

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут
імені Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

О.Г. Добровольська

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ
Навчально-методичний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності 191 «Архітектура та містобудування» освітньо-професійної
програми
«Архітектура та містобудування»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № від

Запоріжжя
2021

УДК 696 (075)
Д 560

Добровольська О.Г. Інженерне обладнання будівель : навч.-метод. посіб. для здобувачів ступеня вищ. освіти бакалавра спец. 191 «Архітектура та містобудування» освітньо-професійної програми «Архітектура та містобудування». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 193 с.

У навчально-методичному посібнику подано в систематизованому вигляді програмний матеріал дисципліни «Інженерне обладнання будівель», основну номенклатуру інженерного обладнання, питання влаштування, призначення, монтажу та експлуатації систем холодного, гарячого, протипожежного водопостачання, теплопостачання, вентиляції, каналізації житлових, громадських та промислових будівель, сучасні прийоми провадження інженерно-технічних робіт, методику розрахунку інженерно-технічних систем і обладнання будівель. Наведено приклади розв'язання типових задач з детальними поясненнями. Містить ілюстративний (рисунки, схеми) і табличний матеріал.

Для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 191 «Архітектура та містобудування» освітньо-професійної програми «Архітектура та містобудування».

Рецензенти:

В. А. Банах, доктор технічних наук, проректор з науково-педагогічної роботи та технічної освіти Запорізького національного університету

Є. А. Манідіна, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології та охорони праці Запорізького національного університету

Відповідальний за випуск

А. В. Банах, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри міського будівництва і архітектури

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Частина 1 Теоретичні основи курсу.....	8
Розділ 1.1 Система внутрішнього водопостачання будівель	8
Тема 1.1.1 Елементи та обладнання системи внутрішнього водопостачання.....	8
1.1.1.1 Стисла характеристика систем внутрішнього водопостачання	8
1.1.1.2 Улаштування і конструкція основних елементів холодного водопостачання	10
1.1.1.3 Трасування і прокладка водопровідних мереж.....	15
1.1.1.4 Особливості водопостачання мікрорайонів.....	17
Тема 1.1.2. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі.....	19
1.1.2.1 Розрахунок систем холодного водопостачання	20
1.1.2.2 Проектування протипожежного водопостачання.....	20
1.1.2.3. Напірно-запасні баки.....	24
1.1.2.4. Насосні установки.....	25
Розділ 1.2 Система внутрішнього водовідведення будівель	28
Тема 1.2.1. Проектування та розміщення елементів внутрішньої каналізації будівель.....	28
1.2.1.1. Класифікація систем внутрішньої каналізації.....	28
1.2.1.2 Головні елементи системи водовідведення	29
1.2.1.3 Каналізаційні трубопроводи та відвідні елементи	34
1.2.1.4 Експлуатація обладнання внутрішньої каналізаційної мережі.....	38
Тема 1.2.2. Розрахунок систем внутрішньої каналізації.....	41
1.2.2.1. Гідравлічний розрахунок системи внутрішньої каналізації будівель.....	41
1.2.2.2. Особливості внутріквартальної каналізаційної мережі.....	42
1.2.2.3 Визначення заглиблення каналізаційних мереж.....	44
1.2.2.4 Вимоги при проектуванні каналізаційної мережі	46
Розділ 1.3 Основи проектування елементів зовнішньої системи водовідведення.....	48
Тема 1.3.1 Водостоки будівель, системи сміттєвидалення та перекачування стічних вод.....	48
1.3.1.1 Водостоки будівель.....	48
1.3.1.2 Установки для очистки та перекачування стічних вод.....	53
1.3.1.3 Система сміттєвидалення.....	56
Тема 1.3.2 Основи проектування елементів зовнішньої каналізації.....	58
1.3.2.1 Основні дані для проектування.....	58
1.3.2.2 Норми та режим водовідведення.....	58
1.3.2.3 Розрахункові витрати стічних вод.....	59

