіповітроохолоджувачі,якими євипарникихолодильнихмашин.Уперехіднийізимовийчасвониможуть

робити підігрів повітря за допомогою електричних підігрівників або шляхом реверсування роботи холодильної машини за циклом «теплогонасоса».

Неавтономні СКП поділяються на:

- повітряні, при використанні яких у приміщення, що обслуговується, подається тільки повітря;

- водоповітряні, при використанні яких у кондиціоноване приміщення підводяться повітря і вода, що несуть тепло чи холод.

Однозональні центральні СКП застосовуються для обслуговування великих приміщень з відносно рівномірним розподілом тепла, вологовідділюванням. Такі СКП, як правило, комплектуються пристроями для утилізації тепла (тепло утилізаторами) або змішувальними камерами для використання в приміщеннях рециркуляції повітря.

Багатозональні центральні СКП застосовують для обслуговування великих приміщень, у яких устаткування розміщене нерівномірно, а також для обслуговування ряду порівняно невеликих приміщень. Такі системи більш економічні, ніж окремі системи для кожної зони чи кожного приміщення. Однак за їх допомогою не може бути досягнутий такий самий ступінь точності підтримки одного чи двох параметрів (вологості і температури), як автономними СКП.

Прямоточні СКП цілком працюють на зовнішньому повітрі, що обробляється в кондиціонері, а потім подається в приміщення.

Рециркуляційні СКП, навпаки, працюють без підмішування або з частковою подачею свіжого зовнішнього повітря. чи на рециркуляційному повітрі, що забирається з приміщення і після його обробки в кондиціонері знову подається в це саме приміщення.

СКП із кількісним регулюванням подають в одне чи кілька приміщень холодне і підігріте повітря по двох паралельних каналах. Температура в кожному приміщенні регулюється кімнатним терморегулятором, що впливає на місцеві змішувачі (повітряні клапани), які змінюють співвідношення витрат холодного і підігрітого повітря в подаваній суміші.

Кондиціонування повітря за ступенем забезпечення метеорологічних умов поділяються на три класи:

- перший клас - забезпечує необхідні для технологічного процесу параметри відповідно до нормативних документів;

- другий клас - забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні норми або необхідні технологічні норми;

- третій клас - забезпечує припустимі норми, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року без застосування штучного охолодження повітря.

## Контрольні запитання:

1. Класифікація систем вентиляції?
2. Яке устаткування систем вентиляції?
3. Природна вентиляція?
4. Панельна вентиляція?
5. Механічна вентиляція?
6. Місцева вентиляція?
7. Основні вимоги до системи вентиляції?
8. Припливна і витяжна вентиляція?
9. Загальнообмінні системи вентиляції?
10. Кондиціонування повітря?
11. Як класифікуються системи кондиціонування?
12. Класи систем кондиціонування повітря?

### **Тема 3. Система газопостачання будівель та споруд.**

#### **Система газопостачання споруд.**

##### **Призначення систем газопостачання**

Стосовнодогазовогогосподарства можна виділити такі основні напрямки в підвищенні енергоефективності його роботи:

- упровадження засобів комплексної механізації і автоматизації і передової технології обслуговування та ремонту газового устаткування;
- підвищення надійності і оперативності керування газорегуляторними пунктами і мережами шляхом впровадження автоматизованих системкерування технологічними процесами;
- підвищеннябезпекиексплуатаціїсистемгазопостачання;
- широке застосування неметалевих труб і нових матеріалів при будівництві систем газопостачання;
- розроблення й освоєння промисловістю масового виробництва удосконаленої побутової промисловоїгазовоїапаратури;
- розроблення методів і споруджень для забезпечення стійкого газопостачання споживачів при знижених температурах зовнішнього повітря і нерівномірностігазоспоживанні;
- прискорення технічного переозброєння виробництва, широке впровадження прогресивної техніки і технології;
- удосконалюваннястандартівітехнічнихумов;

Основне завдання газових господарств - безперебійне, надійне і економічне газопостачання споживачів. Експлуатація газопроводів і газового устаткування в містах і населених пунктах здійснюється спеціалізованими підприємствами газового господарства. Газопроводи і газове устаткування, що перебувають на балансі промислових, комунальних і сільськогосподарських підприємств, обслуговуються газовими службами цих підприємств чи підприємствами газового господарства за договорами.

##### **Улаштуванняікласифікаціясистемгазопостачання**

Природним газ добувають на газових промислах, що складаються з експлуатаційних свердловин, промислових газозбірних мереж і головних споруджень підготовки газу до подальшого транспортування.

Подачаприродногогазувід газовихсвердловиндо місць йогогоспоживання проходить по магістральних газопроводах. Магістральний газопровід являє собою складне спорудження, що складається з газопроводів, установок з очищення і сушіння газу, компресорних і газорозподільних.

Режим роботи магістрального газопроводу передбачає рівномірну подачу газу відгазових промислів до споживачів газу. Однак потреба в газовому паливі для багатьох споживачів нерівномірна. Для вирівнювання сезонної нерівномірності споживання газу будують підземні сховища газу чи підключають до газопроводу споживачів, яким у літню пору можна подавати надлишки газу, наприклад електростанції. Таких споживачів називають буферними. На підході до міста споруджуютьгазорозподільні станції(ГРС),з

яких газ після виміру його кількості і зниження тиску подається в розподільні мережі міста. Газорозподільна станція є кінцевою ділянкою магістрального газопроводу і є якби межею між міськими і магістральними газопроводами.

Газопроводи, що прокладаються в містах і населених пунктах, класифікуються за такими показниками:

- за видом газу, що транспортується: природного, побіжнонафтового, зріджених вуглеводневих; штучного, змішаного;
- за тиском газу; низькою (до 5000 Па), середнього (понад 0,005 до 0,3 МПа), високого (понад 0,3 до 1,2 МПа);
- за місцем розміщення щодо землі: підземні (підводні, надземні (надводні));
- за призначенням в системі газопостачання: міські магістральні, розподільні, вводи, ввізні газопроводи (введення в будинок), імпульсні, продувні;
- за розміщенням в системі планування міст і населених пунктів: зовнішні, внутрішні;
- за принципом побудови (розподільні газопроводи): за кільцеві, тупикові, змішані;
- за матеріалом труб: металеві, неметалеві.

Газопроводи низького тиску призначаються для подачі газу житловим і суспільним будинкам, а також комунально-побутовим споживачам.

Газопроводи середнього тиску служать для живлення розподільних газопроводів низького тиску через газорозподільний пункт (ГРП), а також подають газ у газопроводи промислових і комунально-побутових підприємств (через місцеві газорегуляторні пункти і установки).

По газопроводах високого тиску надходить газ для міських газорегуляторних пунктів, місцевих газорегуляторних пунктів великих підприємств, а також підприємств, технологічні процеси яких вимагають застосування газу високого тиску, Газопроводи різних тисків зв'язані між собою через газорегуляторні пункти.

За кількістю ступенів тиску, застосовуваних у газових мережах, системи газопостачання поділяються на: одноступінчасті (з подачею різним споживачам газу тільки по газопроводах одного тиску): двоступінчасті (з подачею споживачам по газопроводах газу двох тисків - середнього і низького, високого і низького); треступінчасті (з подачею споживачам по газопроводах газу трьох тисків - низького, середнього і високого; багатоступінчасті (з подачею споживачам по газопроводах газу низького, середнього і високого тисків).

Міські газові мережі починаються з газопроводів високого тиску, що забезпечуються газом від ГРС. Усі міські мережі різних тисків зв'язані між собою через газорегуляторні пункти (ГРП). Для вирівнювання добового графіка споживання газу служать газгольдерні станції.

Системи газопостачання міст і населених пунктів можуть бути тупиковими, кільцевими і змішаними.

Тупикові газопроводи розгалужуються у різних напрямках до споживачів газу. Недолік цієї схеми – різна величина тиску газу окремих споживачів. Причому в міру віддалення від джерела газопостачання чи ГРП тиск газу падає. Живлення газом цих мереж відбувається тільки в одному напрямку, тому виникають труднощі під час ремонтних робіт. Ці схеми застосовуються для внутрішньоквартальних і дворових газопроводів у невеликих населених пунктах, а також у початковий період газифікації.

Кільцеві мережі являють собою систему замкнутих газопроводів, завдяки чому досягається більш рівномірний режим тиску газу у всіх споживачів і полегшується проведення різних ремонтних і експлуатаційних робіт. Позитивною властивістю кільцевих газових мереж є також те, що при виході з ладу якого-небудь газорегуляторного пункту навантаження і постачання споживачів газом беруть на себе інші ГРП.

Змішана система газопостачання складається з кільцевих газопроводів і тупикових газопроводів, що приєднуються до них. В даний час міста і населені пункти газифікуються за кільцевою і змішаною системами.

### **Контрольні запитання:**

1. Призначення систем газопостачання?
2. Звідки добувають природний газ?
3. Що визнаєте про магістралі газопроводу?
4. Класифікація газопроводу?
5. Влаштування систем газопостачання?
6. Тупикова мережа газопроводу?
7. Кільцева мережа газопроводу?

## Тема 4. Система холодного водопостачання

### Споживачі води. Джерела водопостачання

1. **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;

2. **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;

3. **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 пожежогасіння;

4. **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.

### ***Джерелаводопостачаннятаїххарактеристика.***

Вибір водо джерела є найважливішим завданням при проектуванні системи водопостачання, оскільки він визначає характер самої системи, технологічну схему і склад водопровідних споруд, а отже будівельну і експлуатаційну вартість водопровідного комплексу.

Доджерелводопостачанняставлятьнаступні**вимоги:**

забезпечення безперервного отримання необхідної кількості води з урахуванням перспективи зростання водоспоживання;

можливістьподачіводиоб'єктузнайменшоювитратоюзасобівнаїї транспортування;

якість води в джерелі повинна найбільшою мірою відповідати вимогам споживачівабонеобхіднуякість можливоотриматишляхом простогоі дешево- го очищення;

достатня потужність для того, щоб отримання з них води не впливало на існуючу екологічну систему.

Використовувані для цілей водопостачання природні джерела можна підрозділити на дві групи: ***поверхневі джерела*** - річки, водосховища і озера; ***підземні джерела*** - ґрунтові й артезіанські води і джерела (ключі).

Основними чинниками, що впливають на вибір водо джерела, є: віддаленість від водо забезпечуваного об'єкта;

санітарна і гідрологічна характеристика водо джерела (необхідність регулювання річкового стоку і умови його здійснення, якість і кількість води у вибраних джерелах);

висотапідйому водивідджереладооб'єктаводопостачання.

В існуючій практиці з поверхневих водо джерел 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.

### **Системи водопостачання. Водозбірні споруди.**

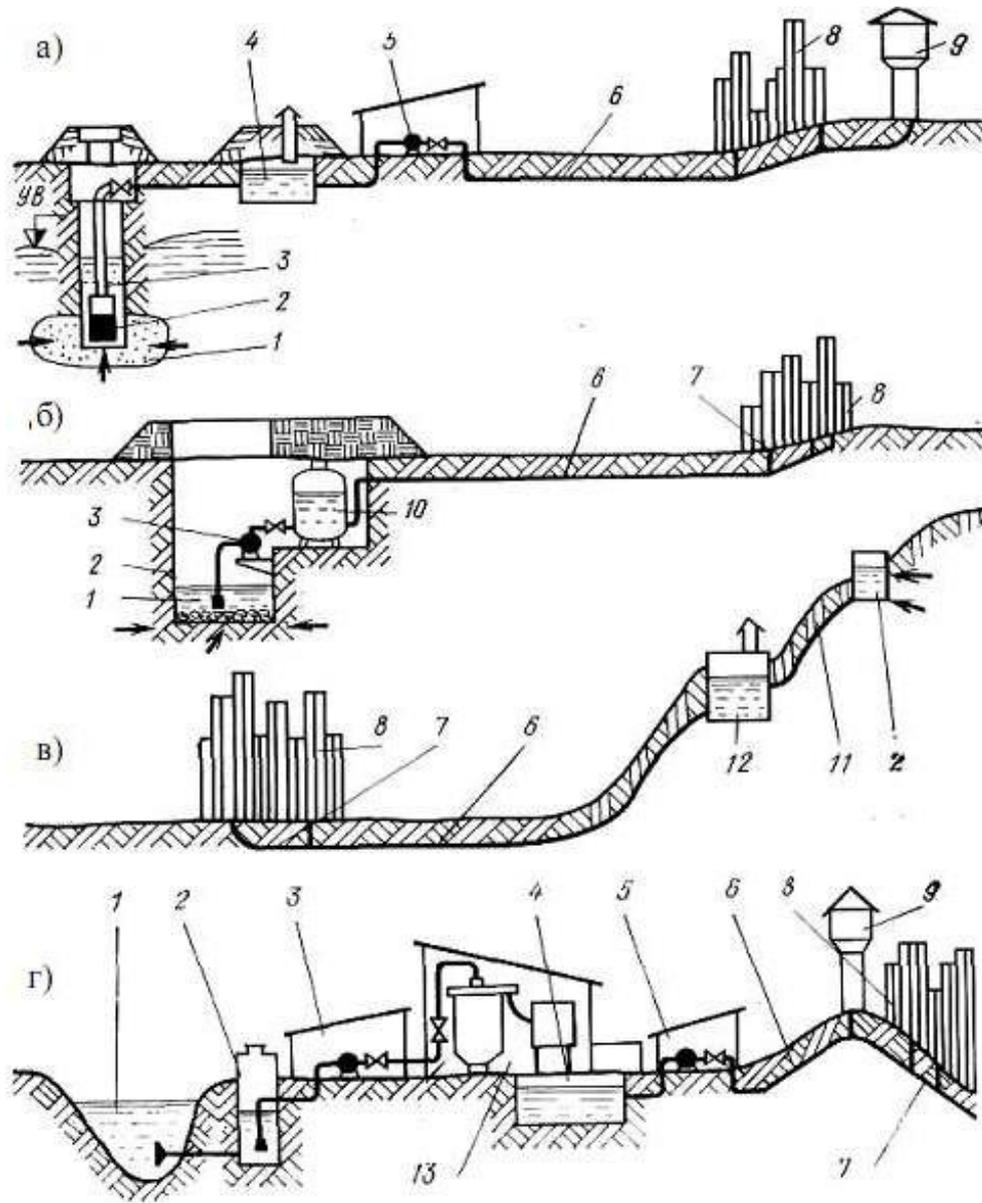
#### ***Класифікація систем водопостачання.***

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

• *за територіальним охопленням споживачів* - локальні (місцеві); централизовані; 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;



**Рис 1.2-** Схеми водопостачання з підземного (а, б, в) і поверхневого (г) джерел: а — схема з контррезервуаром; б — без баштова схема; в — схема самотічного водопроводу з використанням каптажу; г — схема з прийманням води з річки;

**1**-вододжерело;**2**-водозабірна споруда;**3**-НС1 підйому;**4**-РЧВ;  
**5**-НС2 підйоми;**6**-напірні водоводи;**7**-розподільна мережа;  
**8**-водоспоживач;**9**-водонапірна башта;**10**-водоповітряний котел;  
**11** -самотічний водовід;**12**-напірний резервуар;**13**-водоочисні споруди  
за якістю води — господарсько-питні; технічні; протипожежні;  
спеціальні; об'єднані;

- *завертикальним розташуванням* — однозонні й зонні;
- *за способами подачі води* - самопливні (гравітаційні); з механічною подачею (перекачування води насосами); комбіновані;
- *залежно від якості вихідної води і вимог водо споживачів* — з влаштуванням споруд з поліпшення якості води і без них;

• *затривалістюроботи*-щопостійнодіють, тимчасоводіють, сезонно діють; *заступенемнадійності*—1,2і3категоріїзалежновіддопустимої тривалості перерви і зниження подачі води.

### **Спорудидляприйманняводизприроднихджерел.**

#### **Водозабірні споруди з підземних джерел.**

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

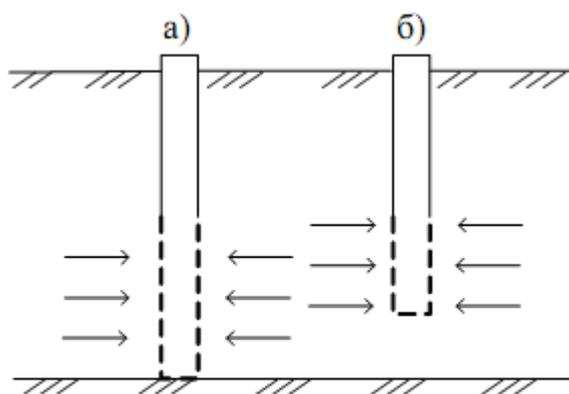
- *трубчасті колодязі;*
- *шахтні колодязі;*
- *горизонтальні водозбори;*
- *променеві водозбори;*
- *спорудидлякаптажаджерел.*

Використовуваний тип водозабірних споруд залежить від глибини залягання 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, азбестоцементними, 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, що об'єднуються в загальну систему водозбірних споруд.

У трубчастому колодязі розрізняють такі **елементи** (рис.2.3):



**Рис. 2.2** - Схема досконалого (а) і недосконалого (б) трубчастого колодязя

✓ *водоприймальну частину (фільтр)*, яка служить для прийому води з водоносного горизонту;

✓ *стовбур (або водопідіймальна частина)*, тобто глуху частину свердловини, по якій підіймається вода;

✓ *о гирло, вихідна частина колодязя*, відповідним чином обладнана; вона розташовується в колодязі або спеціальному павільйоні.

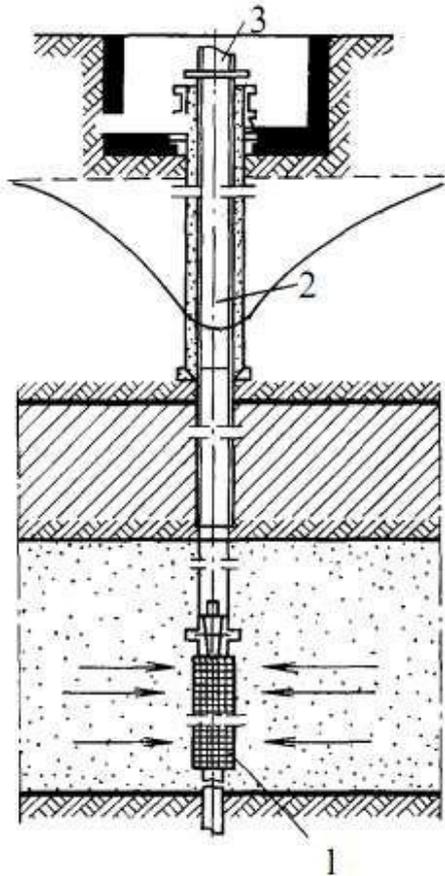


Рис. 2.3 - Елементи трубчастого колодязя:  
1 – фільтр; 2 – стовбур;  
3 - гирло

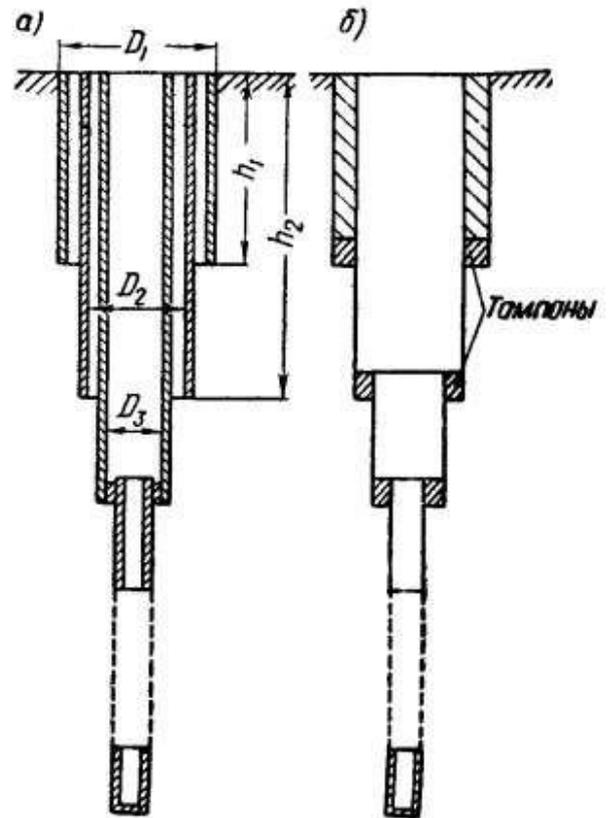


Рис. 2.4 - Схема трубчастого колодязя під час (а) і після (б) буріння

При значній глибині залягання водоносних порід досягти їх однією обсадною трубою не вдається, зважаючи на значне зростання опору при зануренні обсадних труб. Тоді послідовно використовують обсадні труби діаметра, що поступово зменшується. У цих умовах колодязь набуває телескопічного вигляду (рис. 2.4). Верхня частина колони обсадних труб повинна виступати над підлогою павільйону або заглибленої камери, де розташовується гирло свердловини, не менше ніж на 0,5 м. При цьому габарити павільйону в плані при висоті не менше 2,5 м повинні бути достатніми для розміщення електрообладнання і контрольно-вимірювальних приладів. Оголовок свердловини повинен мати герметизацію, що виключає проникнення в міжтрубний простір забруднень.

Рівень води в колодязі за 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 водиводоносного 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, названому *динамічним*. Чим інтенсивніше водовідбір, тим нижче встановлюється динамічний рівень. Після припинення

відкачування вода в колодязі знову піднімається до статичного рівня.

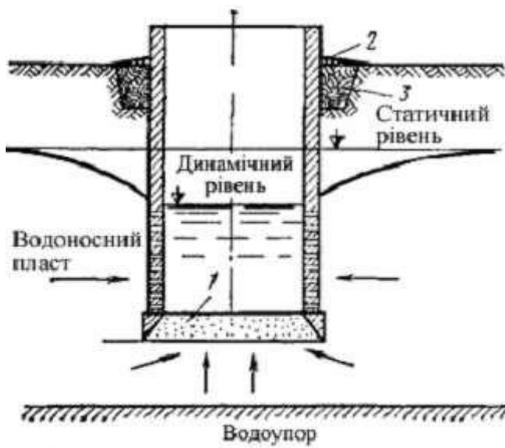


Рис. 2.5 - Схема шахтного колодязя:  
1 – фільтр; 2 – відмостка;  
3 – глиняний замок

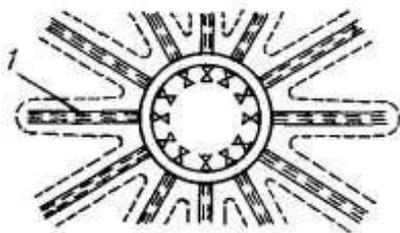
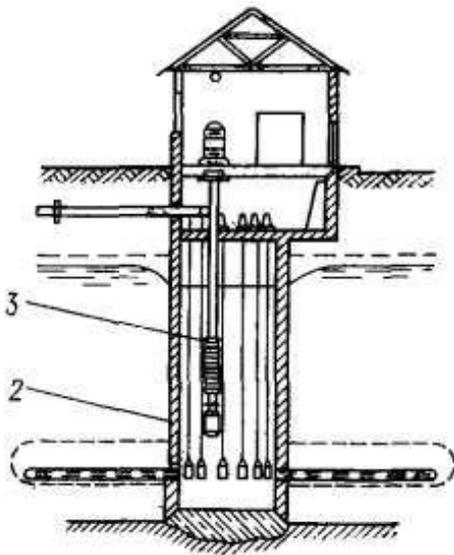


Рис. 2.7 - Схема променевого водозбору:  
1 – перфоровані сталеві променеві дрени;  
2 – залізобетонний шахтний колодязь; 3 – занурений насос

**Шахтні колодязі** (рис. 2.5) виконують з бетону, залізобетону, цегли, буту і дерева. Вони застосовуються для прийому безнапірних вод, при відносно невеликій глибині їх залягання (приблизно до 40 м). Найчастіше шахтні колодязі доводяться 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 перетину і малу довжину вертикальної частини. На дні шахтних колодязів для запобігання попаданню в них частинок ґрунту укладають піщано-гравійний фільтр. У великих системах водопостачання для прийому необхідних кількостей води звичайно влаштовують не один, а декілька шахтних колодязів.

**Горизонтальні водозбори** (рис. 2.6) споруджують при невеликій глибині залягання водонасного пласта (до 5-7 м) і малій його потужності. Вони є дренажними трубами або галереями, що укладаються в межах водонасного 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 водозбір** (рис. 2.7) є водоприймальною спорудою з горизонтальними трубчастими дренами, розташованими в межах водонасних порід і радіально приєднаними до збірного шахтного колодязя. Дрени можуть розташовуватися як уздовж берег річки (у водонасичених ґрунтах), так і під самим її руслом. Променеві дрени виконують з перфорованих сталевих труб і встановлюють способом продавливання з шахтного колодязя.

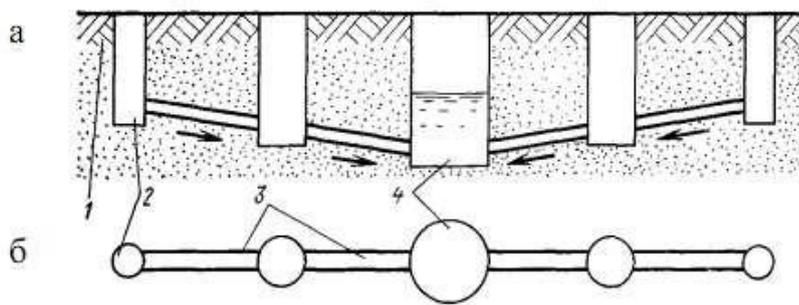


Рис 2.6 - Схема горизонтального водозбору:

а – розріз; б – вид зверху;

1 – статичний рівень підземних вод; 2 – контрольні оглядові колодязі;

3 – дренажні труби; 4 – водозбірний колодязь

Ключі (джерела) підрозділяють надвігрупи: 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

вклинювання на поверхню землі безнапірних водоносних пластів, що покояться на водонепроникних породах. Споруди для прийому джерельних вододержали назву **каптажних споруд**, а процес збору джерельної води - *каптажу джерел (ключів)*.

Для *каптажу висхідних ключів* (рис. 2.8,а) 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 фільтру.

*Каптаж низхідних ключів* (рис. 2.8,б) 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 водозбору, характером ґрунтів, що складають берег, амплітудою коливань рівня води, льодовими умовами та ін.

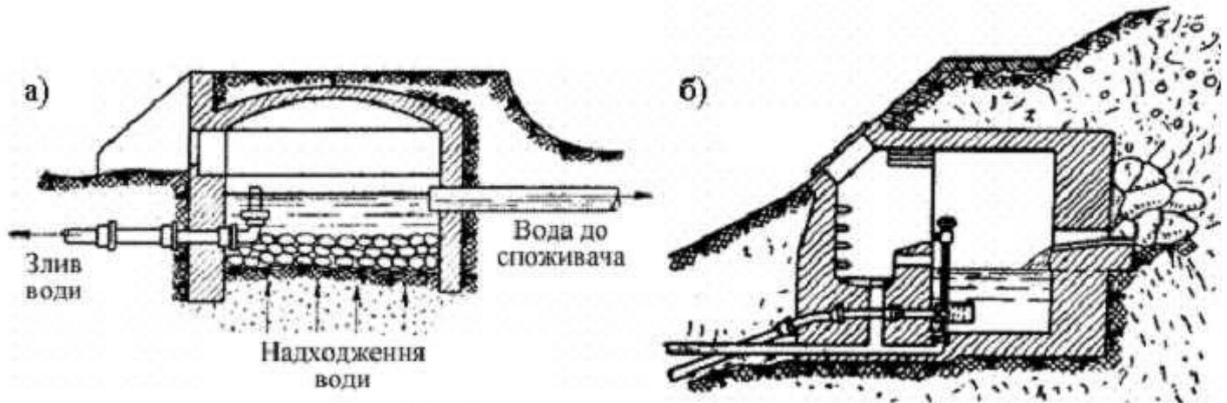


Рис. 2.8 - Схема каптажних споруд:

а – висхідних ключів; б – нисхідних ключів

Прикрутих 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 колодзя з насосною станцією 1 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 та надійності мають значно більше розповсюдження, ніж роздільні.

Береговий водозабір суміщеного типу (рис. 2.9) являє собою залізобетонний колодязь, передня стінка якого винесена в русло річки. Вода поступає у водоприймач через вхідні вікна, обладнані *гратами*, що розташовані в передній стінці і запобігають попаданню всередину водоприймача риби і крупних плаваючих предметів. Вода, протікаючи від приймальних вікон до всмоктуючих труб насосів, проходить через *сітки*, встановлені в перегородці, що розділяє весь водоприймач на *два відділення*: *водоприймальне* і *всмоктуюче*. Вказане механічне очищення води полегшує роботу водоочисних споруд, оберігає від засмічення труби насоса, 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* (рис. 2.10). 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

залигання понад 5 м розміщують у спеціальній галереї для захисту від пошкоджень і для створення необхідних зручностей під час експлуатації.

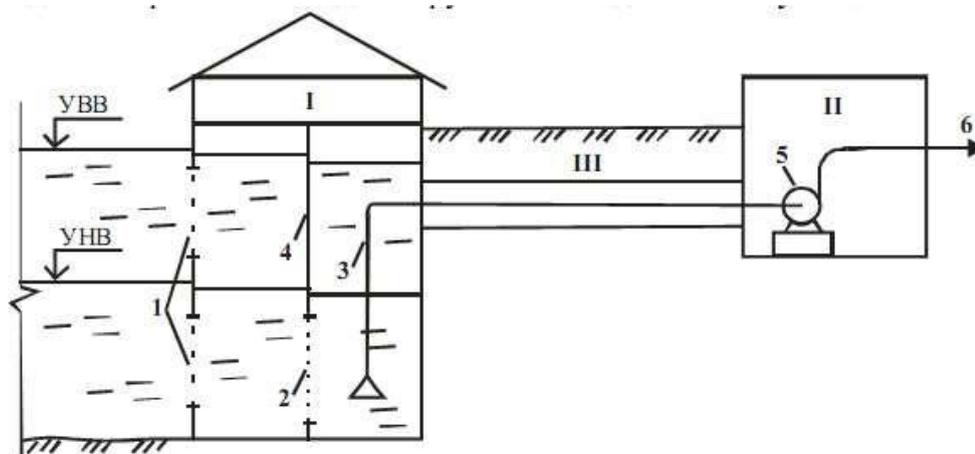


Рис. 2.10 - Береговий водозабір роздільного типу:

I – береговий колодезь; II – насосна станція 1-го підйому; III – канал для всмоктуючого трубопроводу;

1 – водоприймальні вікна з ґратами; 2 – сітка; 3 – всмоктуючий трубопровід; 4 – перегородка; 5 – насоси; 6 – напірний трубопровід

Ґрати, що перекривають водоприймальні вікна, найчастіше виконують у вигляді стрижнів із заліза круглоабопрямокутного профілю. Ґрати для зручності чищення роблять знімними, вони можуть бути підняті для очищення на балкон службового павільйону за допомогою лебідки. У даний час на їх місце ставлять запасні ґрати.

Сітки, через які поступає вода з приймального відділення у всмоктуюче, можуть бути плоскими або такими, що обертаються. Звичайно сітку виконують з двох полотен, накладених одне на друге. Сітки встановлюють в отворах нижньої частини поперечної розділової стінки і періодично піднімають для прочищення, під час цієї операції замість піднятої сітки опускають запасну. Сітки, що обертаються, обладнані промивним пристроєм.

Привідносно положення бережів відсутності біля нього достатніх для

приймання води глибин водозабори малої продуктивності слід приймати **русового типу**. В цьому випадку насосна станція може бути конструктивно об'єднана з береговим колодезем (рис. 2.11) або розташована окремо (рис. 2.12).

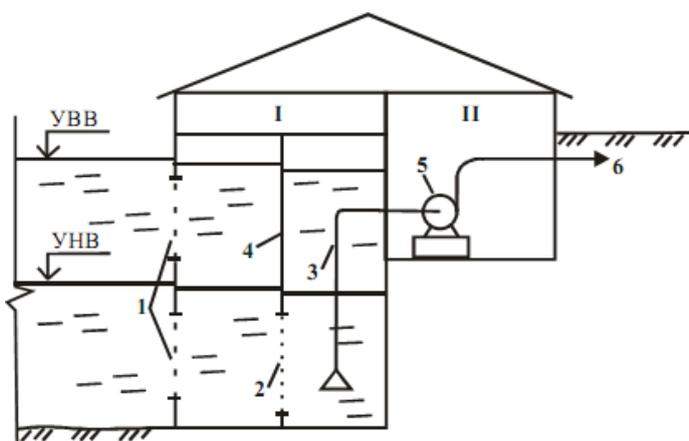
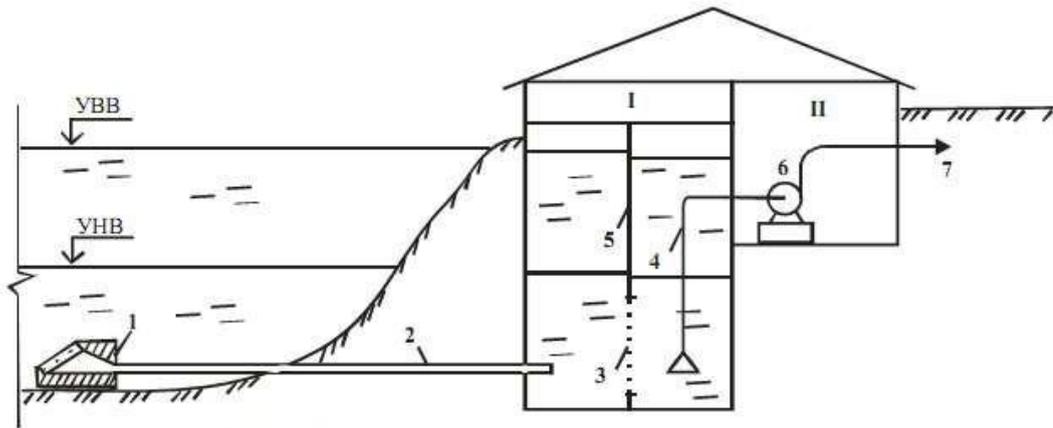


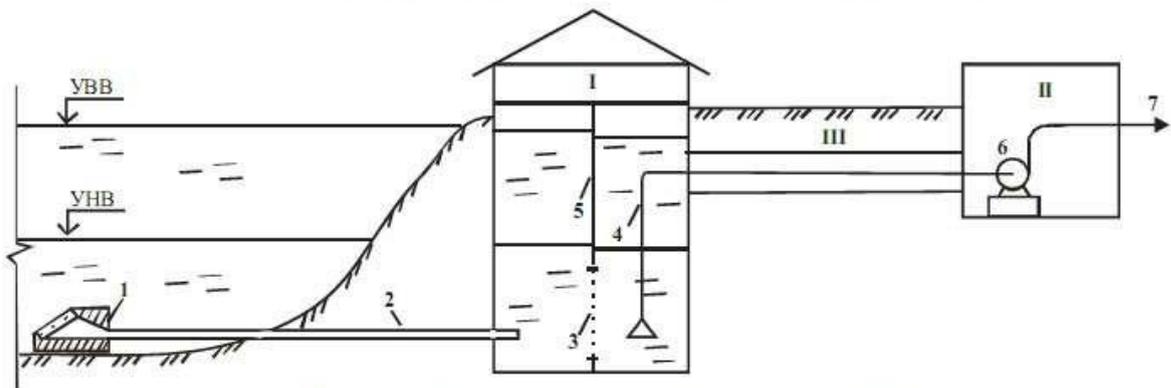
Рис. 2.9 - Береговий водозабір суміщеного типу:

I – береговий колодезь; II – насосна станція 1-го підйому; 1 – водоприймальні вікна з ґратами; 2 – сітка; 3 – всмоктуючий трубопровід; 4 – перегородка; 5 – насоси; 6 – напірний трубопровід



**Рис. 2.11** - Руслівий водозабір суміщеного типу:

I – береговий колодязь; II – насосна станція 1-го підйому;  
 1 – оголовок; 2 – самопливний трубопровід; 3 – сітка; 4 – всмоктуючий трубопровід; 5 – перегородка; 6 – насоси; 7 – напірний трубопровід



**Рис. 2.12** - Руслівий 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

Водоприймачіруслівих водозаборіврозрізняють трьох видів: постійно затоплювані; незатоплювані; водоприймачі, затоплювані високими водами. У свою чергу,затоплені водоприймачі(оголовки) підрозділяють на двігрупи:одні призначені для кріплення із захистувід пошкоджень приймальнихкінців самопливних ліній, що забирають воду безпосередньо з водо джерела, іншіутворюють водоприймальну камеру, до якої приєднаніприймальнікінцісамопливних ліній. Розміри вхідних вікон, обладнаних ґратами, затоплених водоприймачів визначаютьза середньоюшвидкістю проходуводи через отвори ґрат. Необхідно передбачати періодичне очищення ґрат і самопливних ліній від закупорки сміттям і шугою шляхом їхньої промивкизворотнимабопрямим потоком води або передбачати механічне очищення.

Затоплені водоприймачінеобхідно захищати від підмиву оточуючимпотокком води. З цією метою передбачають спорудження відповідної основи ізміцнення дна навколо водоприймачів.

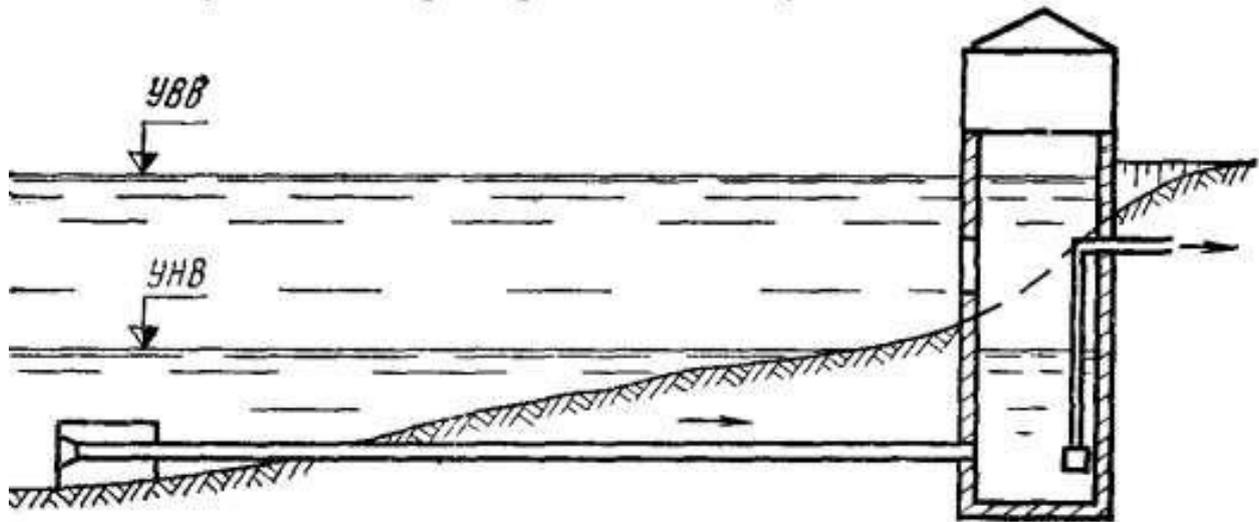


Рис. 2.13 - Схема комбінованого водозабору

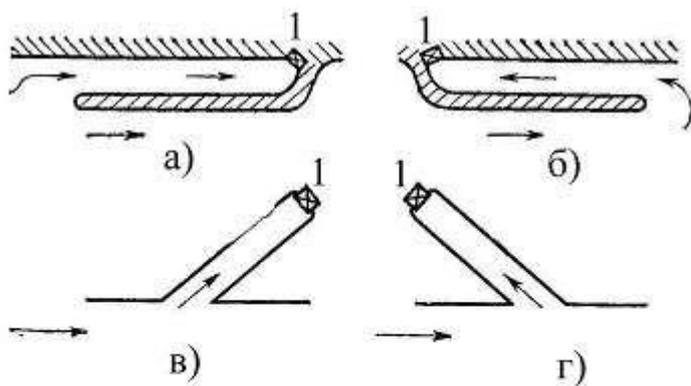


Рис. 2.14 - Схема водоприймальних ковшів:  
 а – ківш, утворений греблею, з верхнім входом води;  
 б – те ж, з низовим входом;  
 в – ківш, утворений спеціально відритою виїмкою, з верхнім входом води;  
 г – те ж, з низовим входом

створюють штучні затоки-ковши (рис. 2.14). Уряді випадків ківш дозволяє успішно долати утруднення, які виникають при прийманні води в умовах утворення внутрішньо водного 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 *під русловими водами*, для їхнього відбору застосовують водоприймачі *інфільтраційного типу*, з яких збирається

За визначеними умовами — профіль берега, амплітуда коливань рівня води — влаштовують *комбінований водозабір* (рис. 2.13), де прийом води під час високого рівня проводять через вхідні вікна в передній стінці берегового колодезя, як і в звичайному водозабірні берегового типу.

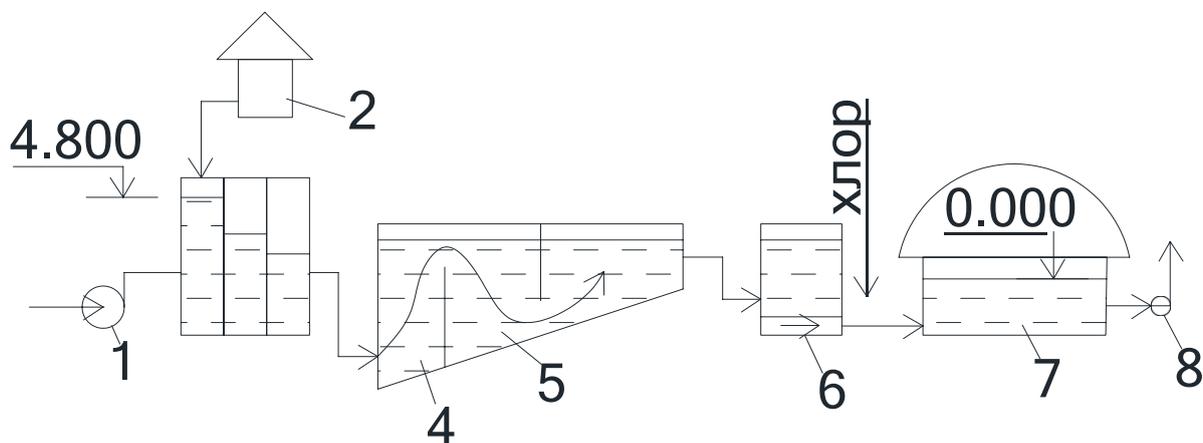
Для поліпшення умов забору води з метою забезпечення можливості боротьби з донним льодом і шугою, а також для зниження кількості суспензії у воді

вода, профільтрована 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 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.

### Очисні споруди Система очисних споруд



1. Насосна станція підйому;
2. Реагентний цех;
3. Змішувач;
4. Камера аерації;
5. Горизонтальний відстійник;
6. Фільтр;
7. Резервуар чистої води;
8. Насосна станція підйому;

#### **Основні технологічні процеси 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 всіх горизноманіття 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 в 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 в 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 (хлорайого 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; *знезалізнення* — видалення розчиненого заліза; *демanganація* — видалення розчиненого марганцю; *знесолювання і опріснення* — зниження вмісту розчинених солей, тобто коректування мінералізації; *фторування і дефторування* — досягнення оптимального вмісту іонів фтору і т.д.

Вище перелічені 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» децю 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.

**Коагуляція** є домішок водиназивають 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.

**Контактна коагуляція.** При фільтруванні через зернисте завантаження (кварцовий пісок) води, що містить колоїдні й завислі домішки і введений заздалегідь розчин коагулянту, на поверхні зерен завантаження утворюється плівка складного хімічного складу. В цьому випадку виділення з води завислих домішок відбувається під дією сил молекулярного тяжіння між цими частинками суспензії і зернами фільтруючого матеріалу (з плівкою на поверхні).

### **Схеми водоводів і водопровідних мереж.**

Транспортування води від джерел до об'єктів споживання проводиться водоводами. Їх виконують з двох або більше ниток трубопроводів, вкладених паралельно одна до одної.

Для подачі води безпосередньо до місць її споживання (житлові та промислові будівлі споруди). Служить водопровідна мережа. При трасуванні цих ліній водоводів та водопровідних мереж враховується планування об'єктів водопостачання, розміщення споживачів води, гідрогеологічні умови, рельєф місцевості.

Законфігурацією ВМ ( водопровідні мережі) розрізняють розгалужені (тупикові) і кільцеві (замкнуті)

Розгалужені ВМ виконують для невеликих об'єктів водопостачання і допускають перерви у постачанні води.

Кільцеві ВМ виконують при необхідності безперервного водопостачання. У міських та промислових водопроводах вик. Кільцеві мережі як і забезпечують безперебійну подачу води.

Впротипожежних водопроводах влаштування кільцевих мереж обов'язкове.

Рис. 1.20. Схеми водопровідних мереж:

а) розгалужена; б) кільцева; 1 - насосна станція; 2 - водонапірна башня; 3 - магістраль; 4 - коло

Законфігурацією ВМ (водопровідні мережі) розрізняють розгалужені

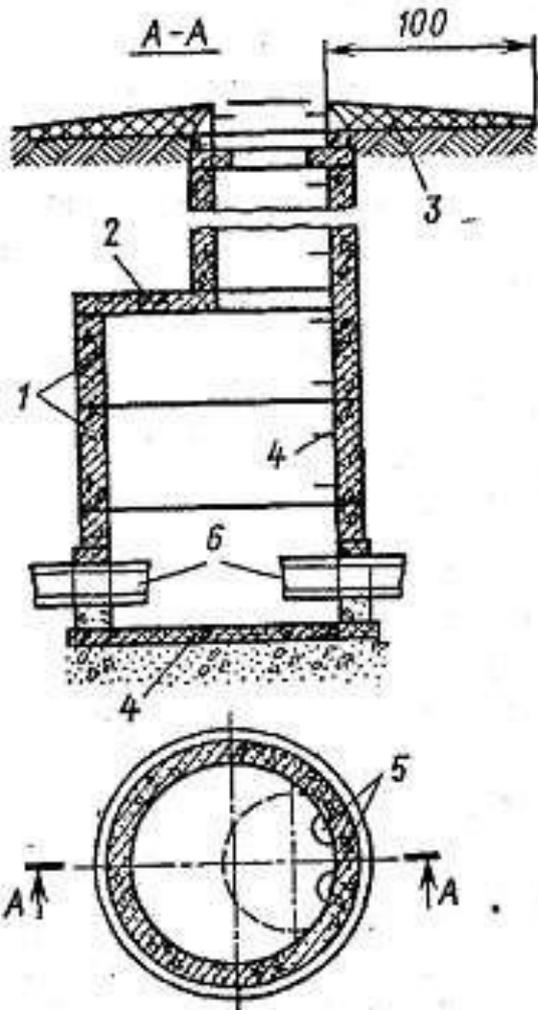


(тупикові) і кільцеві (замкнуті)

Розгалужені ВМ виконують для невеликих об'єктів водопостачання які допускають перерви у постачанні води.

Кільцеві ВМ виконують при необхідності безперервного водопостачання. У міських та промислових водопроводах вик. Кільцеві мережі які забезпечують безперервну подачу води.