1.3.2.4 Основи гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж.....	60
1.3.2.5 Заглиблення каналізаційних трубопроводів.....	61
Розділ 1.4 Система гарячого водопостачання.....	62
Тема 1.4.1 Елементи та обладнання системи гарячого водопостачання будівель.....	62
1.4.1.1 Класифікація систем гарячого водопостачання.....	63
1.4.1.2 Установки для нагрівання води.....	66
1.4.1.3 Водонагрівачі в централізованих системах гарячого водопостачання.....	69
1.4.1.4 Автономні установки гарячої води.....	71
Тема 1.4.2. Особливості проектування та розрахунку системи гарячого водопостачання будівель.....	73
1.4.2.1 Особливості влаштування системи гарячого водопостачання в малоповерхових будинках.....	73
1.4.2.2. Розрахунок систем гарячого водопостачання.....	76
1.4.2.3 Особливості експлуатації систем гарячого водопостачання.....	78
1.4.2.4 Установки для підвищення тиску.....	81
Розділ 1.5 Системи теплопостачання будівель.....	84
Тема 5.1 Елементи системи теплопостачання	84
1.5.1.1 Системи опалення будівельних об'єктів.	84
1.5.1.2 Класифікація систем водяного опалення.....	85
1.5.1.3 Склад проєкту опалення, етапи проектування та погодження документації.....	88
1.5.1.4 Опалювальні прилади та обладнання.....	91
Тема 1.5.2 Обладнання зовнішніх теплових мереж.....	98
1.5.2.1 Типи труб для теплових мереж.....	99
1.5.2.2 Канали для прокладки теплових мереж.	99
1.5.2.3 Безканальна прокладка.....	100
1.5.2.4 Теплоізоляція мереж.....	101
Розділ 1.6 Вентиляція будівельних об'єктів.....	102
Тема 6.1. Основи вентиляції та кондиціювання будівельних об'єктів.....	102
1.6.1.1 Задачі системи вентиляції.....	103
1.6.1.2 Система кондиціювання.....	104
1.6.1.3 Вимоги до вентиляції та кондиціювання.....	105
1.6.1.4 Класифікація систем вентиляції та кондиціювання.....	106
Тема 1.6.2 Вентиляційне обладнання та аксесуари.....	109
1.6.2.1 Вентилятори, їх конструктивні особливості та особливості улаштування.....	109
1.6.2.2 Види повітропроводів.....	111
1.6.2.3 Вентиляційні повітряні фільтри.....	112
1.6.2.4 Повітророзподільники.....	113
Частина 2 Розрахунки інженерно-технічних систем будівель.....	115

Розділ 2.1 Розрахунок системи внутрішнього водопостачання будівель.....	115
2.1.1 Практичне заняття №1.....	115
2.1.2 Практичне заняття №2.....	119
Розділ 2.2. Розрахунок системи внутрішнього водовідведення будівель.....	126
2.2.1 Практичні заняття № 3-4.....	126
Розділ 2.3 Проєктування елементів зовнішньої системи водовідведення.....	130
2.3.1 Практичні заняття № 5-6.....	130
Розділ 2.4 Розрахунок системи гарячого водопостачання.....	138
2.4.1 Практичне заняття 7.....	138
2.4.2. Практичне заняття 8.....	141
Розділ 2.5 Системи теплопостачання будівельних об'єктів.....	149
2.5.1 Практичні заняття 9-10.....	149
Розділ 2.6 Розрахунок вентиляції будівельних об'єктів.....	155
2.6.1 Практичні заняття 11-12.....	155
Частина 3. Самостійна робота.....	162
Розділ 3.1 Додаткові завдання для самостійної роботи над курсом.....	162
3.1.1 Завдання до змістового модуля 1.....	162
3.1.2 Завдання до змістового модуля 2.....	164
3.1.3 Завдання до змістового модуля 3.....	165
3.1.4 Завдання до змістового модуля 4.....	166
3.1.5 Завдання до змістового модуля 5.....	167
3.1.6 Завдання до змістового модуля 6.....	167
Частина 4 Підсумковий та поточний контроль.....	168
Розділ 4.1 Методичні вказівки до поточного контролю.....	168
4.1.1 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 1 «Система внутрішнього водопостачання будівель».....	168
4.1.2 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 2 «Система внутрішнього водовідведення будівель».....	169
4.1.3 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 3 «Основи проєктування елементів зовнішньої системи водовідведення».....	170
4.1.4 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 4 «Система гарячого водопостачання».....	171
4.1.5 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 5 «Системи теплопостачання будівель».....	172
4.1.6 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 6 «Вентиляція будівельних об'єктів».....	173
Розділ 4.2 Методичні вказівки до підсумкового контролю.....	174
4.2.2 Питання для підготовки до підсумкового контролю.....	174
Додатки.....	175
Використана література.....	189