Впротипожежних водопроводах влаштування кільцевих мереж



Конструкція водопровідного колодязя.

1. з/б кільце;
2. Плита перекриття;
3. Мощення;
4. Сходоваскоба;
5. Днище;
6. Труба ВМ.

## Внутрішній водопровід та його класифікація

*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 призначення будинку до системи внутрішнього водопроводу можуть бути включені насосні установки, водонапірні резервуари та інше обладнання.

Системи внутрішнього водопроводу (рис. 7.1) поділяють за такими ознаками:

- призначенням (господарсько-питні, протипожежні, виробничі);
- сферою обслуговування (роздільній або об'єднаній);
- температурою води, що транспортується (холодній або гарячій);
- 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 з технологічним процесом. Виробничий водопровід може складатися з декількох водопроводів, що подають воду різної якості.

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

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

- простими (ввід-водомір-мережа-арматура, рис. 7.2, а);
- 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. 7.2).

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).

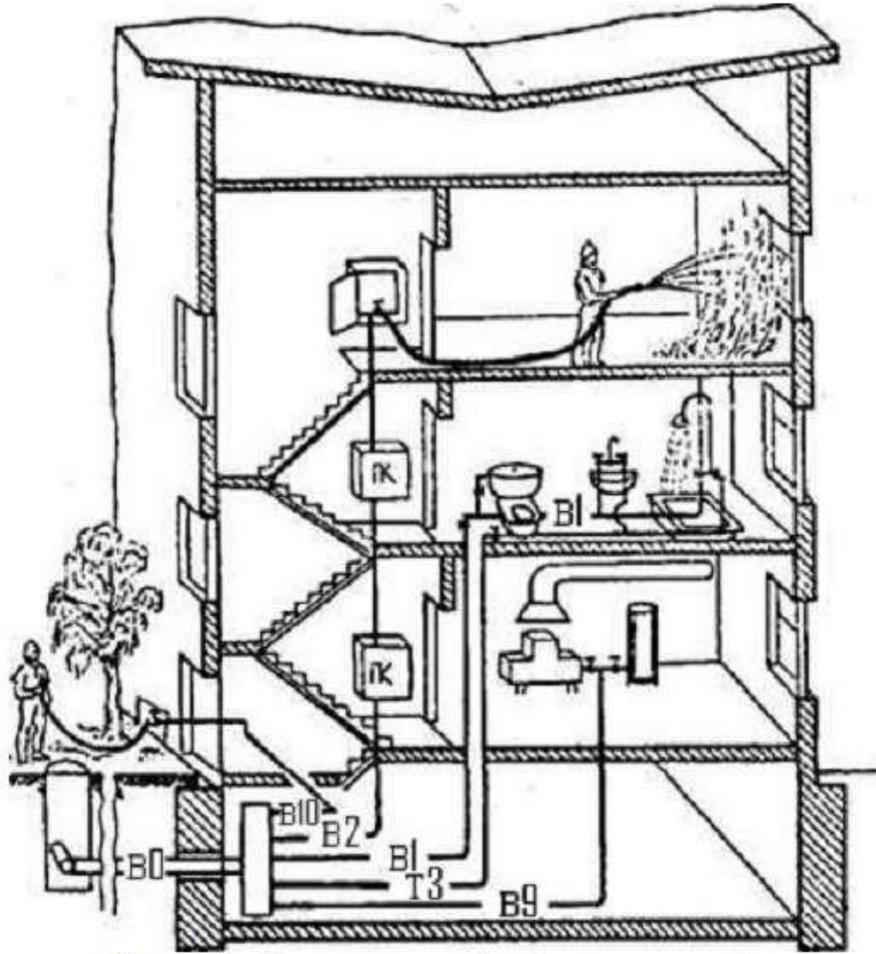


Рис. 7.1 - Системи внутрішніх водопроводів:  
 BO – загальна; B1 – господарсько-питна; B2 – протипожежна;  
 B9 – виробнича; B10 – поливальна; T3 – гаряче водопостачання

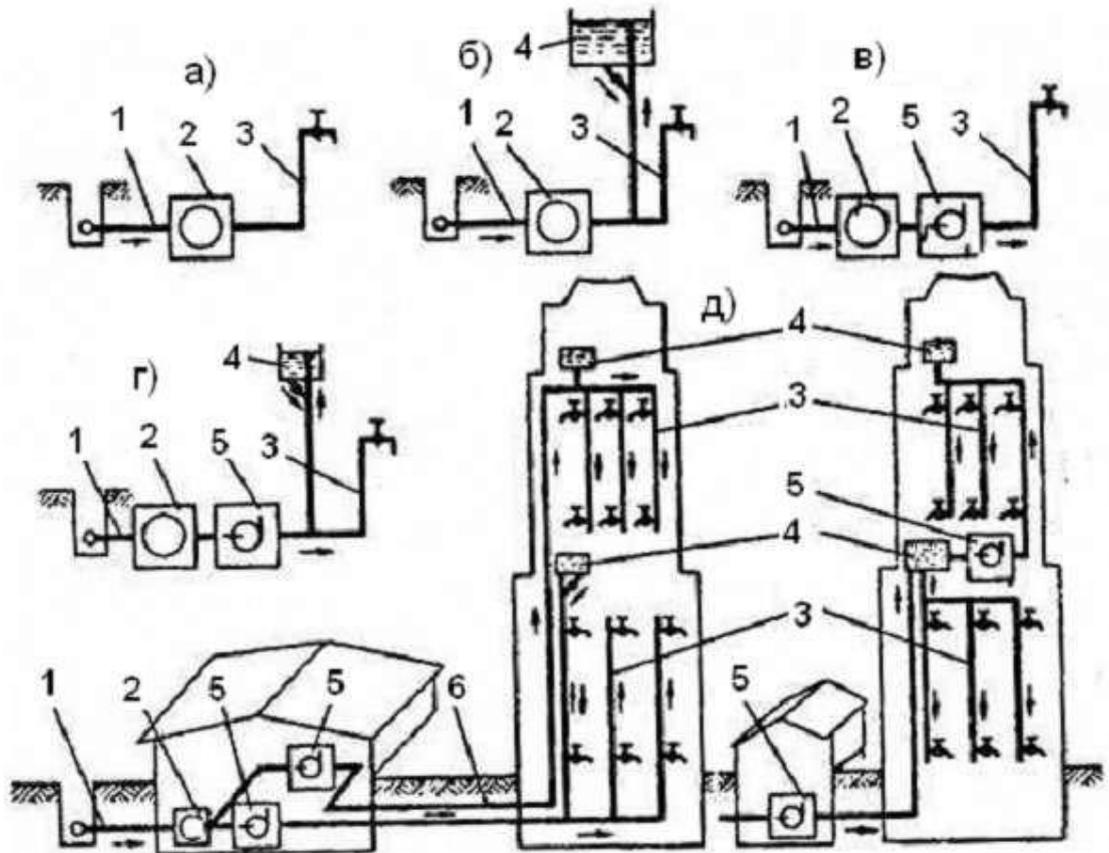


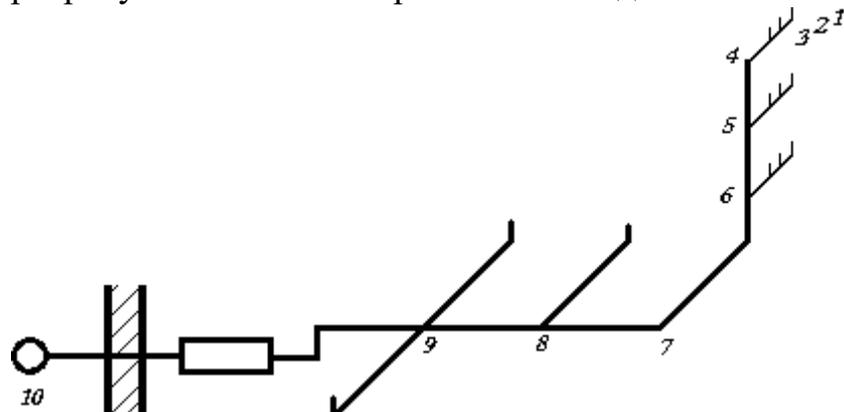
Рис. 7.2 – Схеми систем внутрішніх водопроводів:  
 а – проста; б – з водорегулюючими баками; в – з обладнанням для підвищення тиску; г – з водорегулюючими баками і обладнанням для підвищення тиску;  
 д – зонні; 1 – ввід; 2 – водомірний вузол; 3 – внутрішня мережа;  
 4 – водорегулюючий бак; 5 – обладнання для підвищення тиску;  
 6 – квартальна мережа

### Поняття про розрахунок систем водопостачання

Завдання: призначити такі економічні діаметри труб, щоб виконувалася умова  $N_{тр} < n_{г\text{ар}}$

Порядок розрахунку.

а) Будується розрахункова аксонометрична схема водопостачання.



Малюнок 3.1. – Схема для розрахунку простої системи водопостачання

б) Вибираємо диктуючий водорозбірний прилад, найдавший на поверсі, відповідний розрахунковій гілці. Проводиться нумерація розрахункових ділянок (по зміні витрати або діаметру).

в) Визначається вірогідність дії приладів Р:

$$P = \frac{q_{кр.л} \times U}{3600 \times q_0 \times N}$$

Складаємо таблицю гідравлічного розрахунку.

№	l, м	N, шт.	NP	$\alpha$	q0 л/с	d мм	V м/с	i	il м
1-2		1							
2-3		2							
3-4		3							
4-5		3							

N, шт. - кількість приладів, одержуючих воду через ділянку.

l - довжина внутрішнього водовода, визначається з точністю до 0,1 м

$\alpha$  - таблична дана

d, V, i - приділяються по таблиці Шевельова

1.в) По розрахованих витратах по таблиці Шевельова призначаються діаметри ділянок і визначаються параметри їх роботи (V, i), при цьому бажано щоб швидкість відповідала економічним (0,7-1,5 м/с, але не більше 3 м/с)

Бажано, щоб весь стояк і вся магістраль мали постійний діаметр.

Зазвичай підведення до приладів призначаються 15 мм, стояк 20-25 мм, магістраль 32-40-50 мм.

1.д) Розраховується  $N_{тр}$  (точне значення)

$$N_{тр} = (Z_{дп} - Z_{гв}) + H_1 + H_{св} + H_{водомер\text{азд.}} + H_{водомер\text{акв.}}$$

$Z_{дп}$  - відмітка диктуючого приладу

$Z_{гв}$  - відмітка, куди врізаємося

Якщо  $N_{тр}$  опинилося трохи більше  $N_{гар}$ , то доцільно збільшити діаметри на водопровідній мережі, тобто зменшити  $h_1$  зменшити  $N_{тр}$ . Якщо це не вдається, означає проста схема невдало виконана, слід перейти до схеми з насосом підкачки. Якщо за наслідками розрахунку опинилося  $N_{тр}$  багатоменше  $N_{гар}$ , тобто гарантований натиск використовується не повністю, то доцільно повернутися до гідравлічного розрахунку і зменшити діаметр труб.

### Матеріали для спорудження внутрішніх мереж.

#### Матеріали труб водопровідних мереж та спороби їх з'єднання

Відповідно до умов роботи водопровідних ліній у процесі їх експлуатації до них пред'являються наступні основні вимоги:

- Міцність, тобто високий опір всім можливим внутрішнім і зовнішнім навантаженням;

- Герметичність (водонепроникність);

- Гладкість внутрішньої поверхні стінок, що забезпечує найменші втрати напору при русі води у трубах;

- Довговічність;

- Мінімальна вартість.

Для водопровідних ліній необхідно застосовувати на самперед металічні труби - азбестоцементні, залізобетонні, пластмасові й, якщо буде потреба, металеві - сталеві, чавунні. У сучасній практиці будівництва водоводів і зовнішніх водопровідних мереж широко застосовують труби чавунні, сталеві й залізобетонні.

Сталеві труби застосовуються:

- При техніко-економічному обґрунтуванні;

- Для переходу під залізницями і шосейними дорогами (під ділянками, де динамічні навантаження);

- При робочому тиску більше **1,2 МПа**;

- При переході через яри, водні перешкоди;

- При прокладці у вічно мерзлих ґрунтах, просадних, що набухають та на заторфованих ґрунтах.

*Сталеві труби* мають високу міцність, порівняно невеликою масою, здатністю чинити опір зовнішнім динамічним навантаженням і вібраціям. До основного недоліку сталевих труб відносять їх сильну корозію і у порівнянні з іншими трубами вони мають менший термін служби.

Сталеві труби випускають електрозварними холоднокатаними під тиском до **2,5 МПа**, діаметром **100-1400 мм** із'єднують зварюванням.

*Чавунні розтрубні труби 65-1200 мм; 1= 2-7 м*), відрізняються високою міцністю, значною протикорозійною опірністю, простотою з'єднань і довговічністю. Стиги розтрубних з'єднань зашпаровують гумовими ущільненнями або смоленим, бітумним пасмом і чеканять азбестоцементною сумішшю.

*Азбестоцементні труби* - випускають діаметром **100-500 мм** і довжиною **3-4 м**. З'єднуються за допомогою муфт. Мають ряд переваг у порівнянні із трубами сталевими і чавунними - ценовелькавага, гладка внутрішня поверхня, краща стійкість проти корозії, діелектричність. Однак їм властиві і недоліки - мала опірність ударам і крихкість.

*Залізобетонні труби* напірні **500-1600 мм**, довжина **5 м**) мають високу стійкість до корозії, діелектричні, довговічні, здатні в умовах експлуатації зберігати гладку поверхню. З'єднання розтрубне з ущільненням гумовими кільцями і цементним розчином.

*Пластмасові труби* - розділяються на поліетиленові високої та низької щільності й вініл пластові. Поліетиленові труби випускають діаметром **10-630 мм**, довжиною **6,8,10,12 м**. Пластмасові труби значно легше інших труб, мають більшу пропускну здатність, не піддаються корозії й не заростають, монтаж їх нескладний. Однак у них великий коефіцієнт лінійного розширення, вони старіють внаслідок дії сонячного світла й низьких температур.

При виборі матеріалу труб необхідно приділяти увагу технологічній безвідмовності трубопроводів, що враховує рівень пошкоджуваності процесі експлуатації.

Ушкодження трубопроводів обумовлені впливом зовнішніх і внутрішніх факторів і пов'язані з фізико-хімічними властивостями матеріалу труб, міцністю і конструктивними особливостями їх з'єднання.

Для сталевих труб основним видом ушкодження є свищі, для чавунних - порушення стикових з'єднань, для пластмасових - розриви навколошовних зон внаслідок порушення технології зварювання, для залізобетонних і азбестоцементних - порушення стикових з'єднань.

### Вводи і водомірні вузли.

#### Введення водопроводу

Введення водопроводу—це ділянка підземного трубопроводу із замочною арматурою від оглядового колодязя на зовнішній мережі до зовнішньої стіни будівлі, куди подається вода (див. мал. 2).

Кожне введення водопроводу в житлових будівлях розраховане на кількість квартир не більше 400. На схемах і кресленнях введення позначається, наприклад, так:

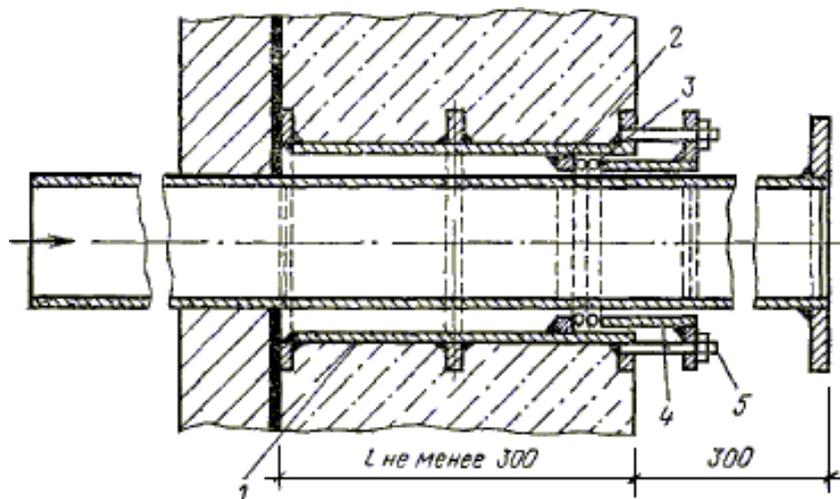
*Введення В1-1.*

Це означає, що введення відноситься до господарсько-питного водопроводу В1 і порядковий номер введення № 1.

Глибина заставляння труби введення водопроводу приймається по Сніп 2.04.02-84 для зовнішніх мереж і знаходиться по формулі:

$$H_{зал} = H_{промерз} + 0,5 \text{ м}$$

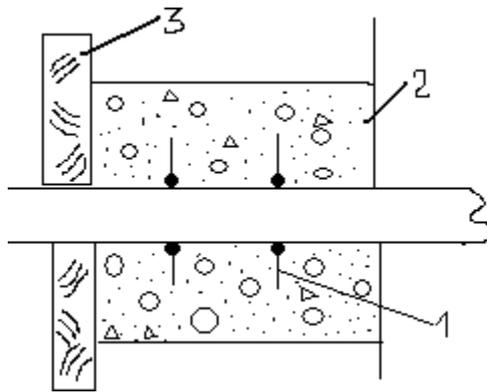
де  $H_{промерз}$ — нормативна глибина промерзання ґрунту в даній місцевості; 0,5 м — запас пол-метра.



**Ввід водопроводу через стіну підвалу з наявною грунтовою водою**

1. Сталева гільза
2. Діафрагма
3. Просмолене пасмо
4. Сольниковий стакан

## 5. Стягнуті болти

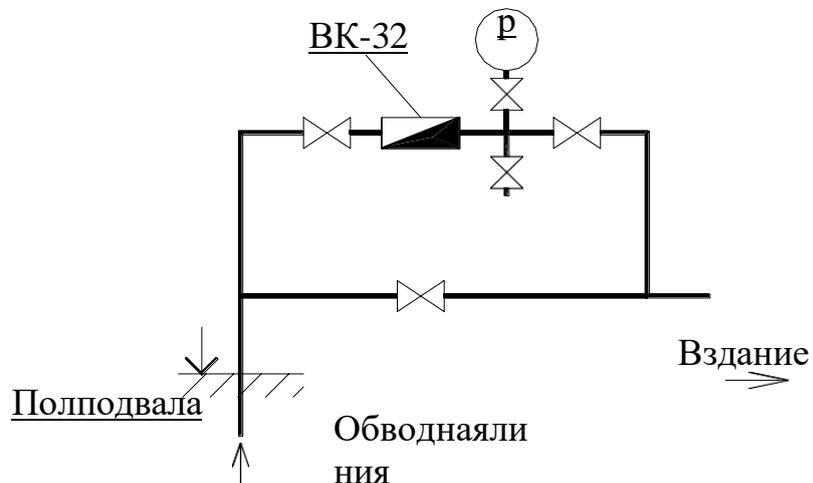


### **Жорстке закладення**

1. Ребра жорсткості
2. Закладення бетоном по місцю
3. Гідроізоляція (глиняний замок)

### **Водомірний вузол**

Водомірний вузол (водомірна рамка) — це ділянка водопровідної труби безпосередньо після введення водопроводу, який має водомір, манометр, замочну арматуру і обвідну лінію (мал. 3).



### **Извода водопровода**

Мал. 3

Водомірний вузол належить встановлювати біля зовнішньої стіни будівлі в зручному і досяжному приміщенні з штучним або природним освітленням і температурою повітря не нижче +5 °С згідно Сніп 2.04.01-85.

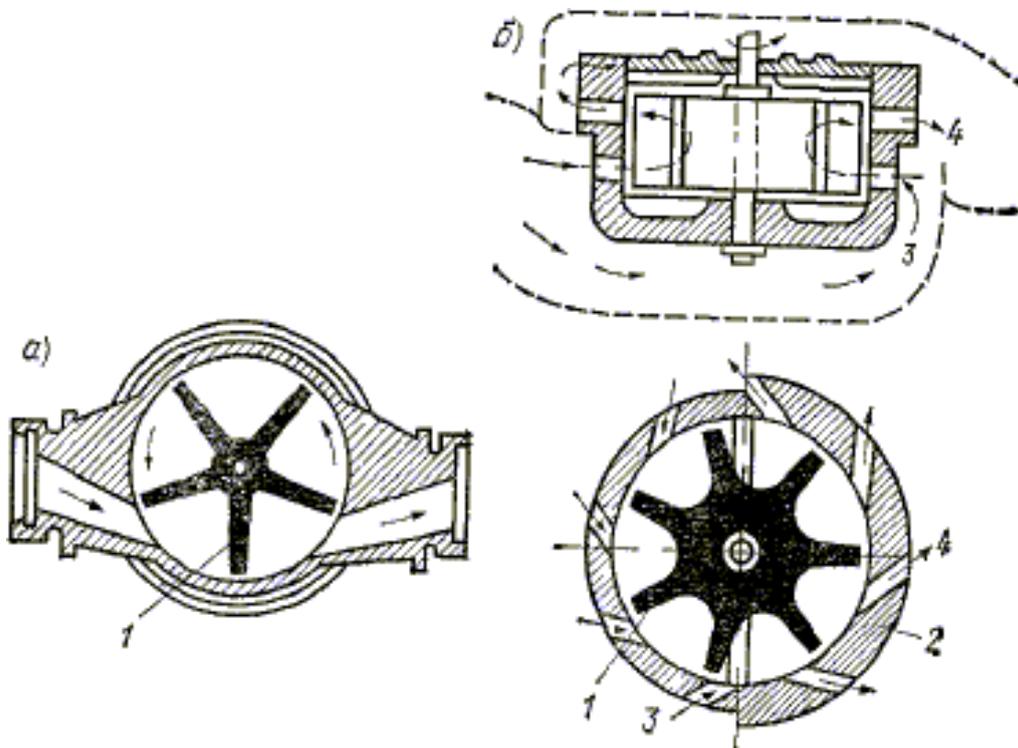
Обвідна лінія водомірного вузла зазвичай закрита, а арматура на ній опломбована. Це необхідно для обліку води через водомір. Достовірність водоміра можна перевірити за допомогою контрольного крана-вентилля,

встановленого після нього (див. мал. 3).

### Контрольно-вимірювальні прилади.

На окремих об'єктах зазвичай використовують механічні лічильники води, які підрозділяються на крильчаті і турбінні. У крильчатих вісь обертання Крильчатки перпендикулярна потоку води. Крильчати є водоміри бувають одноструйні і багато струменеві.

Турбінні-вісь турбіни паралельна потоку води.



Схеми руху потоків крильчатих водолічильників: одноструйний (а) і багатоструйний (б)

1. Крильчатка;
2. Корпус;
3. Підвідні канали;
4. Відвідні канали

Крильчаті застосовуються тільки на горизонтальних ділянках. Турбінні ж застосовуються на горизонтальних і вертикальних ділянках.

Крильчаті - ВКМ, ВКСМ - від 15 до 50 мм. При холодних водах частіше використовується пластмасова крильчатка, а при гарячих водах латунні.

Турбінні–ВВабоСТВ,от65до250мм

### **Підбір водоміра.**

Діаметр умовного проходу водоміра призначається по середньочасовому витраті води, яка не повинна перевищувати експлуатаційної витрати водоміра.

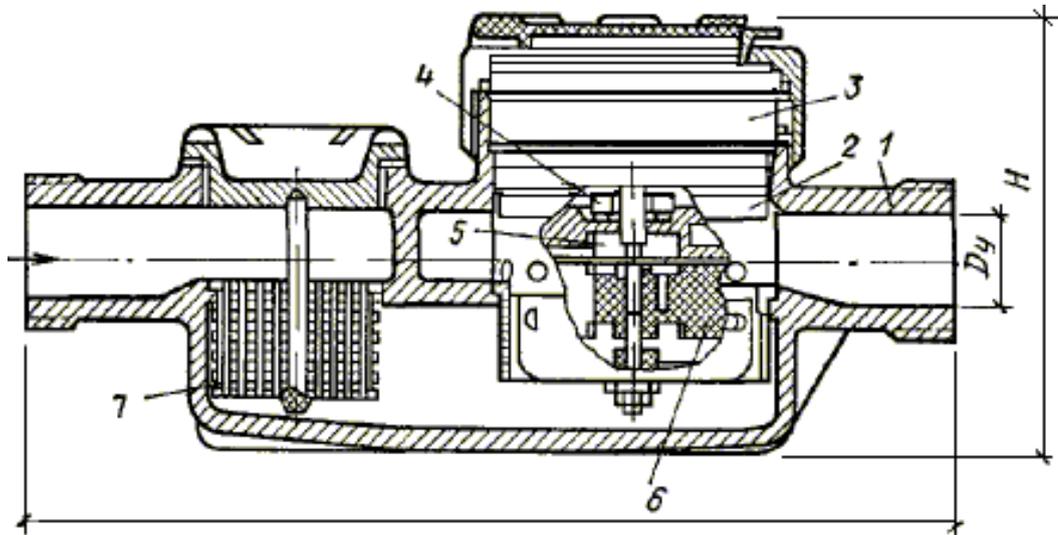
А) Водомір прийнятого калібру перевіряється на допустимі втрати при пропуску максимальної секундної витрати води на побутові і виробничі потреби. Ці втрати не повинні перевищувати: для крильчатих-5 м, для турбінних-2,5 м.

$h_{вод.} = S q^2$ , S гідравлічна характеристика водоміра, залежить від його калібру.

Гідравлічні характеристики водоміра беруться по довіднику.

Якщо перевірка не проходить, потрібно збільшити калібр водоміра.

Б) На допустимі втрати на пожежогащення і одночасно максимальної витрати води на господарсько-питні і виробничі потреби не більше 10 літрів.



Малюнок 2.8.-Схематичний розріз багатоструменевого швидкісного водо лічильника типу ВСКМ

1 – корпус; 2 – розділовий диск; 3 – рахунковий механізм; 4 і 5 – ведений і провідний магніти; 6 – крильчатка; 7 – фільтр сітка

### Контрольні запитання:

1. Які є споживачі води?
2. Які є джерела водопостачання?
3. Як класифікуються системи водопостачання?
4. Які визначають споруди для прийому води з природних джерел?
5. Основні технологічні процеси поліпшення якості природної води?
6. Схеми водопровідних мереж?
7. З яких елементів складається водопровідних колодязь?
8. Що таке внутрішній водопровід?
9. З яких елементів складається внутрішній водопровід?
10. За якими ознаками поділяються системи внутрішнього водопроводу?
11. Який порядок розрахунку системи водопостачання?
12. З яких матеріалів виконують трубопровід внутрішніх мереж?
13. Опишіть ввід водопроводу?
14. З яких елементів складається водомірний вузол?
15. Які контрольні вимірні прилади?



## Система гарячого водопостачання.

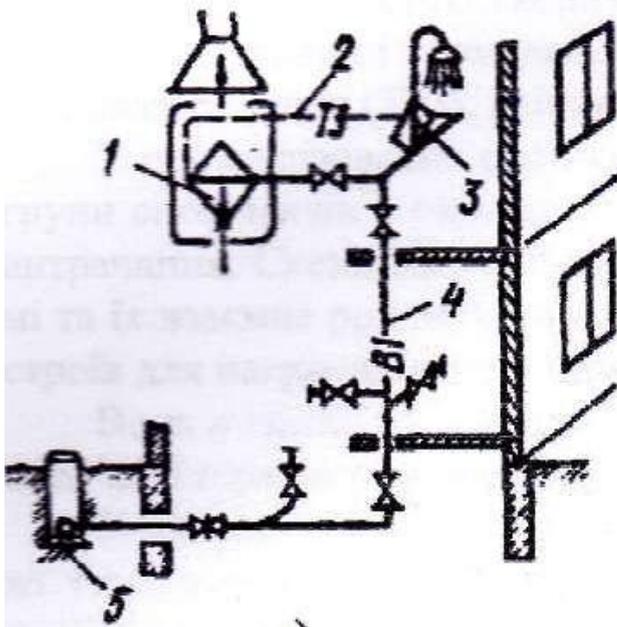
### Системи і схеми гарячого водопостачання.

Гаряче водопостачання в житлових і громадських будівлях влаштовується для того, щоб задовольнити побутові і санітарно-гігієнічні потреби людини. Система гарячого водопостачання забезпечує споживача водою з температурою не менше 50 °С і не більше 75 °С.

Залежно від призначення системи гарячого водопостачання поділяють на господарсько-побутові і виробничі. Ці системи допускається об'єднувати лише тоді, коли на технічні потреби використовується вода питної якості або тоді, коли внаслідок контакту з технологічним обладнанням не змінюється якість води.

Системи гарячого водопостачання залежно від місця приготування гарячої води поділяють на місцеві і централізовані.

*Місцеві системи* влаштовують в невеликих будинках, в яких нагрівання води здійснюється для кожного споживача або групи споживачів. Вода із системи холодного водопостачання подається для нагрівання в місцеву установку - теплогенератор (газовий водонагрівач, малометражний котел), в якому використовуються газ, тверде паливо, електроенергія тощо. Гаряча вода подається споживачеві за допомогою розподільної мережі трубопроводів.



Місцева Система гарячого водопостачання:

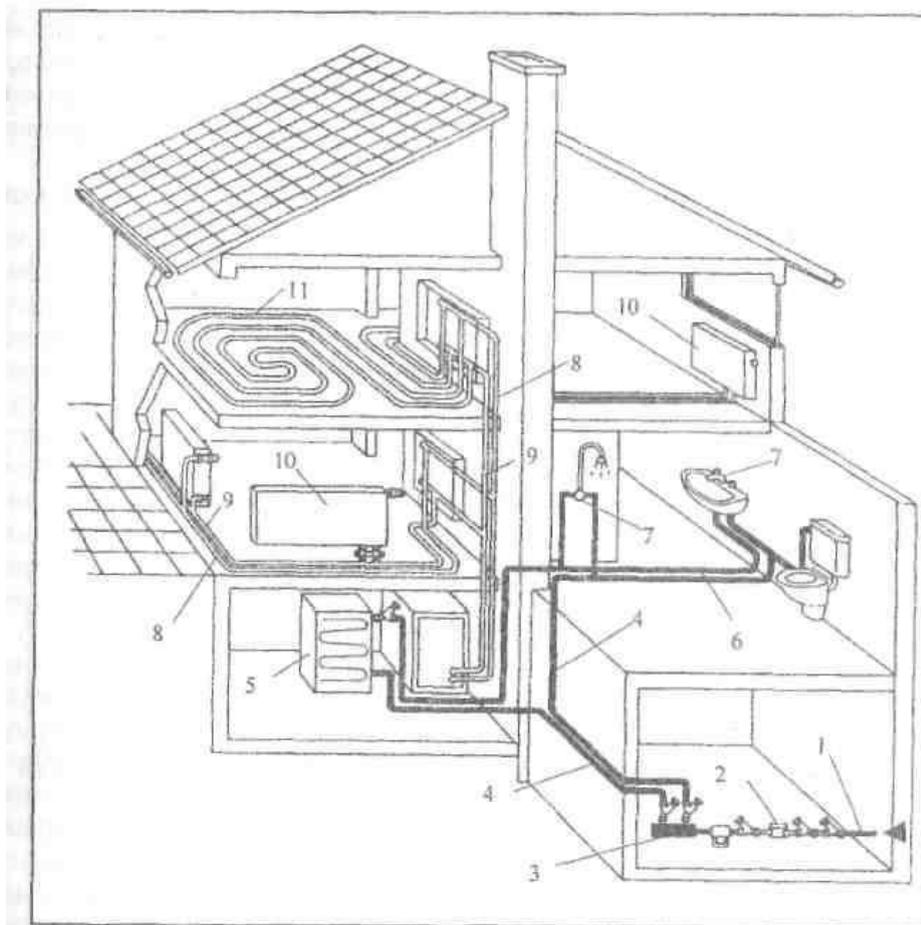
1-водонагрівач; 2-розподільча мережа; 3-водорозбірна арматура; 4- мережа холодного водопроводу; 5 - колодязь;

Через велику кількість водонагрівачів, що потребують постійного нагляду, ускладнюється монтаж і експлуатація місцевих систем, а тому їх використовують лише в невеликих будинках із теплоспоживанням не більше 208 МДж/год за відсутності джерел централізованого тепlopостачання або

значному віддаленні від них, коли спорудження теплових мереж є економічно недоцільним.

Місцеві системи гарячого водопостачання включають місцевий водонагрівач, теплогенератор для одержання теплоносія або безпосередньо гарячої води, трубопроводи для подачі гарячої води до водорозбірних пристроїв, бак гарячої води, розширювальний бачок та арматуру.

В малоквартирних будинках інколи використовують систему гарячого



водопостачання, поєднану з опаленням. Сучасна модифікація такої схеми фірми Oventrop "Combi-System" з метало-пластикових труб показана на рис. 2.1. Джерелом тепла в такій системі можуть бути як місцеві котельні (наприклад, дахова), так і індивідуальні котли на рідкому чи газоподібному паливі. Підведення води з водопроводу здійснюється до котла і бойлера, розташованих в підвалі будинку. Система передбачає окреме живлення водорозбірних пристроїв гарячого водопроводу і окреме - приладів системи опалення з різною температурою гарячої води, яка подається.

**Рис. 1. Схема гарячого водопроводу, поєднаного з системою опалення ("Combi-System" фірми Oventrop з метало-пластикових труб):**

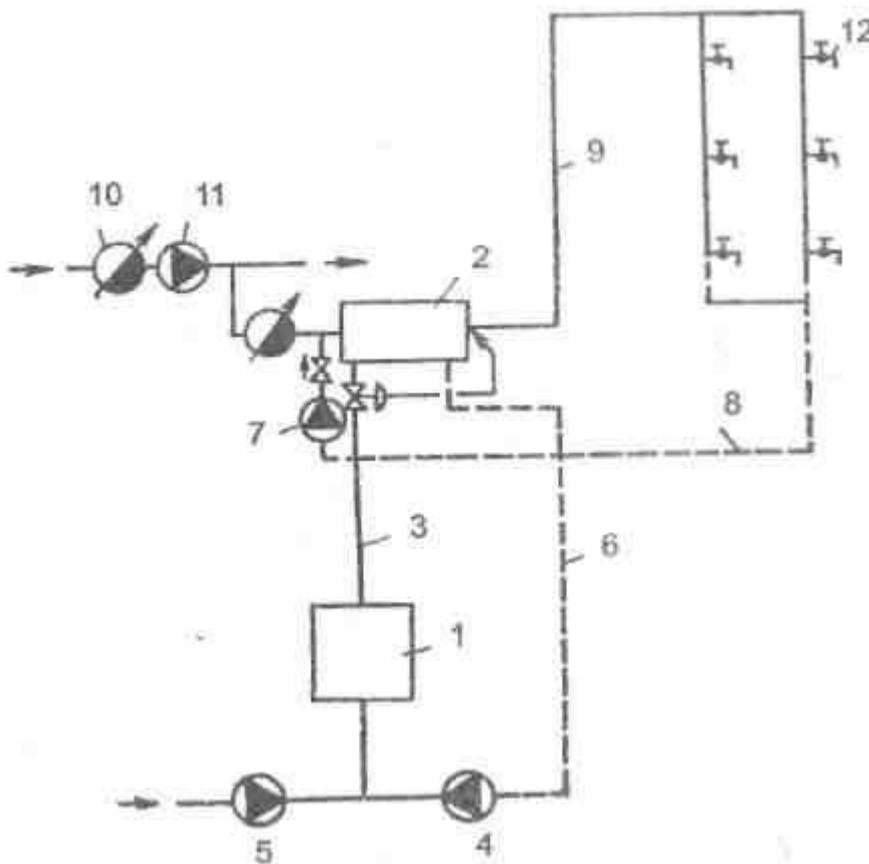
1 - ввід холодного водопроводу; 2 - водо лічильник; 3 - підключення санітарного обладнання; 4 - холодний водопровід будинку; 5 - котел; 6 - трубопровід гарячої води; 7 - водорозбірна арматура; 8 - подаючий теплопровід опалення; 9 - зворотний теплопровід опалення; 10 - опалювальні прилади; 11 - підлогове опалення

## Будова централізованих систем водопостачання.

Централізовані системи гарячого водопостачання (рис. 2) широко використовуються в житлових і громадських будівлях завдяки їх економічності, простоті експлуатації та обслуговування. Їх влаштовують за наявності потужних джерел тепла (ТЕЦ, районних котельень тощо).

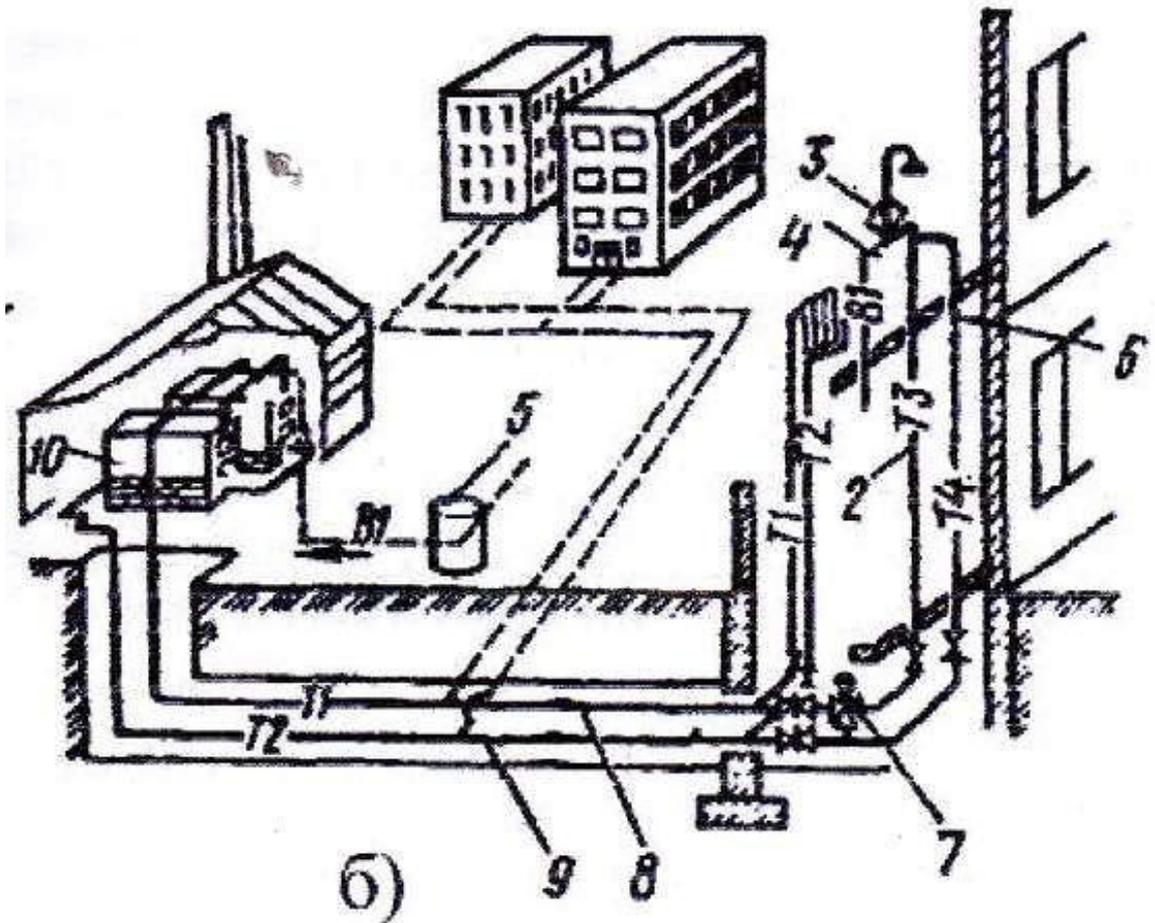
В централізованих системах гарячого водопостачання воду нагрівають для групи споживачів в одному місці і транспортують її трубопроводами до місць витрачання. Основні елементи системи наведені на рис. 2.2. Схема системи гарячого водопроводу, кількість елементів у системі, їх взаємне розташування залежать від режиму водоспоживання, типу пристроїв для нагрівання води, довжини трубопроводів тощо.

Вода в системах централізованого гарячого водопостачання може нагріватися за відкритою чи закритою схемами.



**Рис.2. Загальна схема централізованого гарячого водопостачання:**

1 - теплогенератор; 2 - водонагрівач; 3 - подаючий трубопровід теплоносія; 4 - циркуляційний насос теплоносія; 5 - підживлюючий насос; 6 - зворотний трубопровід теплоносія; 7 - циркуляційний насос гарячого водопостачання; 8 - циркуляційний трубопровід гарячого водопостачання; 9 - подаючий трубопровід гарячої води; 10 - водомірний вузол; 11 - підвищувальний насос; 12 - водорозбірна арматура



Централізована система гарячого водопостачання:

1-водонагрівач; 2-розподільча мережа; 3-водорозбірна арматура; 4-мережа холодного водопроводу; 5-колодязь; 6-циркуляційна мережа; 7-терморегулятор; 8,9-трубопроводи; 10-водогрійний котел; Т1-

трубопровід подачі гарячої води; Т2-зворотний трубопровід гарячої води; Т3 - гаряче водопостачання; Т4 - циркуляційний трубопровід; В1 - трубопровід холодної води

У *відкритій схемі* гаряча вода забирається безпосередньо з теплової мережі. Водонагрівається в котлах, розташованих у центральних котельнях або теплообмінниках ТЕЦ, і квартальною мережею подається в систему опалення, а розподільною мережею - на гаряче водопостачання окремих будинків. Циркуляційні трубопроводи повертають охоложену воду в котли для її підігріву.

Така схема є простою і довговічною, адже живиться ретельно очищеною водою, яка необхідна для роботи котлів без утворення накипу.

Недоліком схеми є велика потужність установок для водо підготовки, які повинні очищати всю воду, що подається в систему водопостачання. Через це схему використовують за низької карбонатної твердості природної води.

В *закритих схемах* (рис. 2) тепло від котлів передається теплоносію (перегрітій воді, парі тощо), який теплофікаційною мережею подається до водонагрівача. Вода з системи холодного водопостачання проходить через

водонагрівач,нагріваєтьсяіподаєтьсяврозподільнумережу.Недоліком

закритої схеми є необхідність використання водонагрівачів, прокладення внутрішньої квартальної мережі трубопроводів. Проте в цій схемі установки для водо підготовки мають невелику потужність, адже теплоносій не витрачається, а повністю повертається в котел, у той час, як споживач отримує гарячу воду питної якості з міського водопроводу. Крім того, котли перебувають під постійним тиском, який не залежить від тиску в системі гарячого водопостачання. Завдяки цим перевагам закриті системи гарячого водопостачання здобули в наш час широке використання.

Схеми централізованого гарячого водопостачання з *циркуляцією* використовують в будинках, в яких не допускається зниження температури води нижче потрібної. Щоб компенсувати тепловтрати, передбачається циркуляція води, для чого поруч із подаючим трубопроводом прокладається циркуляційний, за допомогою якого охолоджена вода повертається у водонагрівач. Рух води в циркуляційному контурі здійснюється або за рахунок гравітаційного тиску (різниці густини гарячої і холодної води) - схема з природною циркуляцією, або за допомогою циркуляційного насоса - схема з насосною циркуляцією.

Через невеликий гравітаційний тиск схему з природною циркуляцією використовують в невеликих будинках (висотою до 20 м і довжиною горизонтальних ділянок мережі 30...60 м). В інших випадках застосовують схему з насосною циркуляцією.

Схеми *без циркуляції* використовують на підприємствах з постійним водо розбором (лазнях, пральнях тощо) або регламентованим за часом споживанням гарячої води (на промислових підприємствах, де користуються душами в один і той же час після закінчення зміни, а також в невеликих малоповерхових будинках з короткими підведеннями до водорозбірних приладів).

Схеми з *аккумуляторами* тепла застосовують у випадку нерівномірного споживання води і тепла для зменшення потужності водонагрівачів і вирівнювання графіка споживання тепла. Акумулятори створюють запас гарячої води, усувають різкі коливання температури води. Як правило, їх влаштовують напірними. В невеликих будинках з місцевими тепловими пунктами дозволяється використовувати безнапірні баки-акумулятори, які розташовуються в найвищій точці будівлі. В лазнях, душових, пральнях баки-акумулятори створюють запас води на випадок перерви в постачанні води зовнішньою мережею.

Часто акумулятори поєднуються з нагрівачами. Це дозволяє зменшити втрати тиску у водонагрівачі, які зростають під час експлуатації внаслідок утворення накипу на внутрішніх поверхнях. Доцільність використання акумуляторів тепла визначається техніко-економічними розрахунками.

Схеми з *насосними установками* застосовують, якщо гарантійний тиск в зовнішній мережі постійно або періодично менший, ніж тиск, потрібний для роботи системи гарячого водопроводу. Насосна підвищувальна установка збільшує тиск до потрібного. Інколи циркуляційні насоси влаштовують на подаючому трубопроводі і використовують як підвищувально-циркуляційні.

Зонні схеми використовують в багатоповерхових будинках (висотою понад 50 м). В кожній зоні влаштовується окремий водонагрівач і насосна установка.

Схема з *регулятором температури* при експлуатації автоматично забезпечує найбільш економічний розподіл циркуляційних витрат, зберігаючи високі температури в усіх точках схеми. Регулятори температури влаштовуються в нижній частині стояків або на вводі в будинок. Завдяки їм підтримується стала температура циркуляційної води 35...38°C, зменшується циркуляційна витрата на 18...25% і водночас підвищується температура гарячої води у споживача на 10...12 °C [9].

### **Матеріали для спорудження схем гарячого водопостачання.**

Для устрою теплопроводів застосовують, як правило, безшовні сталеві гарячекатані труби діаметром **50-350** мм. Теплопроводи діаметром більше **400** мм прокладають із сталевих електрозварних труб з поздовжнім швом.

Для компенсації теплових подовжень використовують повороти і вигини трубопроводів, за їх відсутністю встановлюють компенсатори (сальникові або гнуті).

На теплових мережах встановлюють запірну і регулюючу арматуру: на трубопроводах невеликих діаметрів - вентиля, а на трубопроводах більших діаметрів - засувки.

Компенсатори та різну запірно-регулювальну арматуру розміщують у камерах, які встановлюються на теплопроводах. У камерах розміщують також і відгалуження до окремих об'єктів.

При перетинанні теплових мереж з водними перешкодами, залізничними коліями, ярами і підземними спорудами улаштовують підводні переходи типу дюкерів і тунелів, мостові переходи та естакади, підземні переходи мереж у футлярах і тунелях.

### **Контрольні запитання:**

1. Як поділяються системи гарячого водопостачання?
2. Місцеві системи гарячого водопостачання?
3. З яких елементів складається місцева система гарячого водопостачання?
4. Централізовані системи гарячого водопостачання?
5. Відкрита схема гарячого водопостачання?
6. Закрита схема гарячого водопостачання?
7. Які схеми централізованого гарячого водопостачання?
8. З яких матеріалів споруджують системи гарячого водопостачання?
9. Яка повинна бути температура води в системі гарячого водопостачання?

## Тема 5. Система каналізації. Призначення і класифікація системи каналізації.

Відомі наступні системи каналізації:

- загально сплавна;
- роздільна (повна або неповна);
- напівроздільна;
- комбінована.