ВСТУП

Однією із найважливіших галузей народногосподарського комплексу є капітальне будівництво. Впровадження інноваційних процесів у будівництво передбачає використання прогресивних технологій, скорочення матеріальних, паливно-енергетичних витрат, трудових ресурсів, застосування новітнього інженерно-технічного обладнання. Створення і експлуатація сучасних будівель і споруд вимагають комплексного вирішення інженерних питань з урахуванням сукупності технологічних, технічних, санітарно-гігієнічних, економічних умов.

Останніми роками в Україні збільшується будівництво індивідуального житла, зменшується його поверховість, що вимагає використання нових інженерних систем на основі теплоефективних зовнішніх конструкцій, матеріалів, виробів, економічних конструкцій санітарно-технічних систем.

Ефективна робота цих систем є запорукою комфортного проживання населення. Необхідною потребою загальнодержавного рівня є здійснення ремонтно-відновлювальних робіт на існуючих об'єктах водопостачання та водовідведення, розроблення і виконання програм будівництва інженерних комунікацій сільських населених пунктів.

Для розвитку систем інженерного обладнання, що відповідає вимогам економічності та комфортності в різних природнокліматичних умовах, важливим є виявлення резервів економії водних, енерго-паливних ресурсів та забезпечення умов раціонального природокористування.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Інженерне обладнання будівель» є засвоєння теоретичних знань із різних видів інженерного обладнання цивільних і промислових будівель та набуття навичок проєктування внутрішніх інженерних систем водопостачання, водовідведення, теплопостачання та вентиляції будівельних об'єктів, вивчаються принципи підбору та методи гідравлічних розрахунків внутрішніх систем водопостачання, водовідведення будівель, що є необхідною умовою розвитку будівництва та цивільної інженерії.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Інженерне обладнання будівель» є:

- ознайомитися з різними видами сучасного інженерного обладнання будівель;
- набути вмінь зі складання робочих креслень внутрішніх мереж водопостачання, водовідведення, теплопостачання і вентиляції будівель та розміщення санітарно-технічних приладів;
- навчитися розміщувати санітарно-технічні прилади на кресленнях типових поверхів будівель;
- набути навичок визначення розрахункових параметрів роботи внутрішніх мереж та обладнання, виконання розрахунково-графічних завдань;
- навчитися аналізувати роботи внутрішніх інженерних мереж та обладнання в різних умовах експлуатації.

Курс «Інженерне обладнання будівель» є логічним продовженням таких попередньо вивчених дисциплін, як «Основи розпланування територій міст» та «Надійність та довговічність будівель і споруд». Набуті при засвоєнні даного курсу знання необхідні для подальшого вивчення дисциплін «Конструкції будівель та споруд», «Формування, планування та благоустрій міського середовища» та успішного проходження виробничої практики за освітньо-професійною програмою.

Посібник включає теоретичну та практичну частини. У першій частині розглянуто питання улаштування елементів та обладнання систем водопостачання, водовідведення, теплопостачання і вентиляції будівель. Наведено норми та режими водопостачання, методи розрахунку водопровідних, водовідвідних, теплових, вентиляційних мереж. У другій частині представлені рекомендації з розрахунків інженерно-технічних систем, представлені приклади розрахунків, тести, задачі, завдання. Третя частина містить завдання для самостійної роботи. У четвертій частині запропоновано тестові завдання до поточного та підсумкового контролю.

Частина 1 Теоретичні основи курсу
Розділ 1 Система внутрішнього водопостачання будівель
 Тема 1.1.1 Елементи та обладнання системи внутрішнього водопостачання

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань про норми та режими водоспоживання, розуміння взаємозв'язку між головними елементами системи внутрішнього водопостачання, усвідомлення особливостей трасування водопровідних мереж та водопостачання мікрорайонів.

План

- 1.1.1.1 Стисла характеристика систем внутрішнього водопостачання.
- 1.1.1.2 Улаштування і конструкція основних елементів холодного водопостачання.
- 1.1.1.3 Трасування і прокладка водопровідних мереж.
- 1.1.1.4 Особливості водопостачання мікрорайонів.

 **Ключові терміни:** система водопостачання; водозабірні споруди; очисні споруди; резервуари чистої води питоме водоспоживання; регулюючі ємності.

1.1.1 Системи та схеми внутрішнього водопостачання

1.1.1.1 Система внутрішнього водопостачання складається з трубопроводів та інженерного обладнання, які транспортують воду від міських мереж водопроводу до всіх внутрішнього обладнання санітарно-технічних приладів, пожежних кранів. Системи водопостачання будівель повинні забезпечувати подачу споживачам достатньої кількості води заданої якості під необхідним напором. Система внутрішнього водопостачання проєктується для будівель, які підключені до централізованої або місцевої системи каналізації.

Системи внутрішнього водопостачання класифікують за наступними ознаками:

- за призначенням: господарсько-питні, протипожежні, виробничі;
- за сферою обслуговування: роздільні та об'єднані;
- за температурою води, що транспортується: холодні та гарячі;
- за забезпеченням напором з урахуванням санітарно-технічного обладнання;
- за способом використання води: прямооточні, зворотні та з повторним використанням води;
- за принципом дії водопровідні системи внутрішнього водопостачання розділяють на наступні: системи без підвищуючих улаштувань; системи з напірно-запасними баками; системи з підвищуючими насосами; системи з комбінацією напірно-запасних баків та підвищуючих насосів; системи з гідропневматичними установками; зонні системи (рис. 1.1.1.1).

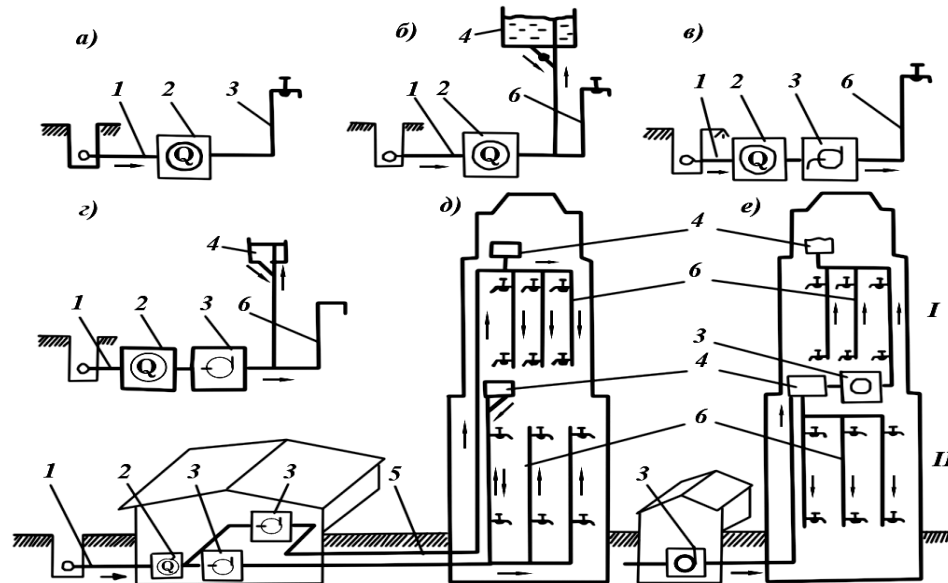
Вода в системах водопостачання для господарсько-питних потреб

повинна бути питної якості, тобто відповідати вимогам та ДСТУ 7525:2014 [25]. Температура води в системі холодного водопостачання для питних потреб повинна бути в межах $5 \div 30^{\circ}\text{C}$.