Мережу, призначену для відведення атмосферних вод, називають *водосток* 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 і дощові води відводяться однією підземною мережею на очисні споруди для сумісного очищення (рис. 4.6).

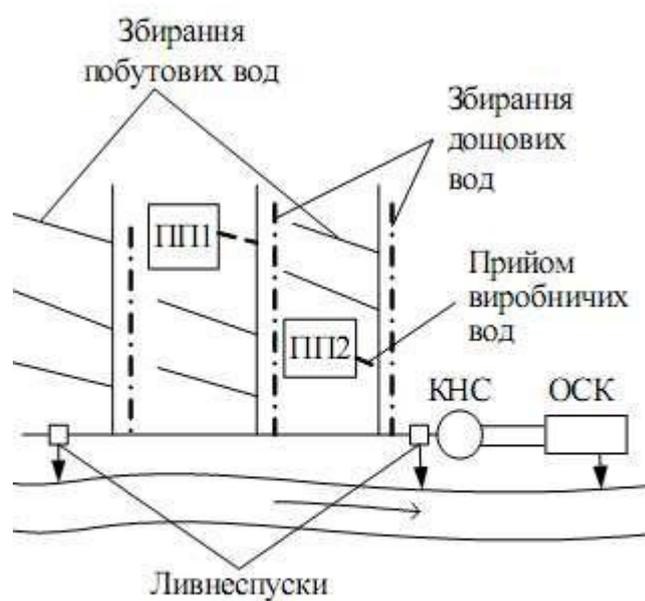


Рис. 4.6 – Загальносплавна система водовідведення

Для розвантаження загальносплавної мережі при сильних дощах на головному колекторі влаштовують *розділові камери-ливне спуски*, 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 ливне спуски *залежить* і від місця їх розташування. Через ливне

спуски, 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 ливне спуски, 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 набагато разів перевищує приток побутових і вироб-

ничих вод. Це викликає необхідність будувати канали великої площіперетину, якими в суху погоду протікає небагато води. Іншим недоліком є епізодичне скидання водоймищедеякої частини побутових і виробничих стічних вод без очищення, можливе тільки при наявності поряд з обслуговуваними об'єктами річокз великими витратами води.Протяжністьзагально сплавноїмережіменше мереж повної роздільної системи.

**Повна роздільна система** складається з двох або більшого числа самостійних підземних мереж, кожна з яких призначена для відведення стічних вод певного виду (рис. 4.7): 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.

Основним недоліком повної роздільної системи водовідведення є проблема очищення поверхневого стоку для дотримання вимог з охорони водоймищ від

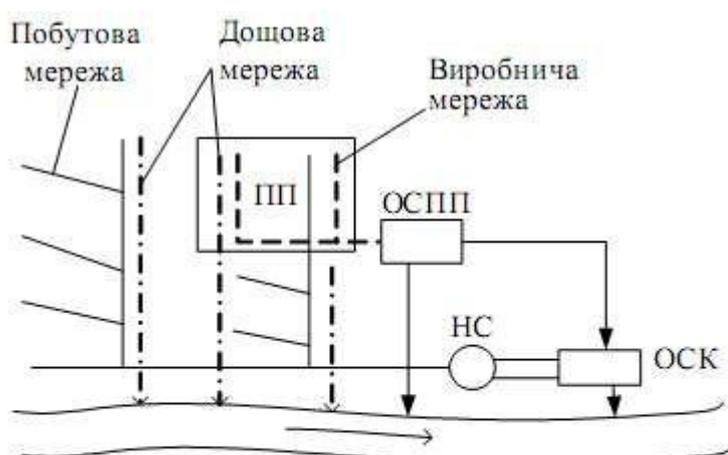


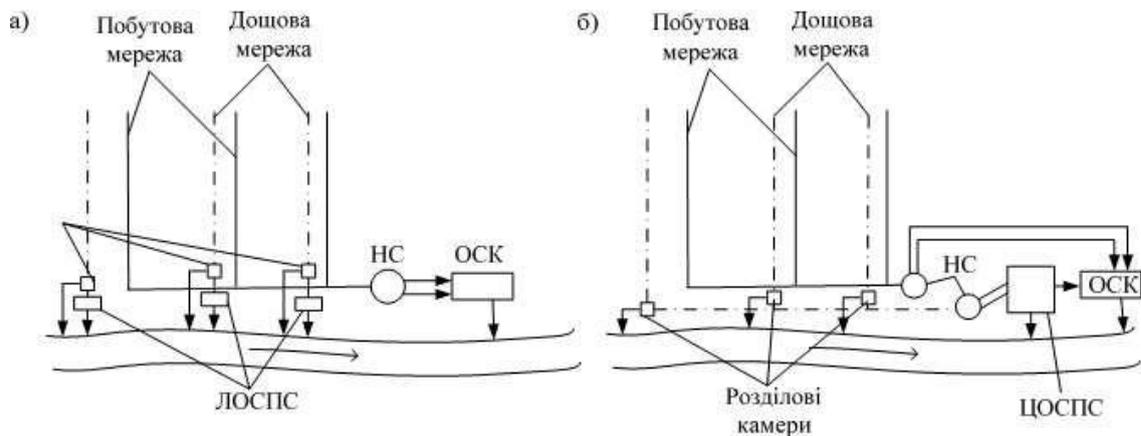
Рис. 4.7 – Повна роздільна система каналізації:

ОСПП – очисні споруди промислового підприємства

забруднень. Це завдання може бути вирішене двома шляхами:

- створенням локальних очисних споруд поверхневого стоку на дощовій мережі перед випусками (рис. 4.8, а);

- створенням централізованих очисних споруд поверхневого стоку за межами обслуговуваного об'єкта і перекиданням на них дощових вод по головному колектору дощової мережі (рис. 4.8, б).

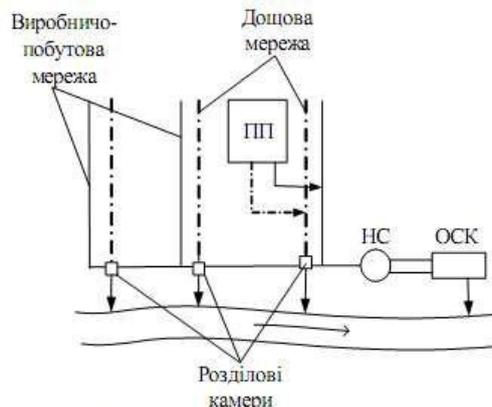


**Рис. 4.8** – Очистка поверхневого стоку при повній роздільній системі каналізації:  
 ЛОСПС – локальні очисні споруди поверхневого стоку;  
 ЦОСПС – централізовані очисні споруди поверхневого стоку

Розділення і відведення на очисні споруди частини найбільш забруднених водзабезпечується *розділовими камерами*. При порівняно малих витратах водив 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.

**Неповна роздільна** система має одну водовідвідну мережу, по якій відводяться побутові і 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.

**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. 4.9). 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.



**Рис. 4.9** – Напівроздільна система каналізації

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

### **Види стічних вод системи каналізації.**

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 **свивізна**. У цьому випадку твердй 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.

Воду, яку використовували для різних господарсько-побутових або виробничих потреб і яка змінилася при цьому свої властивості, називають **стічною**, сюди ж відносяться дощові й талі води. Стічні води ділять на три групи:

1. **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;

2. **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.);

3. **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. Стічні води є складними багатокомпонентними утвореннями, забруднені річовинами, які можуть знаходитися в *розчиненому, колоїдному і дисперсному (нерозчиненому) стані*. Колоїдні й нерозчинені речовини утворюють грубо і тонко дисперсні 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 грибками, 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 і 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.



## Каналізаційні мережі.

Схеми каналізаційних мереж залежать від рельєфу місцевості, розташування водоймищ, очисних споруд, геологічних і гідрогеологічних умов будівництва трубопроводу.

Схемиводовідвідних мереж бувають наступні:

1. *Перпендикулярна* — колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі. Таку схему застосовують при ухилі поверхні землі до водойми й при відводі стічних вод, які не вимагають очищення (дощові, умовно чисті).

2. *Пересічена* - колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, трасування якого здійснюється паралельно річці. Таку схему застосовують при плавному падінні рельєфу місцевості й необхідності очищення стічних вод.

3. *Паралельна* — колектори басейнів каналізування трасують паралельно або під невеликим ухилом до напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, що транспортує стічні води до очисних споруд перпендикулярно до напрямку руху води у водоймі. Цю схему застосовують при різкому падінні рельєфу місцевості до водойми. Вона дозволяє уникнути в колекторах підвищення швидкостей руху води, яке сприяє руйнуванню трубопроводів.

4. *Зонна схема* — територія, що каналізується, розбивається на дві зони: з верхньої стічні води надходять до очисних споруд самопливом, а з нижньої вони перекачуються насосною станцією. Кожна зона має схему, аналогічну однієї з наведених вище.

5. *Радіальна* — очищення стічних вод здійснюється на двох або більше очисних станціях. Дану схему застосовують при складному рельєфі місцевості й каналізуванні великих міст.

Трасування вуличних каналізаційних мереж може бути здійснене за трьома основними схемами (рис. 6.1):

➤ *Охоплююча схема трасування* - вуличні мережі прокладають по проїзній, частині, що охоплює кожний квартал з всіх чотирьох сторін (рис. 6.1, а). Цю схему застосовують при плоскому рельєфі місцевості (ухил до **0.005... 0.007**) та великих розмірах кварталів.

➤ *Трасування по зниженій стороні кварталу* - вуличні мережі прокладають лише зі знижених сторін кварталів, що обслуговуються. Цю схему використовують при значному падінні місцевості з падінням поверхні рівня землі до однієї або двох границь кварталу (ухил поверхні землі більше **0.008 - 0.01**), (рис. 6.1, б).

➤ *чрезквартальна схема трасування* - вуличні мережі прокладають усередині кварталів - від вище розташованих до нижче розташованих. Дана схема дозволяє значно скоротити довжину мереж і вартість їх будівництва, але створює труднощі в експлуатації (рис. 6.1, в).

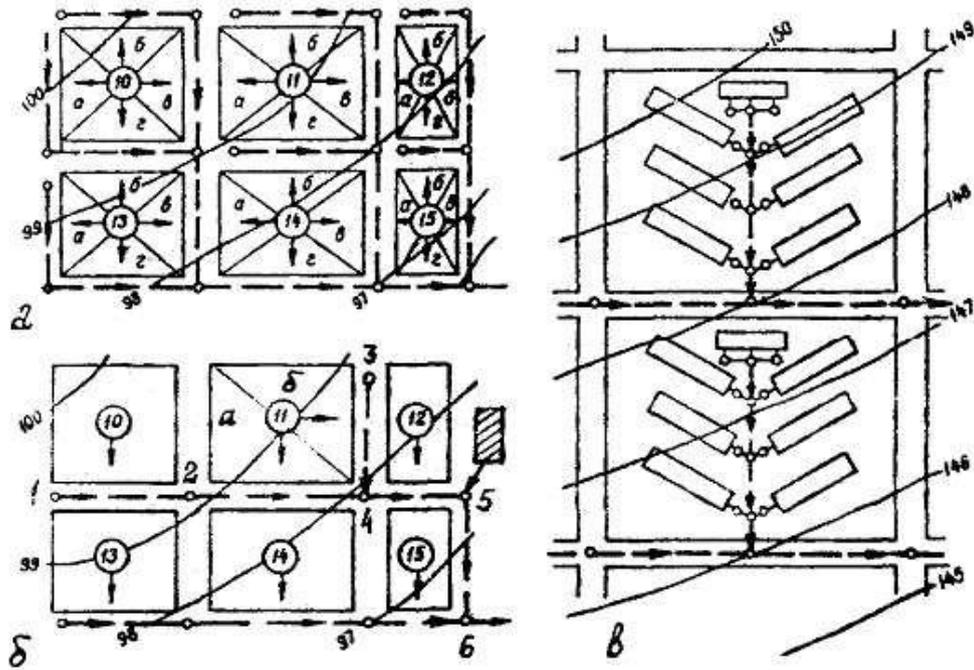


Рис. 6.1 - Схеми трасування каналізаційних мереж:  
 а) за охоплюючою схемою; б) трасування по зниженій стороні кварталу;  
 в) чрезквартальна; а, б, в, з - сектори кварталів; 10-15 - номери кварталів; 1-6 - вузлові колодязі.

### Методи і основні споруди для 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 часток 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.

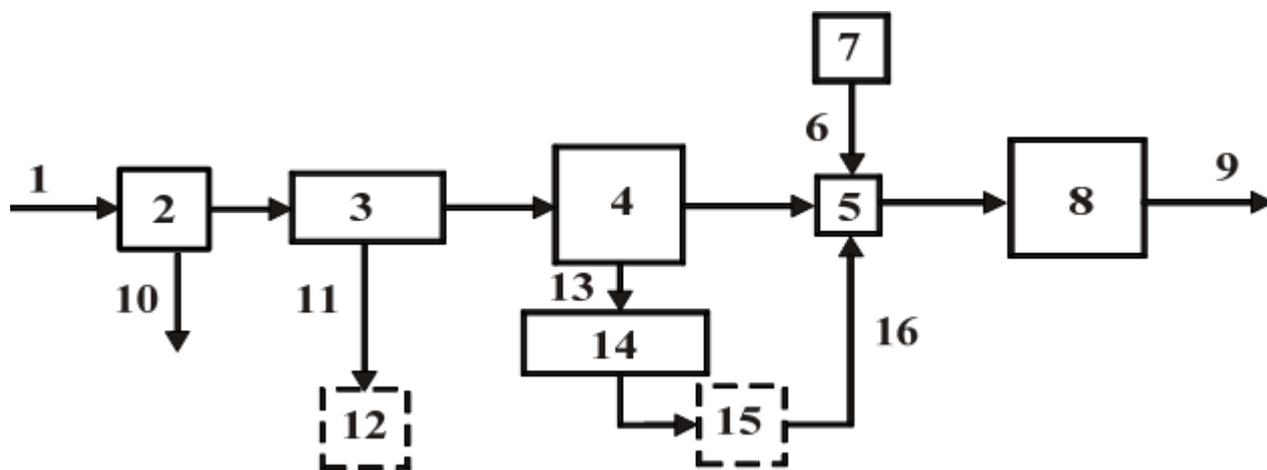
Звичайно *технологічна схема очищення міських стічних вод* включає в себе споруди для механічного й біологічного очищення, при необхідності — споруди для додаткового очищення (доочищення), знезаражування очищених стічних вод, обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод.

Споруди для очищення стічних вод розташовують таким чином, щоб вода проходила їх послідовно-одне за одним. У спорудах для механічного очищен-

ня 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.

Послідовність очищення стічних вод за деякими основними схемами розглянуто нижче.

За схемою на рис. 6.1 стічна вода проходить механічну очистку в такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримуються *гратами*; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримуються *піскоуловлювачами*; нерозчинені органічні домішки затримуються *відстійниками*. Далі стічну воду *знезаражують* (найчастіше хлоруванням) і *випускають* у водоймище.



**Рис. 6.1**—Технологічна схема механічного очищення стічних вод:

1—подача стічної води на очищення; 2—грати; 3—піскоуловлювач;

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—метантенка; 15—мулові майданчики; 16—дренажна вода

Обробку утвореного осаду здійснюють таким чином:

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

- пісок із піскоуловлювачів підсушують на *піскових майданчиках*;

- органічний осад відстійників називають «сирим» осадом; він містить багато рідини, внаслідок великої кількості органічних речовин він швидко гниє, набуваючи темно-сірого або чорного кольору і видаючи неприємний кислий запах. З метою запобігання гниттю 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. 6.2. За цією схемою механічне очищення відбувається на *братах*, в *пісковловлювачах* і *двоюрусних відстійниках*. У двоюрусних відстійниках (або освітлювачах-перегнивачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізація обробка затриманого органічного осаду.

**Рис. 6.2**—Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах:

- 1—подача стічної рідини; 2—грати; 3—пісковловлювач;  
 4—двоюрусний відстійник; 5—поля фільтрації або біоостатки;  
 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 двоюрусних відстійниках; 15—мулові майданчики

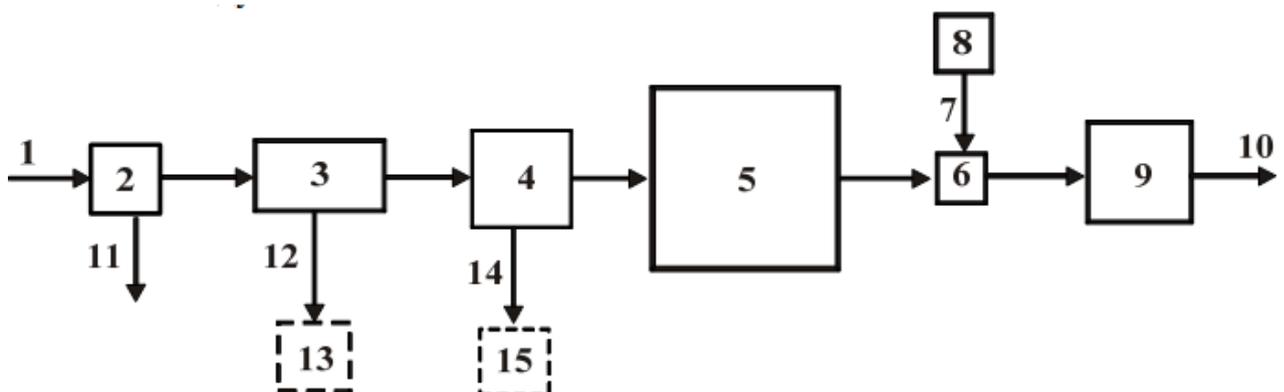
Далі вода проходить біологічне очищення у природних умовах — на полях фільтрації або зрошування (це можуть також бути біологічні ставки). Після біологічного очищення та знезараження воду скидають у водойми.

При великих витратах стічних вод є доцільною і у даний час найбільш застосовуваною схема з біологічним очищенням стічних вод в аеротенках (рис. 6.3). Ця схема включає механічне очищення води послідовно на братах, 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. 6.4.

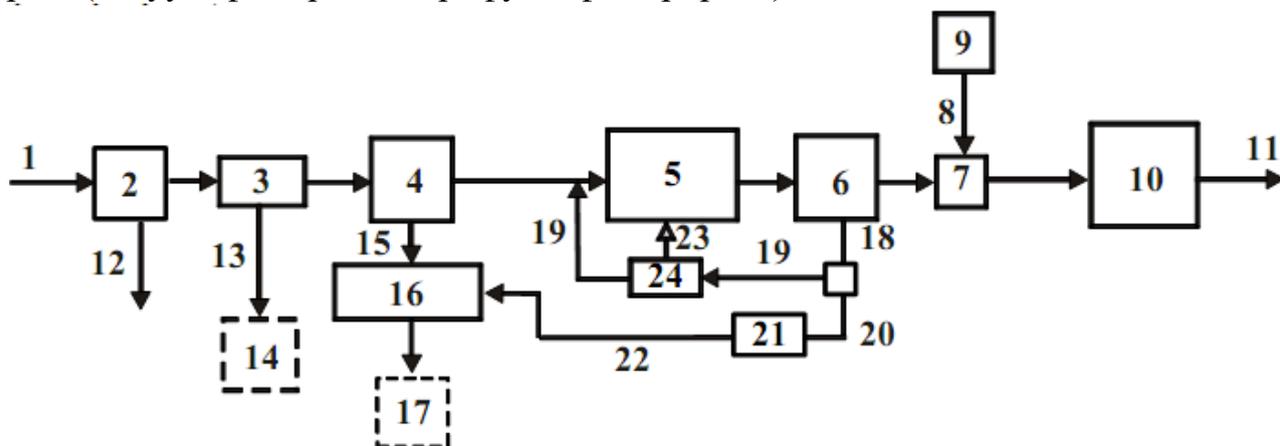
I. **Крупні забруднення**, затримані гратами, збирають і відвозять вміст, узгоджені з санітарними органами (назвалища).

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).

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 за-

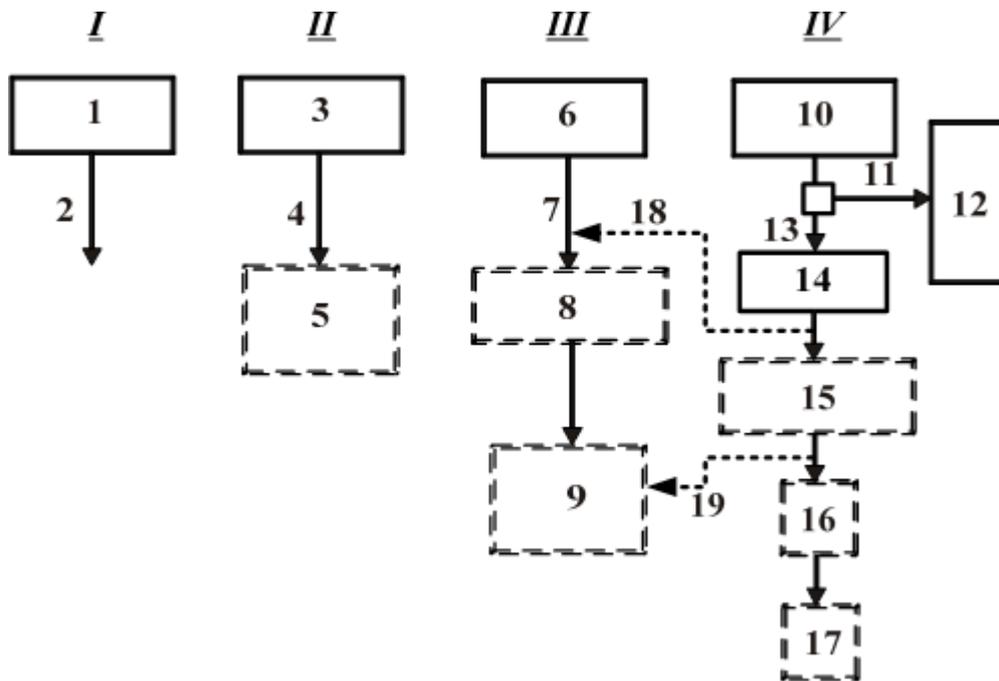


побігання гниття осаду його *стабілізують* (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах. Це може бути зброджування без кисню (**в анаеробних умовах**) у *метантенках* або стабілізація у присутності кисню (**в аеробних умовах**) в *аеробних стабілізаторах*. 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, фільтрпреси).



**Рис. 6.3** — 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— крупнівідходи; 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— ущільнений надлишковий активний мул;  
 23—стиснуте повітря; 24—насосно-повітрорудна станція



**Рис.6.4-** Принципова схема обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних

1—грати; 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 сирим осадом; 19— подача стабілізованого осаду для зневоднення в природних умовах

При необхідності додаткового зниження вологості після їх механічного зневоднення застосовують *термічне сушіння* осадів у спеціальних сушарках. *Спалювання* осадів у спеціальних печах здійснюють при неможливості їх утилізації, нестачі території для заховання чи при наявності осадів 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 сирим осадом аналогічні вищезгаданому (III). Перед цією обробкою з метою зменшення об'єму осаду можна ущільнювати в *мулозгущувачах* (видаляється частина рідини).

## **2. Споруди механічного очищення 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.

Залежно від продуктивності технологічні схеми механічного очищення можуть бути наступними:

- при витраті до **300**м<sup>3</sup> /доб. - двоярусні відстійники, хлораторна установка, мулові майданчики;

- при витраті до **12**тис. м<sup>3</sup>/доб. - грати, пісковловлювачі, двоярусні відстійники, хлораторна установка, контактні резервуари, мулові майданчики;

- при витраті від **100** тис. м /доб. - грати, пісковловлювачі, горизонтальні відстійники (при витраті до **36**тис. м<sup>3</sup>/доб. — вертикальні відстійники, біокоагулятори; при витраті більше **50**тис. м /доб. — радіальні відстійники), хлораторна установка, контактні резервуари, метантенки, мулові майданчики.