Вода в системах виробничого водопостачання повинна задовольняти вимогам до її якості, згідно з якими не повинно бути корозії, відкладення солей, біологічного заростання трубопроводів та обладнання.

Вода в протипожежних системах водопостачання може бути і не питної якості.

Вибір системи внутрішнього водопостачання залежить від співвідношення між значеннями необхідного напору (H_n) для надходження води до водорозбірної арматури та гарантованого напору (H_g) у місці приєднання до міської зовнішньої водопровідної мережі.



1 – введення води; 2 – водомірний вузол; 3 – обладнання для підвищення тиску; 4 – напірний бак; 5 – квартальна мережа; 6 – внутрішня мережа; 7 – водорозбірна арматура

Рисунок 1.1.1.1 – Схеми систем внутрішніх водопроводів: а – проста схема; б – схема з напірними баками; в – схема з обладнанням для підвищення тиску; г – схема з напірними баками і обладнанням для підвищення тиску; д, е – зонні системи

Системи без додаткових підвищуючих улаштувань можна застосовувати при умові: $H_g > H_n$. У зв'язку із підвищенням кількості поверхів така система зустрічається нечасто.

Система з водонапірними баками застосовується при періодичних зниженнях напору. При умові $H_g > H_n$ вода подається до водорозбірних кранів та в напірно-

запасний бак; при $H_g < H_n$ – вода самопливно надходить до споживача з баку, який розміщують в найбільш високому місці будинку.

Системи з підвищуючими насосами влаштовують у випадках, коли напір в мережі недостатній для нормального обслуговування споживачів. Насоси влаштовують на обвідній лінії з таким розрахунком, щоб вмикати при недостатньому напорі.

Комбіновані системи водопостачання влаштовують у випадках, коли напору в мережі постійно не вистачає для нормальної роботи внутрішнього водопроводу, але постійна експлуатація насосів економічно недоцільна внаслідок нерівномірності водорозбору.

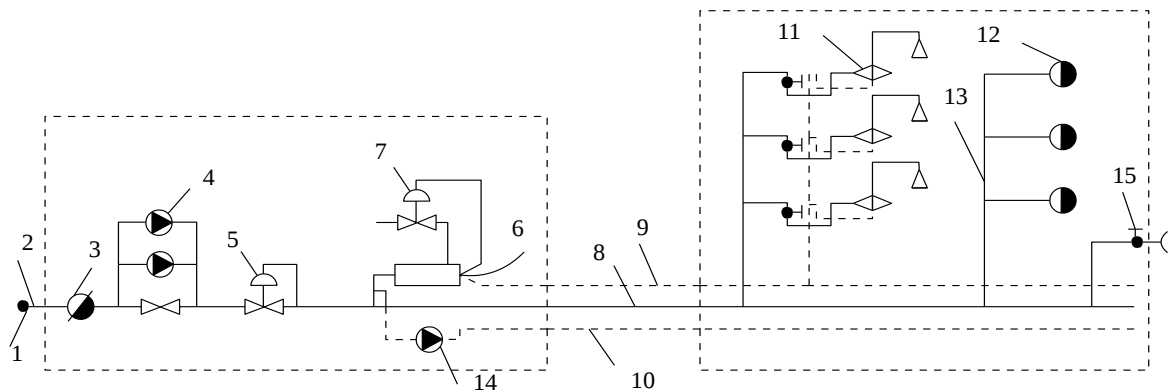
Системи з гідропневматичними установами не мають недоліків, які притаманні системам з баками. В Україні ці системи не отримали широкого розповсюдження.