**Грати** призначені для вилучення зі стічних вод крупних відходів: паперу, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів та фруктів тощо. Це вертикально або похило (**60-70°** до горизонту) поставлені на шляху руху стічних вод стрижні з *прозорами* (відстань між двома сусідніми стрижнями) різної величини залежно від необхідного ступеня очищення. Стрижні ґрат - прямокутного, рідше круглого перетину. Частіше застосовують нерухомі грати, остов яких наглухо закріплений в нерухомій рамі. За способом видалення затриманих домішок розрізняють грати з очищенням ручним і механізованим способами.

**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 **0,15-0,3**м/с, що забезпечують випадання тільки важких мінеральних речовин (в основному піску крупністю **0,25**мм і більше, що складає до **65%** всієї кількості піску, що міститься в стічних водах). 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 питоною вагою більше питомої ваги води) або за рахунок спливання (забруднень з питоною 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.

### **Біохімічне очищення стічних вод**

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 аеро фільтри, аеротенки, компактні установки* з механічним керуванням. 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.

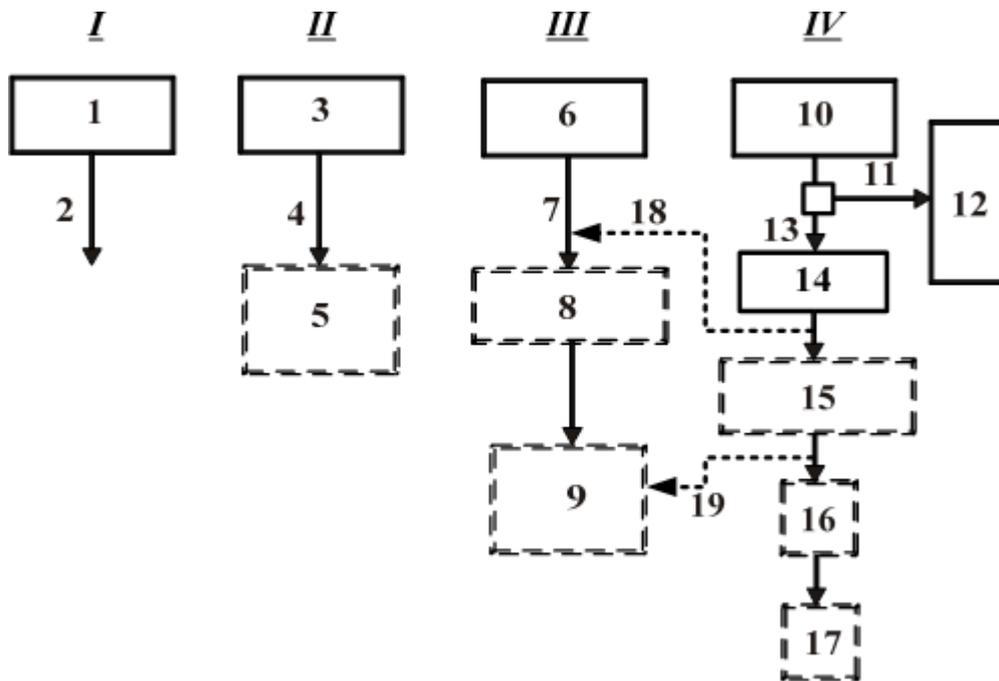
**Біологічними фільтрами** називають водоочисні споруди, де відбувається біохімічне очищення стічних вод при їх фільтруванні через зернисте завантаження, поверхня зерен якої обростає біологічною плівкою, заселеною аеробними бактеріями і нижчими організмами, які здійснюють окислення адсорбованих органічних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

**Аеротенки** є спорудами біологічного очищення стічних вод, окислення органічних забруднень, в яких відбувається за рахунок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, утворюючих 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).

### **3. Знезараження біологічно очищених стічних вод**

Знезараження (дезінфекцію) стічних вод проводять з метою знищення патогенних бактерій, які містяться в них, і оберігання водоймищ від зараження



**Рис.6.4-** Принципова схема обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних

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 сирим осадом; 19— подача стабілізованого осаду для зневоднення в природних умовах

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

V. Затриманий у вторинних відстійниках *надлишковий активний мул* за своїми властивостями схожий до сирого осаду, тому методи обробки його самостійно або в суміші з сирим осадом аналогічні вищезгаданому (III). Перед цією обробкою з метою зменшення об'єму осаду можна ущільнювати в *мулозгущувачах* (видаляється частина рідини).

#### **4. Спорудимеханічногоочищеннястічнихвод.**

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.

Залежно від продуктивності технологічні схеми механічного очищення можуть бути наступними:

- при витраті до **300**м<sup>3</sup> /доб. - двоярусні відстійники, хлораторна установка, мулові майданчики;

- при витраті до **12**тис. м<sup>3</sup>/доб. - грати, пісковловлювачі, двоярусні відстійники, хлораторна установка, контактні резервуари, мулові майданчики;

- при витраті від **100** тис. м /доб. - грати, пісковловлювачі, горизонтальні відстійники (при витраті до **36**тис. м<sup>3</sup>/доб. — вертикальні відстійники, біокоагулятори; при витраті більше **50**тис. м /доб. — радіальні відстійники), хлораторна установка, контактні резервуари, метантенки, мулові майданчики.

**Грати** призначені для вилучення зі стічних вод крупних відходів: паперу, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів та фруктів тощо. Це вертикально або похило (**60-70°** до горизонту) поставлені на шляху руху стічних вод стрижні з *прозорами* (відстань між двома сусідніми стрижнями) різної величини залежно від необхідного ступеня очищення. Стрижні ґрат - прямокутного, рідше круглого перетину. Частіше застосовують нерухомі грати, остов яких наглухо закріплений в нерухомій рамі. За способом видалення затриманих домішок розрізняють грати з очищенням ручним і механізованим способами.

**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 **0,15-0,3**м/с, що забезпечують випадання тільки важких мінеральних речовин (в основному піску крупністю **0,25**мм і більше, що складає до **65%** всієї кількості піску, що міститься в стічних водах). 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 питоною вагою більше питомої ваги води) або за рахунок спливання (забруднень з питоною 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.

## 5. Біохімічне очищення стічних вод

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 керуванням. 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, утворюючих 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).

## 6. Знезараження біологічно очищених стічних вод

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

Частина хлору, що вводиться у воду, йде на окислення органічних речовин і на реакції з мінеральними домішками, які містяться у стічних водах.

Спори для хлорування складаються з хлораторної, змішувача і контактного резервуару. У хлораторній розміщуються: витратний склад хлору, приміщення хлораторів (приготування і дозування розчину хлору). Для швидшої і кращої дезінфекції необхідне ретельне змішення хлорного розчину із стічною водою і достатній час контакту для проходження реакцій. Тривалість контакту, згідно з [16], слід приймати **30 хв.** Хлор дуже отруйний, тому вміст його в повітрі приміщення хлораторної не повинен перевищувати **0,001 мг/л.**

Знезараження стічних вод можливе методом **озонування**. Озон енергійно взаємодіє з мінеральними і органічними речовинами. Після озонування кількість бактерій зменшується на **99,8%**. Недолік цього методу - складність устаткування і висока вартість знезараження.

Для знезараження очищених стічних вод застосовують опромінювання **ультрафіолетовими променями**. Проте цей спосіб ефективний лише за наявності завислих речовин у воді до **2 мг/л.**

З інших методів дезінфекції води становить інтерес електроімпульсний, який не вимагає застосування реагентів і відносно простий в конструктивному оформленні. Добрі результати досягнуті при використанні ультразвукових коливань для знезараження стічних вод.

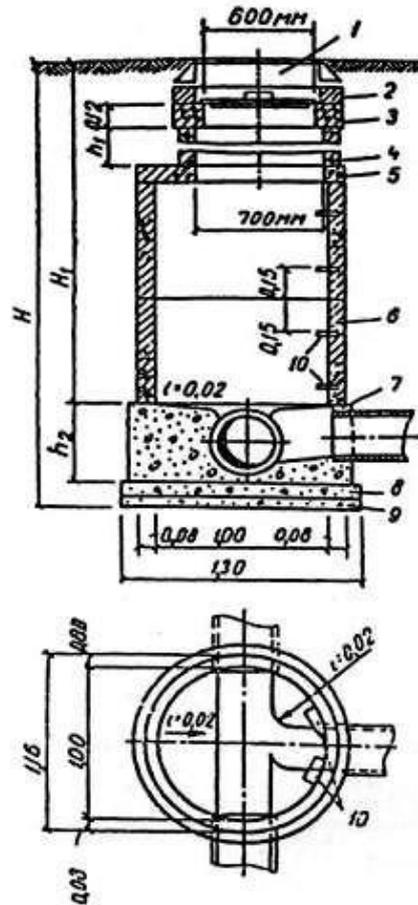
### **Оглядові колодязі.**

*Оглядовим колодязем або камерою* (колодязь великого діаметра) називають шахту, що розташована над каналізаційною трубою або колектором, у середині якої труба або колектор замінені відкритим лотком. Оглядові колодязі служать для забезпечення доступу до трубопроводів, для періодичного огляду, спостереження й очищення каналізаційних мереж.

Оглядові колодязі на каналізаційних мережах передбачають у таких місцях:

- приєднання або злиття двох-трьох каналізаційних мереж (*вузлові колодязі*);
- зміни напрямку (*поворотні*);
- зміни ухилу діаметрів трубопроводів;

➤ на прямих ділянках на відстанях, зручних для експлуатації (лінійні колодязі).



**Рис.8.1-Оглядвий колодязь для вуличної мережі діаметром 600мм:**

*1-чавунний люк із кришкою; 2,3-кільця відповідно-регульовальне й*

*опорне;*

4,6-	Діаметр труби, мм,	Інтервал, м,
	150	35
	200-450	50
	500-600	75
	700-900	100
	1000-1400	150
	1500-2000	200
	понад 2000	250-300.

*залізобетонні кільця відповідно діаметром 700 і 1000 мм*

*5-плита; 7-регульовальні блоки або цегельні камені; 8-основа;*

*9-підготовка; 10-скоби*

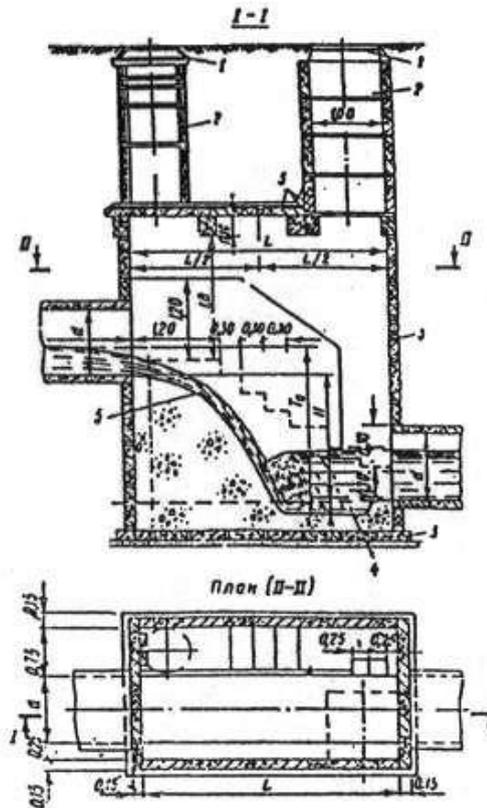
На прямих ділянках залежно від діаметра труб колодязі влаштовують у такий спосіб:

Оглядвий колодязі складаються з основи, робочої камери, перекриття, горловини, люка із кришкою й ходовими скобами (або навісними сходами).

Оглядові колодязі підрозділяють на малі (для труб діаметром до 600 мм) і великі (для труб діаметром 700 мм і більше), в плані вони можуть бути круглими або прямокутними.

Розміри колодязів у плані залежать від максимального розміру труб, що проходять через колодязь. Діаметр робочої частини круглих у плані колодязів може бути для труб діаметром до 600 мм — 1000 мм; для труб діаметром 700 мм — 1250 мм; для діаметра від 800 до 1000 - 1500 мм, для труб діаметром 1200 мм і більше — 2500 мм.

З'єднання труб, прокладених на різній глибині, здійснюють за допомогою *перепадних колодязів*. Необхідність їх застосування виникає в наступних випадках:



**Рис.8.1—Перепадний колодязь з водозливом практичного профілю:**

1— люк; 2— горловина; 3 — стіни із збірних залізобетонних блоків; 4 — водобійний приямок; 5 — водозлив.

- при приєднанні бічних гілок до колекторів або приєднання внутрішньо кварталних мереж до вуличних трубопроводів;
- при перетинанні трубопроводів з інженерними спорудами й природними перешкодами;
- привлаштуванні затоплених випусків у водойми;
- при великих ухилах поверхні землі, для виключення перевищення максимально припустимої швидкості руху стічних вод.

Зависотою перепадів перепадні колодязі бувають малої (до 6 м) й великої висоти.

На випусках у міську систему водовідведення стічних вод відпромислових підприємств встановлюють *контрольні колодязі*. У цих колодязях міські підприємства водопровідно-каналізаційного господарства контролюють концентрацію забруднень стічних вод, що надходять від промислових підприємств.

*Промивні колодязі* встановлюють на початкових ділянках мережі, де швидкості менше за нормативні й можливо замулювання мережі, яке усувається за допомогою промивання.

### **Зовнішня дворова каналізація.**

Зовнішня каналізаційна мережа - це розгалужена мережа труб, каналів, що збирають і відводять стічні води самопливом до НС або до очисних споруд. Залежно від призначення, місця укладання і розмірів зовнішню каналізаційну мережу називають внутрішньо дворовою, внутрішньо квартальною або вуличною. Каналізаційна мережа, яка розташована в межах однієї дворової ділянки і об'єднує випуски з окремих будівель, називається дворовою (рис. 4.4). Мережу, яка прокладена в межах кварталу і приймає стоки від будівель в цьому кварталі, називають внутрішньо квартальною (рис. 4.5). Мережу, що приймає стічні води з внутрішньо квартальних мереж, називають вуличною. Внутрішньоквартальна каналізаційна мережа закінчується контрольним колодязем (КК), розташованим за межами кварталу. Ділянку мережі, що поєднує контрольний колодязь з вуличною мережею, називають сполучною гілкою.

Частина каналізованої території, яка обмежена вододілами, тобто найвищими за відмітками землі лініями, від яких рельєф місцевості знижується всередину цієї території, має назву басейну каналізування. Басейнами є 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;

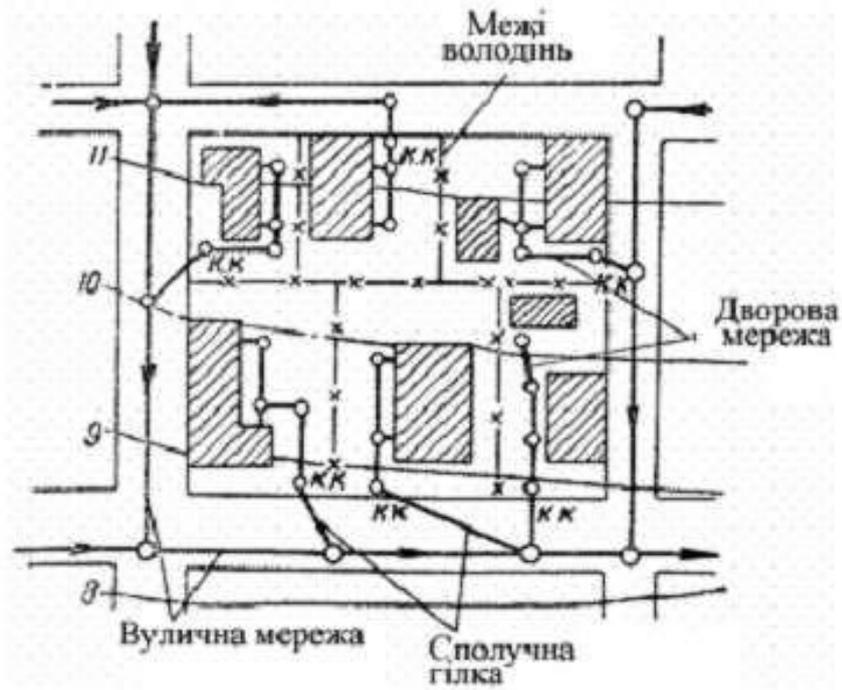


Рис. 4.4 - Схема дворової каналізаційної мережі

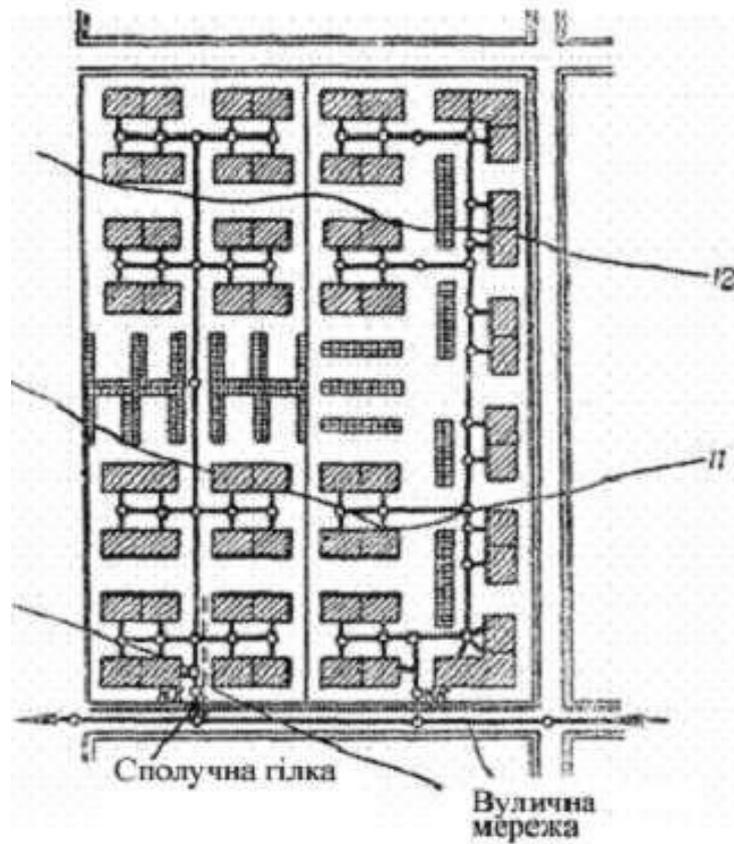


Рис. 4.5 - Схема внутрішньоквартальної каналізаційної мережі

## Системи внутрішньої каналізації.

*Внутрішня каналізація* — це систематрубопроводівтаінженерного 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.

Системивнутрішньоїканалізаціїподіляють за способомзборуївидалення забруднень, характеристикою стічних вод, сферою обслуговування, наявністю спеціального обладнання і вентиляції мережі.

*За способом збору та видалення забруднень* розрізняють вивізнуісплавну каналізації. При вивізній каналізації рідкізабрудненняв неканалізованихрайонах збирають децентралізовано (вигріби, люфт клозети), періодично вивозячиїх автотранспортом на очисні споруди. При сплавній системі забруднення розбавляються водою і транспортуються за межі будинку в зовнішні каналізаційнімережі.

*За характеристикою стічних вод* системи внутрішньої каналізаціїбувають 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* розрізняютьоб'єднаній роздільнісистеми каналізації.Об'єднанісистемивикористовують у тих випадках, коли змішування різних стічних вод не утворює токсичних, вибухонебезпечних або інших речовин, що перешкоджають безпечному транспортуванню і очищенню стічнихвод. Роздільні системи каналізації (наприклад, побутової і виробничої)доцільно влаштовувати на підприємствах, якщо виробничі стоки потребують локального очищення.

Системивнутрішньої каналізаціїможутьбути *простими*, тобто без спеціальногообладнання,і зі *спеціальнимобладнанням* (наприклад, місцевіустановки підкачування або очищення стічних вод перед їх відведенням у зовнішнімережі).

Перераховані системи каналізації видаляють забруднення в рідкому стані (стічні води). Твердівідходи, сміття видаляють сміттепроводами, якітакож належать до систем каналізації (каналізаціятвердих відходів).

Системавнутрішньоїканалізації(див.рис. 7.1) складається з такихелементів: приймачістічних вод(санітарні прилади,воронки,трапи тощо), гідравлічні затвори, внутрішня каналізаційна мережа (поверхові відвідні труби, стояки, горизонтальні ділянки і випуски).

Приймачі стічних вод збирають забруднену воду і відводять її в каналізаційну мережу. Гідравлічнізатвори перешкоджають попаданнюгазів з каналізаційної мережі в приміщення. Поверхові відвідні труби з'єднують приймачі стічнихводзістояками.Каналізаційністоякиможутьмативитяжнучастину

(вентильовані стояки) або бути безнеї—невентильовані. Горизонтальні ділянки об'єднують стояки з випусками.

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

### **Внутрішньоплощадочні мережі.**

Водовідведення будівель та споруд схеми та елементи водовідведення

Дощові та талі води із покрівлі будинку можуть видалятися скиданням води із звисів, карнізів або організованим відводом по зовнішнім та внутрішнім водоводах.

Зовнішні водоводи складаються із жолобів які збирають воду із схилу покрівлі та водостійких труб із воронкою лем. Які скидають воду на мощення біля будинку по проїздам вода стікає до дощоприймача і далі в мережу зовнішньої дощової каналізації. В зимовий період водостоки обмерзають і тала вода не видаляється повністю із покрівлі тому їх застосовують у будинках лише малоповерхових з невеликою площею покрівлі. Внутрішній водостік складається

Відводить воду по трубопроводам розташованим в середині будівлі. Вони надійно працюють у всі сезонні періоди і вимагають мінімального обслуговування. Даний тип

Водостоку використовується при будівництві будівель із суміщеним покриттям. Вода із внутрішніх водостоків відводиться в зовнішні мережі дощової або загальної каналізації.

Водостоки з відкритим випуском при мінусових температурах зовнішнього повітря влаштовуються з гідрозатвору, який у холодну пору року перешкоджає поступово холодного повітря та промерзання водостоку. В будинках з від'ємною температурою передбачаються пристрої для обігріву водостоків (подача теплового повітря або електропрогрівів). Внутрішні водостоки монтують із напірних чугунних, азбоцементних, пластмасових труб. Це пов'язано що при зашоренні можливе заповнення водою всіх трубопроводів до верхньої точки будівлі. В результаті чого тиск в нижніх частинах системи може повіситись до декількох атмосфер.

Дощоприймачі служать для прийому до водовідвідних мереж дощових і талих вод. Їх встановлюють на затяжних ділянках спусків, на перехрестях та пішохідних переходах, у знижених місцях, у місцях, що не мають стоку поверхневих вод.

Відстані між дощоприймачами слід приймати за табл. що складена на підставі досвіду експлуатації.

Таблиця

Ухили вулиці	Відстані між дощоприймачами, м
0,004	50
0,004-0,006	60
0,006-0,01	70
0,01-0,03	80

## Матеріали для спорудження каналізації.

### Конструювання систем каналізації і прорахунок.

#### Вибір матеріалу труб і способів з'єднання

Матеріали, які використовуються для виготовлення труб, повинні задовольняти будівельним, технологічним і економічним вимогам. Будівельні вимоги полягають у забезпеченні міцності й довговічності конструкцій і можливості індустріалізації будівництва; технологічні - у забезпеченні водонепроникності й максимальної пропускної здатності труб, а також виключенні їх стирання і корозії; економічні - у забезпеченні мінімальної вартості матеріалів.

Викладеним вимогам задовольняють керамічні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, чавунні та пластмасові труби.

Вибір матеріалу труб для влаштування мереж водовідведення залежить від глибини їх закладання, самопливного або напірного руху стічних вод, складу стічних і ґрунтових вод, характеру ґрунтів.

Для самопливних каналізаційних трубопроводів застосовують, як правило, неметалічні труби: керамічні, азбестоцементні безнапірні, бетонні й залізобетонні, а також залізобетонні елементи (для устрою каналів).

Для напірних трубопроводів використовують напірні залізобетонні, азбестоцементні, пластмасові, а також сталеві труби.

Каналізаційні труби з'єднують за допомогою розтрубів, фальців з накладним поясом та за допомогою муфт.

Стикові з'єднання труб повинні бути міцними, водонепроникними, стійкими проти корозії і температурних впливів. Розтрубністики з'єднують на розтрубах, труби із гладкими кінцями - на муфтах. Стики розтрубних з'єднань зашпаровують асфальтовою мастикою, азбестоцементом і цементом. Фальцеві з'єднання зашпаровують мастикою або цементом.

Основи під труби слід приймати за несучою здатністю ґрунту і фактичними навантаженнями.

Труби керамічні каналізаційні для влаштування безнапірних мереж випускають діаметром **150-300 мм**,  $I_{\text{н}} = 900-1500$  мм, з'єднання розтрубне.

Переваги: водонепроникність, гладкість стін (покриття глазур'ю), висока опірність агресивним впливам ґрунтових і стічних вод, надійність розтрубних з'єднань.

Недолік - маленька довжина, тому необхідно виконувати багато стикових з'єднань.

Азбестоцементні труби (безнапірні) виготовляються діаметром **100-400 мм**, довжина до **4 м**, з'єднання за допомогою муфт із ущільненням гумовими кільцями.

Переваги: водонепроникність, гладка поверхня, висока опірність агресивному середовищу, більша довжина.

Недолік - крихкість, що перешкоджає їхньому транспортуванню.

Труби залізобетонні безнапірні виготовляють діаметром **400-2400 мм**. За способом з'єднання підрозділяють на розтрубні і фальцеві. Розтрубні

ущільнюють герметиками або гумовими кільцями, фальцеві ущільнюють герметиками. Бувають нормальної й підвищеної міцності.

*Труби залізобетонні напірні* - виготовляються діаметром **300-2400** мм. З'єднуються між собою за допомогою розтрубів з ущільненням з гумових кілець.

*Пластмасові труби.* Для виробництва пластмасових труб найбільше використовують полівінілхлорид, поліетилен й інші термопластики.

Переваги: стійкість до агресивного середовища, до високих температур (до **45°C**), стійкість до механічних ударів і довговічність - до **50** років. Діаметри труб до **2400** мм, довжина до **12,5** м. Але вартість дуже велика.

*Чавунні напірні безнапірні труби* - з'єднання розтрубне, діаметр **50-400** мм.

Недоліки: недостатній опір динамічним навантаженням, піддаються корозії, тому на чавунні труби обов'язково наносять антикорозійне покриття.

*Сталеві напірні трубопроводи* діаметром **100-600** мм. З'єднання здійснюється зварюванням, довжина до **24** м. Використовують при значному внутрішньому тиску, укладанні труб у сейсмічних районах по мостах, естакадах, для прокладки дюкерів, переходів під залізницями і автодорогами, тобто там, де потрібний великий опір динамічним навантаженням істискальним зусиллям.

Недоліки - піддаються корозії, що зменшує термін служби трубопроводів.

Трасування каналізаційних мереж залежить в основному від рельєфу місцевості, ґрунтових умов і розташування водоймищ. Проектування мереж здійснюється у такій послідовності:

1. Територію об'єкта, що каналізується, розділяють лініями водо розділів на басейни каналізування;
2. Познижених місцях трасують колектори басейнів каналізування;
3. Трасують головні колектори, перехоплюючи колектори басейнів каналізування в напрямку до очисних споруд;
4. Трасують вуличні мережі з таким розрахунком, щоб кожна гілка вуличної мережі мала мінімальну довжину.

Основні правила проектування каналізаційних мереж:

2) Трубопроводи водовідведення потрібно укладати прямолінійно. У місцях приєднань, а також зміни напрямку, ухилів і діаметрів слід передбачати влаштування колодязів.

3) Кут повороту потоку стічних вод у плані повинен бути не більше **90°**. При необхідності більшого кута повороту слід передбачати в поворотному колодязі перепад.

4) Розрахункова швидкість потоку за течією не повинна падати, а повинна зростати при збільшенні витрат.

5) Розрахункова швидкість у бічному приєднанні не повинна перевищувати швидкість в основному трубопроводі.

Відступ від правил **Зі4** приводить до замулювання трубопроводу.

При проектуванні каналізаційної мережі вирішують основне завдання гідравлічного розрахунку - визначення розрахункової витрати стічних вод  $q$ , л/с діаметра труби  $S$ , мм, швидкості  $V$ , м/с, наповнення  $h/d$ , ухилу колектора із урахуванням ухилу місцевості уздовж траси колектора.

При цьому необхідно враховувати, що каналізаційну мережу розраховують на часткове наповнення труб. Часткове наповнення труб характеризується ступенем наповнення  $h/d$ , де  $h$  - глибина наповнення труби (мм),  $d$  - діаметр труби (мм).

Самопливний режим течії з частковим наповненням перерізу трубопроводів дозволяє:

1. створити деякий резерв у перерізі труб для пропуску витрати, що перевищує розрахункову;
2. створити кращі умови для транспортування завислих забруднень;
3. забезпечити вентиляцію мережі для видалення шкідливих і небезпечних газів, що виділяються зі стічної рідини.

Для запобігання замулювання колекторів приймають мінімальні самоочищаючі швидкості руху стічних вод залежно від їх діаметра за табл. 6.1. Максимально припустиме значення  $h/d$  для труб виробничо-побутової мережі різного діаметра також обмежено значеннями, які надані в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Діаметр, мм	Мінімальна самоочищаюча швидкість, м/с	Максимально припустиме наповнення
150-250	0,7	0,6
300-400	0,8	0,7
450-500	0,9	0,75
600-800	1,0	0,75
>900	1,15	0,8

При проектуванні також необхідно дотримуватися так званого «правила швидкостей» - швидкість на наступній ділянці повинна бути більша, або в крайньому випадку, рівна попередній, тобто повинна постійно збільшуватися.

#### Визначення розрахункових витрат стічних вод

Одним з найважливіших параметрів для розрахунку водовідвідних мереж є величина припливу (витрата) стічних вод. Для розрахунку припливу стічних вод від житлових кварталів потрібно знати кількість стічної води від одного жителя, тобто норму водовідведення.

Норма водовідведення залежить від багатьох факторів: життєвого рівня, рівня культури, кліматичних умов, ступеня благоустрою житлової забудови і т. п.

При розрахунку водовідвідних споруд виходять з середніх і максимальних добових, годинних і секундних витрат. Величина цих витрат являє собою суму розрахункових витрат від населення, побутових стічних вод від промислових підприємств, душових та виробничих стічних вод.

Формули для визначення середніх витрат побутових стічних вод від населення міста:

$$Q_{сер.доб} = \frac{n \cdot N_p}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (6.1)$$

24

де  $n$  - питоме середньодобове (за рік) водовідведення на одного жителя, л/доб.

$$Q_{\max} = \frac{n \cdot N_p}{1000} \cdot K_{доб} \text{ м}^3/\text{доб}; \quad (6.2)$$

Максимальна годинна витрата

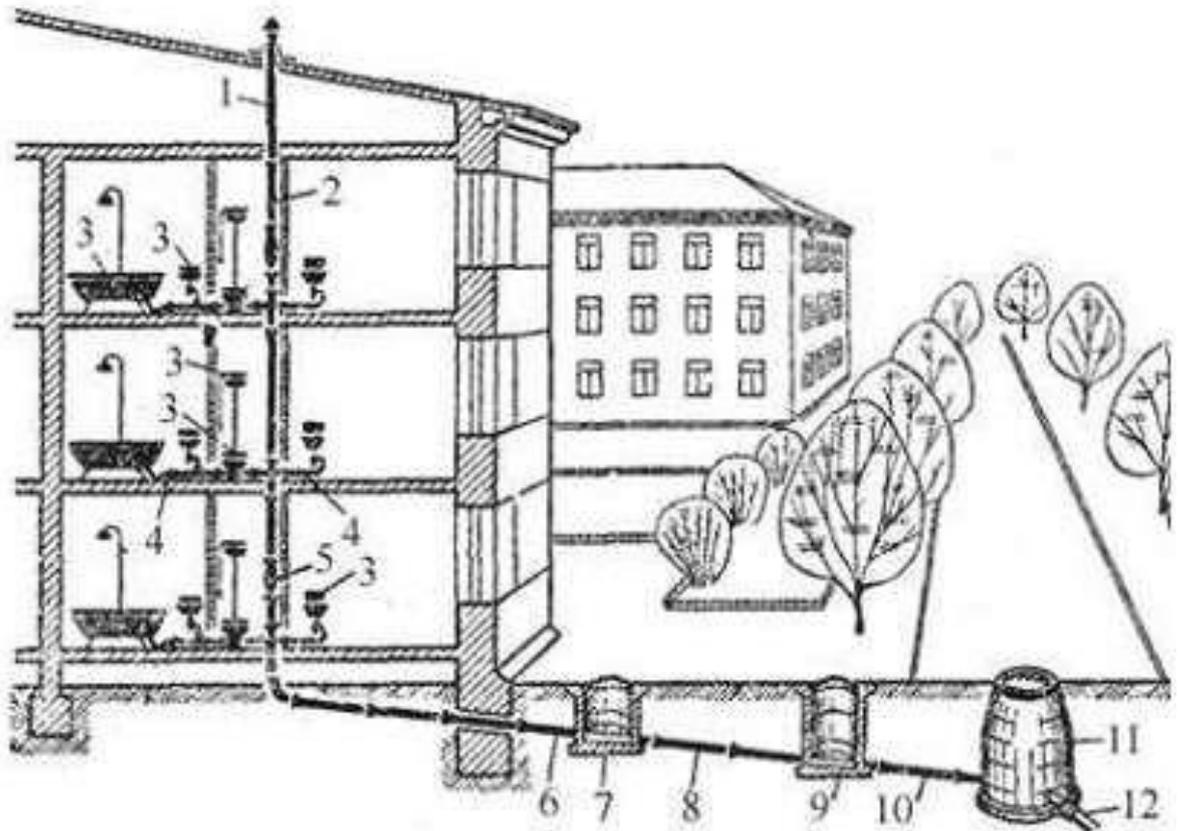
$$Q_{\max.год} = \frac{n \cdot N_p}{1000 \cdot 24} \cdot K_{ген. \max}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (6.3)$$

Максимальна секундна витрата

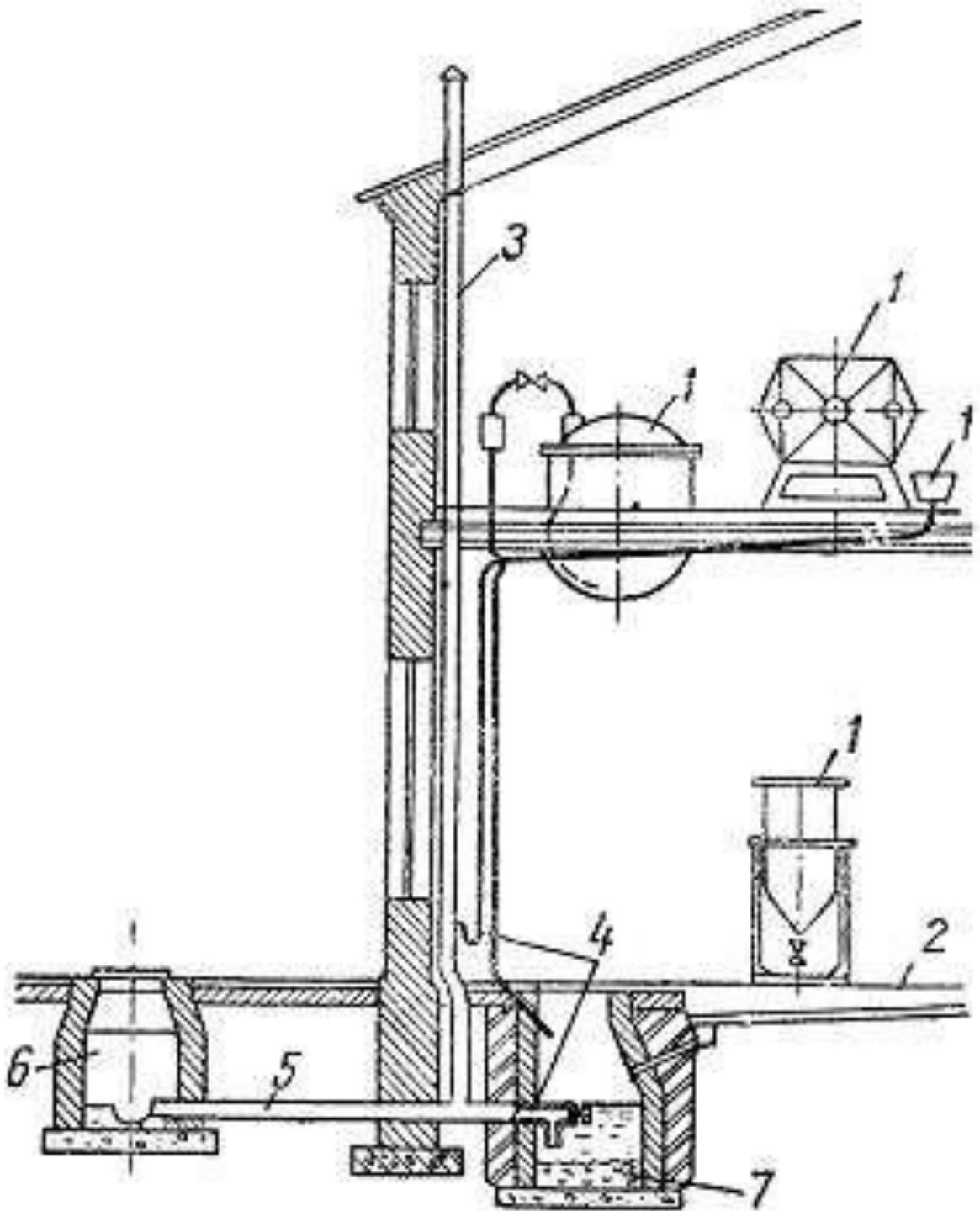
$$Q_{\max.с.} = \frac{n \cdot N_p}{24 \cdot 3600} \cdot K_{ген. \max}, \text{ л/с.} \quad (6.4)$$

### Склад проекту будинкової мережі.

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 колодязя (рис. 4.2, 4.3). 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.4.2.Схема внутрішньої каналізації житлового будинку: 1- витяжна вентиляційна труба; 2-стоек; 3-внутрішні будинкові каналізаційні пристрої (санітарно-технічні прилади); 4-відвідна труба; 5-ревізія; 6-випуск; 7-оглядовий колодязь на дворовій мережі; 8-дворова мережа; 9-контрольний колодязь; 10-сполучна гілка; 11-оглядовий колодязь на вуличній мережі; 12-вулична мережа.**



**Рис.4.3.-Схема внутрішньої виробничої каналізації:**  
**1 – виробничі апарати або машини;**  
**2 – лоток; 3– стояк; 4– сифон (пристрій для запобігання попаданню**  
**неприємних запахів у приміщення); 5– випуск; 6 – оглядовий колодязь; 7-**  
**відстійник**

## Контрольні запитання:

1. Які системи каналізації?
2. Загальносплавна система каналізація?
3. Роздільна система каналізації?
4. Напівроздільна система каналізації?
5. Комбінована система каналізації?
6. Сплавна система каналізації?
7. Які групи стічних вод?
8. Як поділяють стічні води за своїм походженням?
9. Які схеми водопровідних мереж?
10. За якими схемами може здійснюватись трасування вуличних каналізаційних мереж?
11. Механічне очищення стічних вод?
12. Біологічне очищення стічних вод?
13. Фізико-хімічне очищення стічних вод?
14. В яких місцях передбачають оглядові колодязі на каналізаційних мережах?
15. З яких елементів складається оглядовий колодязь для внутрішньої мережі?
16. Зовнішня каналізаційна мережа?
17. Дворова каналізація?
18. Внутрішня каналізація?
19. Як поділяють систему каналізації за способом збору та видалення забруднень?
20. Як поділяють систему каналізації за характеристикою стічних вод?
21. Як поділяють систему каналізації за сферою обслуговування?
22. Внутрішньо-площадочні мережі
23. Види матеріалу труб і способи з'єднання для системи каналізації?
24. У якій послідовності здійснюють проектування мереж каналізації?
25. Основні правила проектування каналізаційних мереж?
26. Визначення розрахункових витрат стічних вод?
27. Склад проекту будинкової мережі каналізації?

## **Тема 6. Виконання санітарно-технічних робіт**

### **Експлуатація санітарно-технічних систем**

Випробування систем і приймання їх в експлуатацію проводять після закінчення монтажних робіт. Системи перевіряють випробуваннями на герметичність до закривання трубопроводів (при схованому прокладанні) та до накладання ізоляції. Гідравлічні випробування виконуються відповідно до діючих нормативних вимог тиском, що є більший за робочий, шляхом перевірки часу його падіння. В процесі випробувань перевіряється справність водорозбірних кранів, змивних пристроїв, запірної арматури та іншого обладнання систем. Випробування систем оформляють актами. Випробування і приймання в експлуатацію санітарно-технічних систем в умовах мінусових температур (зимовий період) проводять після введення в дію системи опалення.

Ремонт санітарно-технічних систем виконує спеціально навчений технічний персонал, що знаходиться в штаті експлуатаційної служби.

#### **Технічна експлуатація систем опалення будівель.**

Якщо при регулюванні системи не виявлені дефекти, які зв'язані з недорахунками проектування і вимагають виправлення, то система може бути здана в експлуатацію. В період експлуатації за системою здійснюється спостереження та догляд. Система опалення повинна мати паспорт і виконавчі креслення, які передаються обслуговуючому персоналу з інструкцією з догляду за системою. Всі недоліки, що виявляються при експлуатації, повинні швидко виправлятися. Найчастіше потрібно оглядати такі елементи системи: котли, насоси, двигуни, магістралі. Слід спостерігати за станом ізоляції трубопроводів, особливо в місцях з пониженими температурами (сходові клітки, горища тощо).

Основні заходи технічної експлуатації систем опалення будівель: технічне обслуговування, ремонти (поточний і капітальний), реконструкція.

Профілактичний огляд системи опалення включає наступні основні заходи: візуальний огляд системи і всіх приміщень; контроль температури повітря у приміщеннях; контроль справності опалювальних приладів, арматури і устаткування; контроль герметичності системи; усунення витоків теплоносія в трубопроводах, арматурі, опалювальних приладах; заміна дрібних деталей; утеплення трубопроводів; наладка і регулювання системи і інше.

Незначні несправності усувають у процесі профілактичного огляду системи опалювання, а серйозніші реєструють у спеціальному журналі і усувають при поточному ремонті.

Для досягнення економічності роботи системи опалювання слід не допускати: нещільності в притворах входних дверей сходових кліток та вікон, для чого необхідно обладнати двері демпферами або пружинами; пошкодження теплоізоляції трубопроводів, теплообмінників, котлів; перегріву і недогрівання приміщень, що досягається регулюванням тепловіддачі опалювальних приладів в цих приміщеннях.

Для нормальної роботи системи опалювання все повітря з неї повинне видалятися в атмосферу, інакше воно накопичуватиметься у верхніх зонах трубопроводів і приладів, утворюючи повітряні пробки, які порушують або зовсім

припиняють циркуляцію води в системі опалення. Видаляють повітря з системи опалення за допомогою відкриття повітряних кранів на трубах повітрозбірників і опалювальних приладів або за допомогою автоматичних відвідників повітря.

Залишати систему опалення без теплоносія-води на тривалий термін неприпустимо, оскільки металеві трубопроводи і устаткування інтенсивно піддаються корозії, а більшість матеріалів, ущільнювачів, висихають.

При новому будівництві не рекомендується застосовувати традиційні чавунні радіатори.

У кінці опалювального сезону в ході весняного загального огляду будівлі повинен бути складений опис усіх несправностей системи опалення, в якому слід врахувати всі види і об'єми робіт по ремонту. Опис робіт повинен бути складений на основі ретельного огляду всієї системи опалення, а також з урахуванням всіх несправностей системи, які не могли бути усунені до закінчення опалювального сезону. Роботи з опису повинні бути виконані до початку наступного опалювального сезону.

Готовність будівлі до опалювального сезону підтверджується актом після завершення усіх заходів щодо підготовки будівлі і готовності до експлуатації системи опалення.

Аварії систем опалення приводять до значних втрат теплоти і теплоносія при спорожненні системи і її наповненні після усунення аварії. При аварії системи опалення, підключеної до тепломереж, її слід негайно відключити від тепломереж і повідомити менеджмент ділянки тепломережі.

Наповнення системи опалення теплоносієм після ліквідації аварії і пуск її в експлуатацію проводяться спільно з працівниками тепломережі.

Поточний ремонт системи опалення включає наступні заходи: промивка трубопроводів і опалювальних приладів після закінчення опалювального сезону; гідравлічне регулювання на магістралях, стояках, підведеннях, при цьому необхідно зафіксувати положення регулюючої арматури; усунення негерметичності трубопроводів, приладів і арматури; заміна окремих секцій опалювальних приладів і 75 незначних ділянок трубопроводів при усуненні негерметичності і засмічення в них; ремонт і заміна арматури; установка відвідників повітря у місцях постійного збору повітря в системі; закріплення трубопроводів і опалювальних приладів до будівельних конструкцій; влаштування додаткових підвісок і підкладок під трубопроводи, прокладені в горищних і підвальних приміщеннях; теплоізоляція трубопроводів і приладів, розташованих у відкритих і неопалюваних приміщеннях; ремонт теплоізоляції розширювальних баків, зливних і повітряних труб, повітрозбірників в горищних приміщеннях; огляд і підтягання трубопровідної арматури, у разі потреби її заміна; перевірка контрольно-вимірювальних приладів і автоматики, у разі потреби їх заміна; перевірка арматури, очищення її від відкладень і герметизація у разі потреби; інше.

Після проведення ремонту необхідно провести промивку системи опалення.

Капітальний ремонт системи опалення - це заміна існуючих трубопроводів повністю або значної частини, заміна опалювальних приладів, заміна теплоізоляції, влаштування або ремонт місцевої котельної або ІТП, приєднання до тепломережі.

Реконструкція системи опалення - це її принципова зміна. Це зміна джерела теплоти, теплоносія, схеми, конструкції, структури, устаткування.

При перегріві приміщень, кількість поступаючої в систему води регулюється засувками біля котлів чи на приєднанні системи до тепломереж, на вводі у будівлю.

Правильність роботи системи потрібно перевіряти за показами двох манометрів, поставлених на подавальний і зворотній трубопроводі біля насосів чи на вводі теплофікаційних ліній. При зупинці системи манометри повинні показувати один і той же тиск, рівний гідростатичному тиску в системі, а при роботі системи – проектну розрахункову різницю тисків. Якщо манометри показують менший тиск, а різниця їх показів залишається постійною, то це означає, що система повністю не заповнена водою.

Після закінчення опалювального сезону систему промивають, для чого спускають з неї воду, а після цього заповнюють її свіжою водою, яку нагрівають приблизно до 95 0С. Цю температуру підтримують близько 1 год для кращого видалення повітря. Вода в системі залишається на весь час перерви в опаленні – до наступного опалювального сезону.

Недоліки в роботі системи, які не можна виправити відразу, записують у спеціальний журнал і усувають по закінченні опалювального сезону.

#### **Технічна експлуатація систем вентиляції та кондиціонування повітря.**

Після закінчення монтажу вентиляційні системи повинні бути відрегульовані, а потім здані обслуговуючому персоналу.

Вентиляційні установки промислових підприємств повинні робити відповідно до графіків, складених для кожного робочого приміщення. При виділенні у приміщеннях шкідливих газів, пари і пилу пуск вентиляційних установок виконується за 15 хв до початку роботи, в інших цехах – одночасно з початком роботи. Виключаються вентиляційні установки через 15 хв після закінчення роботи. Персонал, що експлуатує вентустановки на промпідприємствах, повинен забезпечуватись спеціальною інструкцією, в якій наводяться відомості про специфіку роботи у цеху, характер виробничих процесів і режим роботи вентустановок, а також обов'язки обслуговуючого персоналу, вказівки про режими роботи та вмикання-вимикання вентустановок. При влаштуванні у виробничих приміщеннях аерації, в інструкції повинні бути вказівки по її експлуатації (ступінь відкривання фрамуг, режим їх відкривання у літній, перехідний і зимовий періоди тощо).

Для кожної установки потрібно вести журнал експлуатації, в який заносяться дані про режим її роботи, про дефекти у ній, скарги від працюючих у цеху. Спостереження за роботою і контроль за станом вентустановок ведуть спеціально виділені для цієї мети люди. Відповідальність за стан і нормальне використання вентустановок в цеху несе начальник цеху. Безпосередньо за роботу вентустановок відповідає енергетик чи механік цеху. Він повинен слідкувати за своєчасним обслуговуванням та ремонтом вентустановок, термінами і якістю очищення фільтрів, повітроводів, режимом роботи вентустановок і виконанням правил техніки безпеки.

Основні заходи технічної експлуатації систем вентиляції та кондиціонування повітря будівель: технічне обслуговування, ремонти (поточний і капітальний), реконструкція.

Експлуатація систем механічної вентиляції та кондиціонування повітря проводиться на основі системи робіт, що включає: планове міжремонтне обслуговування, періодичні планові огляди, чистки, поточний і капітальний ремонти, планові технічні випробування.

Планові міжремонтні обслуговування виконують чергові слюсарі під час робочої зміни. Воно включає: пуск, регулювання, виключення установок, нагляд за роботою обладнання, контроль за параметрами повітря, усунення дрібних дефектів і виявлення інших несправностей обладнання.

Періодичні планові огляди здійснюють за графіком слюсаріремонтники. Під час оглядів визначають технічний стан обладнання, виявляють дефекти, що підлягають усуненню при черговому ремонті, проводять часткову чистку і змащення окремих деталей та вузлів. Результати оглядів із зазначенням несправностей реєструються в журналі експлуатації установки.

Періодичну чистку обладнання згідно з графіком здійснюють чергові слюсарі чи слюсарі-ремонтники відповідно до робочої інструкції, в якій вказані місце і час виконання робіт, порядок збирання і розбирання обладнання, рекомендації по використанню механізмів та інструменту.

Поточний ремонт включає: герметизацію нещільностей, ліквідацію незначних несправностей, заміну несправних і зношених деталей, а також чистку обладнання. Капітальний ремонт включає: розбирання усіх основних вузлів установок, їх ремонт чи заміну, а також фарбування.

Капітальний ремонт завершується регулюванням систем і виведенням їх на проектний режим.

Результати випробувань реєструються в паспортах установок. Планові технічні випробування здійснюють згідно графіка працівники експлуатуючої чи спеціалізованої організації. Періодичність випробувань: щонайменше один раз у рік у випадку відсутності виділення шкідливих газів, пари, пилу; щонайменше один раз у квартал при виділенні шкідливих газів, пари, пилу. У випадку теплових виділень в приміщеннях планові технічні випробування виконують в теплий період року. При планових технічних випробуваннях систем вентиляції та кондиціонування повітря загалом здійснюють виміри температури повітря, відносної вологості повітря, швидкості повітря, витрати повітря, тиску, який дає вентилятор, аеродинамічного опору окремих елементів системи. Результати випробувань реєструються в паспортах установок.

Деякі заходи, які виконують при профілактичному огляді вентиляційних каналів:

- 1) Контроль на проходження каналу. Трубоочисний майстер з покрівлі повинен опустити шар діаметром 85- 100 мм з мителкою у вентиляційний канал, з якого з'явився сигнальний дим, створений іншим трубоочисним майстром, який знаходиться у квартирі. Сигнальний дим створюється шляхом згорання у даному каналі димостворюючих матеріалів. Трубоочисний майстер, який знаходиться у

квартирі, повинен впевнитися у проходженні шару по усій довжині каналу – шар повинен з'явитися у вентиляційній решітці квартири.

2) Контроль на наявність тяги. Здійснюється шляхом: піднесення тонкого аркушу паперу, який повинен щільно примкнути до решітки; тягоміром. Категорично забороняється наявність тяги у вентиляційних каналах визначати вогнем, тому що це може привести до загоряння пилю, який скупчився у каналі.

### **Технічна експлуатація систем газопостачання будівель.**

Основні заходи технічної експлуатації систем опалення будівель: технічне обслуговування, ремонти (поточний і капітальний), реконструкція.

Технічне обслуговування і ремонт можуть бути плановими, що здійснюються з визначеною періодичністю, й непланові за заявками споживачів. Склад і періодичність робіт при технічному обслуговуванні і ремонті встановлюються у відповідності до інструкцій фірмовиробників. Графік проведення робіт при технічному обслуговуванні й ремонті повинен бути затверджений відповідальний за газове господарство. Газове обладнання повинне знаходитися на обліку і технічному обслуговуванні у спеціалізованій організації, яка має право його відключати.

Рекомендована періодичність профілактичних оглядів: контроль технічної справності й герметичності газопроводів і газових приладів, правильність їх експлуатації - не менш одного разу на місяць; контроль роботоздатності арматури - не менше одного разу на місяць; контроль роботоздатності побутових газових плит і швидкісних водопідігрівачів – не менше одного разу у два місяці; контроль роботоздатності газових опалювальних приладів та ємнісних водопідігрівачів - не менш одного разу на місяць. Слід також виконувати періодичний інструктаж населення.

Комплекс обов'язкових робіт при проведенні профілактичних оглядів:

1) газопроводів: візуальний зовнішній огляд, контроль герметичності, контроль кріплення трубопроводів, змащення арматури, контроль роботи арматури;

2) побутових газових плит: розбирання і змащення усіх кранів, зняття пальників і прочищення отворів форсунок, контроль герметичності з'єднань, контроль герметичності закриття духової шафи, регулювання усіх пальників, заміна дрібних деталей;

3) ємнісних водопідігрівачів і квартирних котлів: розбирання і змащення усіх кранів, контроль герметичності з'єднань, прочищення отворів пальників і форсунок, контроль справності і налаштування автоматики, контроль роботоздатності тяги і вентиляції.

Крім вище зазначених робіт можливі наступні заходи: запобігання замерзанню газопроводів у холодний період року, ліквідація крижаних пробок, видалення вологи з трубопроводів та їх очищення від твердих відкладень, випробування на міцність за допомогою підвищення тиску, забезпечення вільного доступу працівникам газової служби до газового обладнання, місць знаходження вводів і коверів.

Категорично забороняється: перевіряти герметичність з'єднань газопроводів (витік газу) за допомогою відкритого вогню; самостійно ремонтувати газові

прилади, самовільно встановлювати газові прилади і підключатися до газопроводу; закривати чи прикривати вентиляційні решітки, кріпити до газопроводів речі та інше.

У разі припинення подачі газу крани пальників необхідно терміново закрити.

Персонал, зайнятий технічною експлуатацією систем газопостачання будівель, повинен своєчасно вживати заходи у разі витоків газу, виявляти і негайно усувати їх, строго виконувати інструкції, дотримуватися техніки безпеки у газовому господарстві.

У технічному підпіллі, підвальному, цокольному поверхах, а за їх відсутності на першому поверсі житлових будинків газифікованих населених пунктів слід передбачати контроль довибухонебезпечних концентрацій горючого газу в повітрі з виходом на колективну попереджувальну сигналізацію і на об'єднану диспетчерську службу.

Основними причинами утворення вибухонебезпечних газоповітряних сумішей є витoki газу в результаті негерметичності з'єднань і арматури, недостатня вентиляція.

При появі запаху газу слід терміново припинити використання газових приладів, закрити крани, зробити вентиляцію приміщень; забороняється використовувати відкритий вогонь, електроприлади, палити.

Контроль щільності з'єднань газопроводів і арматури, виявлення місць витoku газу виконують за допомогою газоаналізатора чи мильної емульсії.

Несправності газового обладнання і методи їх усунення слід визначати згідно з документацією та інструкціями з експлуатації.

Ремонт газового обладнання і газопроводів за планом проводиться не менше одного разу у рік, якщо по даним фірмовиробників нема потреби його виконання у більш стислі строки.

Для забезпечення безпечної експлуатації системи газопостачання і безперебійної подачі газу споживачу служба експлуатації повинна: регулярно оглядати газові мережі і обладнання, приймати міри з виявлення і усунення витікань газу; спостерігати за правильним горінням газу у газових приладах і забезпеченням нормального тиску газу перед приладом; періодично очищати газопроводи від твердих відкладень (іржа, нафталін), видаляти вологу і ліквідувати льодяні пробки, утворювані у трубах, що проходять через неопалювані приміщення чи прокладені у ґрунті; підтримувати у справному стані арматуру і контрольно-вимірjувальні прилади. 80

Витікання газу можуть відбуватись через нещільність у фланцевих, різьбових з'єднаннях, арматурі, засувках і інших елементах мережі; через отвори, що утворились від корозії труб, при поганій якості антикорозійної ізоляції чи наявності блукаючих струмів (під електрифікованими дорогами), агресивних вод; через тріщини у стінках чавунних і азбестоцементних труб. Основним профілактичним заходом з виявлення витікань газу є періодичний обхід траси і замір загазованості (за допомогою газоіндикаторів) колодязів газопроводу і контрольних трубок, колодязів інших комунікацій і підвальних приміщень, розташованих в межах 15 м від газопроводу.

На внутрішніх газопроводах витікання газу виявляється за запахом, а місця витікання виявляються за бульбашками, що утворюються при обмазуванні стиків і з'єднань арматури мильним розчином. Іржу, нафталін видаляють продуванням трубопроводів стисненим повітрям (0,3-0,4 МПа) вуглекислотою з боку найменшого діаметру для виходу забруднень через відкриті крани, чи від'єднаний елемент арматури. Густі осади нафталіну на стінках труб розчиняють тетраліном і видаляють з труб. Конденсат, що випав з газу чи вода, що просочилась у трубопровід з ґрунту, збираються у гідравлічних затворах чи конденсатозбірниках (вологу з них періодично викачують). У перегибах просілих труб може збиратись вода, утворюючи водяні пробки, тому такі труби розкривають і перекладають.

Служба експлуатації повинна не менш як раз на місяць перевіряти технічну справність і герметичність газопроводів, лічильників, газових приладів і правильність їх експлуатації.

Для перевірки герметичності газопроводів проводиться їх пневматичне випробування.

При неповному згорянні газу утворюється токсичний окис водню і кіптява, яка забруднює приміщення. Тому, співробітники служби експлуатації повинні періодично обходити всі приміщення, в яких встановлені газові прилади, регулювати горілки на спалювання у них газу із заданою калорійністю при нормативному тиску газу; перевіряти наявність тяги у димоходах і вентиляційних каналах.

Ремонт газопроводів можна виконувати тільки після відключення будинкової системи та із дотриманням правил для проведення газо- і вибухонебезпечних робіт (робота з протигазом, страхувальним поясом тощо). Зварювання труб виконується при тиску газу 0,001-0,002 МПа (100-200 мм вод. ст.). При меншому тиску можливе утворення у трубі вибухонебезпечної суміші газу і повітря, при більшому – газ спалахує при виході з отвору. У приміщеннях, де ремонтується газопровід, повинні строго виконуватись правила протипожежної безпеки.

Інженерно-технічні працівники, що відповідають за газове господарство, повинні бути проінструктовані співробітниками управління газового господарства; знати систему газопостачання будівлі; забезпечити працівникам служби експлуатації і аварійної служби доступ в усі приміщення для огляду і ремонту системи; захищати трубопроводи від замерзання; систематично перевіряти загазованість приміщення, роботу системи вентиляції і димоходів.

Технічна експлуатація систем холодного водопостачання будівель.

Основні заходи технічної експлуатації систем холодного водопостачання будівель: технічне обслуговування, ремонти (поточний і капітальний), реконструкція.

Основним завданням технічного обслуговування і поточного ремонту систем холодного водопостачання будівель є: забезпечення подавання системою усім споживачам води потрібного напору та розрахункової витрати; систематичний нагляд за функціонуванням та своєчасне підтримання у справному стані системи загалом та усіх її елементів; періодичний контроль витрати та напору води на вводах у будівлі (для виявлення і усунення її витікання); наладка і регулювання системи; ремонт несправної арматури; запобігання шуму в системі; запобігання

замерзанню води в елементах системи у холодний період року; заходи з усунення конденсації вологи на елементах системи; встановлення лічильників води у суворій відповідності до нормативних вимог; економія води тощо.

Головними напрямками економії води є своєчасне встановлення причин підвищених витрат води у будівлях, усунення нераціонального використання води, підвищення культури споживання води, комерційний облік та контроль споживання води та ін. Потрібно, щоб будь-яка водорозбірна арматура незалежно від висоти її розташування працювала при можливо однакових напорах води.

Капітальний ремонт системи холодного водопостачання – це додаткове прокладання трубопроводів, встановлення додаткових санітарних приладів, заміна значної частини трубопроводів і арматури, повна заміна трубопроводів і арматури.

Реконструкція системи холодного водопостачання – це принципова зміна схеми, конструкції, обладнання системи.

**Технічна експлуатація систем гарячого водопостачання будівель.**

Вона включає у себе технічне обслуговування, ремонти (поточний й капітальний) і реконструкцію.

Основні вимоги до технічного обслуговування й поточного ремонту систем гарячого водопостачання будівель в основному такі ж, що й до систем холодного водопостачання. Крім них слід додати наступні вимоги: усунення наднормативних гідравлічних втрат напору в мережі шляхом періодичного промивання й очищення труб; очищення теплообмінників від накипу й відкладень (гідравлічним, гідропневматичним, хімічним й ін. способами).

Характерні несправності систем гарячого водопостачання, їхні причини й способи усунення в основному такі ж, що й систем холодного водопостачання. Капітальний ремонт системи гарячого водопостачання - це додаткова прокладка трубопроводів, заміна значної частини або повна заміна трубопроводів, арматури й устаткування.

Реконструкція системи гарячого водопостачання - це принципова зміна схеми, устаткування, конструкції системи.

**Технічна експлуатація систем каналізації будівель.**

Основні заходи технічної експлуатації систем каналізації будівель: технічне обслуговування, ремонти (поточний і капітальний), реконструкція.

Основним завданням технічної експлуатації систем каналізації будівель є забезпечення безперебійного приймання і відведення стічних вод.

Технічне обслуговування і поточний ремонт систем каналізації будівель включає: усунення несправностей, що виникають у процесі експлуатації; контроль, наладку, регулювання технічних пристроїв; закріплення трубопроводів і приладів; заміну і ремонт на місці окремих елементів системи; підчеканення розтрубів і ущільнення стиків; промивання і прочищення трубопроводів; зовнішній огляд стану колодязів, люків; контроль ступеня наповнення трубопроводів; контроль затоплення; контроль наявності газу у колодязях; очищення колодязів зовнішньої мережі від забруднень (не менш одного разу у рік); прочищення каналізаційної мережі та ін.

Необхідно забезпечувати постійний вільний доступ для огляду зовнішньої каналізаційної мережі; колодязні люки цілий рік необхідно очищати від землі,

сміття, снігу; місцезнаходження колодязів необхідно позначати спеціальними табличками, що прикріплені до стін будівель, з помітками про відстань до колодязя.

Основними несправностями систем каналізації будівель є засмічення, витіки, несправності санітарних приладів. Тріщини і пробіони в трубах усувають так само, як і у водопровідній мережі. Неприємний запах у приміщеннях свідчить про погану роботу вентиляційного стояка або несправності сифона.

Зриви водяних затворів сифонів можуть відбуватися через велику швидкість стічних вод. Запобігати цьому можна, підтримуючи рівень води в сифонах 50-70 мм.

Засмічувати трубопроводи можуть тверді предмети, ганчірки, пісок тощо, які потрапляють із стічними водами через санітарні прилади. Такі засмічення можна ліквідувати шляхом прокачування 83 води за допомогою гумового поршня (вантуза). Засмічення у стояках, сифонах та відповідних трубах усувають за допомогою дроту або гнучким валом діаметром 6 - 10 мм, який пропускають через ревізії або прочистки

В окремих випадках знімають санітарні прилади і чистять безпосередньо через отвір труби. Якщо поблизу місця засмічення немає ревізії або неможливо зняти санітарний прилад, то як виняток вище від місця засмічення пробивають отвір діаметром 15 - 20 мм, через який пропускають гнучкий вал та усувають засмічення. Пробитий отвір потім закривають гумовою прокладкою, змазаною суриком, і зверху затягують хомутом. Унітази прочищають гумовим поршнем, гнучким валом або джутом із тканини.

Капітальний ремонт систем каналізації будівель – це додаткове прокладання трубопроводів і встановлення додаткових санітарних приладів, заміна значної частини трубопроводів і обладнання.

Реконструкція систем каналізації будівель – це принципова зміна системи.

Технічна експлуатація систем централізованого видалення сміття.

Особливу увагу при монтуванні системи централізованого видалення сміття слід приділяти забезпеченню волого-, повітро-, димонепроникності усіх швів як у місцях стиків окремих секцій труб, так і в місцях улаштування клапанів.

Щоб уникнути підвищеного рівня шуму систему централізованого видалення сміття слід розташовувати у зоні, що не межує з житловими приміщеннями.

У будь-якому положенні ковша клапана повинна бути виключена можливість безпосереднього завантаження сміття у стовбур сміттепроводу.

Неприпустимо: закладати до ковша клапана речі, розміри яких більші розмірів діаметра труби сміттепроводу ( $D = 400$  мм); виливати будь-які рідини у стовбур сміттепроводу; кидати у стовбур сміттепроводу палаючі речі та інше.

У разі забивання стовбуру сміттепроводу треба негайно припинити його експлуатацію. Прочищення стовбуру сміттепроводу у разі його забивання є складним питанням технічної експлуатації. Через відсутність, як правило, спеціального обладнання, зручного для використання обслуговуючим персоналом, очищення стовбуру сміттепроводу здійснюється у антисанітарних умовах, як правило, сталевим прутом зверху через ревізію, знизу чи через приймальний клапан, йоржом з вентиляційної камери.

Ревізії на стовбурах сміттєпроводів необхідно герметично зачиняти, щоб їх не зміг відкрити потік гарячого повітря у разі випадкового займання сміття.

При технічній експлуатації системи централізованого видалення сміття необхідно забезпечити постійну дію вентиляції з метою, щоб повітря, яке неприємно пахне, не надходило до сходової клітки та в інші приміщення будівлі, а також запобігання розвитку плісняви, бактерій, комах і часткового підсушування сміття і поверхні стовбуру сміттєпроводу. З цією метою встановлюють на покрівлі дефлектор для посилення природної вентиляції, а якщо будівля має більш ніж 10 поверхів у вентиляційній камері встановлюють вентилятор для механічної вентиляції.

У процесі експлуатації системи централізованого видалення сміття іноді спостерігаються випадки «перевертання тяги» - зворотній рух повітря у нижній частині сміттєпроводу. Причиною цього явища є надходження холодного повітря крізь зовнішні двері сміттезбірних камер. Для попередження цього явища необхідно ретельно ущільнювати двері камери.

Труднощі при технічній експлуатації системи централізованого видалення сміття іноді виникають через неправильне розташування конструкції виходу стовбуру у сміттезбірну камеру – часто він розташований у куті приміщення, що ускладнює вивантаження сміття. Вихід стовбуру повинен бути розташований на такій висоті від підлоги міттезбірної камери, щоб можна було встановити будь-який стандартний контейнер чи інше обладнання. Нижню частину стовбуру слід перекривати спеціальним пристроєм, який дозволяє забезпечити безпечну працю обслуговуючого персоналу у разі зміни контейнерів.

Головними несправностями систем централізованого видалення сміття є: нещільне кріплення приймальних клапанів; випадання гумових прокладок у приймальних клапанах; шпарини штукатурки біля приймальних клапанів; поява неприємного запаху у приміщеннях будівлі; порушення вентиляції системи; пошкодження сміттезбірників та інше.

Для забезпечення потрібного санітарно-гігієнічного стану системи централізованого видалення сміття необхідно: своєчасне прибирання сміття із сміттезбірної камери; щотижнева перевірка герметичності приймальних клапанів; періодичне щомісячне миття та дезінфекція систем централізованого видалення сміття; промивання стовбуру сміттєпроводу водою під високим тиском зі шлангу; проведення не менш ніж один раз у місяць профілактичних оглядів.

## ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

СПДС – система проектної документації для будівництва.

Бніп – будівельні норми і правила.

ГОСТ – державний стандарт.

В1 – водопровід господарсько-питний.

В2 – водопровід протипожежний.

В3 – водопровід виробничий.

К1 – каналізація побутова.

К2 – каналізація дощова.

К3 – каналізація виробнича.

Ст В1-1 – стояк водопроводу В1 по порядку нумерації 1-ої.

Ст К1-1 – стояк каналізації К1 по порядку нумерації 1-ої.

Кв1-1 – колодязь водопроводу В1 по порядку нумерації 1-ої.

Кк1-1 – колодязь каналізації К1 по порядку нумерації 1-ої.

l – довжина трубопроводу на розрахунковій ділянці, м.

N – число приладів, що обслуговуються розрахунковою ділянкою. U – число водоспоживачів (жителів).

P – вірогідність сумісної дії приладів.

qC – розрахункова витрата холодної води на ділянці, л/с. q0C – нормативна витрата холодної води приладом, л/с.

d – внутрішній діаметр трубопроводу, мм.

V – швидкість руху води в трубопроводі, м/с. i – гідравлічний ухил.

kL – коефіцієнт обліку місцевих втрат натиску.

DH – втрата натиску на розрахунковій ділянці трубопроводу, м.

## Рекомендована література

1. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація: Підручник.- „Кондор”, 2003. – 288 с.
2. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник.- К.: Вища шк., 2005 – 671 с.
3. Довідник „Інженерний захист та освоєння територій” – К.: Основа, 2000. – 344 с
4. Тугай А.М., Терновцев В.О. Тугай Я. А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2001. – 256 с.
5. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди.– К.:Вища шк.,1993.–230с.
6. Санітарно-технічне обладнання будівель [Текст] : Конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.170202 – "Охорона праці" денної форми навчання / уклад. С. В. Синій, І. О. Парфентьева. – Луцьк : Луцький НТУ, 2015. – 92 с.
7. Єнін П. М., Швачко Н. А. Теплопостачання (Частина 1 «Теплові мережі та споруди») Навч. посібник. – К.: Кондор, 2007. – 244 с
8. Будівельні матеріали: Підручник /П.В.Кривенко та ін.-К.:Вища школа,1993.–389с.
9. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
10. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
11. ДБН В.2.5-64:2013 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво [Текст]. – К.: Мінрегіон України, 2013.
12. ДБН В.2.6-31:2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 73 с.
13. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. - К.: Мінрегіонбуд України, - 2011.
14. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
15. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012.

Санітарно-технічне обладнання будівель [Текст]: методичні вказівки для виконання самостійної роботи для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійної програми «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання / уклад. В.С.Оласюк – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2025. – 118 с.

Комп'ютерний набір і верстка :                   В.С.Оласюк  
Редактор:   В.С.Оласюк

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2025 р. Формат А4.  
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. \_\_\_  
Обл. вид. арк. \_\_\_\_\_. Тираж 15 прим.