Зонні системи використовують у двох випадках: у випадках завищення припустимих меж гідростатичного тиску в системі та для відокремлення роботи системи за гідравлічним режимом. Наприклад, у висотних будинках (17 поверхів і вище) досить часто застосовують зонні системи водопостачання для того, щоб максимальний тиск перед водорозбірними приладами не перевищив допустимих величин (0,45 МПа – для господарсько-питних водопроводів і 0,6 МПа – для протипожежних).

Вибір системи та схеми внутрішнього водопостачання виконується з урахуванням призначення будинку, технологічних, протипожежних і санітарно-гігієнічних вимог, режиму водопостачання, техніко-економічного обґрунтування. Так у житлових будинках висотою до 12 поверхів влаштовують тільки господарсько-питну систему водопостачання, від 12 до 16 поверхів – об'єднану господарсько-питну і протипожежну; при висоті більше 16 поверхів, як правило, роздільні системи господарсько-питного і протипожежного призначення.

1.1.1.2 Основні елементами системи внутрішнього водопостачання (рис. 1.1.1.2):

- введення водопроводу – тобто трубопровід, який з'єднує міський водопровід з внутрішнім;
- водолічильник та водолічильний вузол;
- установи для підвищення напору;
- улаштування для нагріву води;
- магістральна та розподільча мережі трубопроводів холодної води;
- подаючі трубопроводи гарячої води;
- циркуляційні трубопроводи гарячої води;
- циркуляційні насоси;
- водорозбірна і запірна арматура;
- пожежні крани;
- водопровід для поливу та поливочні крани.



1 – приєднання до міського водопроводу; 2 – введення водопроводу; 3 – водолічильник; 4 – установи для підвищення напору; 5 – улаштування для вирівнювання тиску; 6 – водонагрівачі; 7 – улаштування для регулювання температури; 8 – магістральна та розподільча мережі холодної води; 9 – трубопроводи гарячої води; 10 – циркуляційні трубопроводи; 11 – водорозбірна і запірна арматура; 12 – пожежні крани; 13 – пожежний стояк; 14 – циркуляційний насос; 15 – водопровід для поливу.

Рисунок 1.1.1.2 – Основні елементи внутрішнього водопроводу

Трубопровід введення води – це відгалуження від міської водопровідної мережі до водолічильного вузла, для його улаштування в багатьох випадках застосовують чавунні напірні труби діаметром 50, 80, 100, 150, 200 мм. У будівлях вистотою 73,5 – 100 м вводи необхідно виконувати з високоміцних чавунних сталевих труб із нержавіючої сталі [24, п. 9.4].

Мінімальна глибина закладання трубопроводів введення води взимку в місцях з позитивною температурою – 1 м. Два уводи влаштовують: в будинках з 12 та більше пожежними кранами; в житлових будинках з кількістю квартир більше, ніж 400; в кінотеатрах з кількістю місць більше, ніж 300; в лазнях з числом місць більше, ніж 200; для трубопроводів уводу призначають ухил $i = 0,003 - 0,005$. при улаштуванні двох уводів між ними встановлюють запірні паристрої [24, п.10.2].

Трасувати введення рекомендується таким чином, щоб вони перетинали будівельні конструкції під прямим кутом для скорочення загальної довжини отвору. У випадку перетинання труб та стін підвалів треба захищати трубопроводи від можливого осаду будівель та підвали від проникнення атмосферних осадів і ґрунтових вод. Для цього в сухих ґрунтах трубу прокладають, залишаючи запас 0,2 м із заробленням отвору у стіні водонепросякаючими еластичними матеріалами [24, п. 10.7]. У випадку прокладання труб під стіною будинку їх прокладають на відстані не менше, ніж 0,2 м від поверхні стіни до зовнішнього краю раструба

Відстань між введеннями господарсько-питного водопроводу та випусками каналізації повинна бути не менше, ніж 1,5 м при діаметрах до 200 мм і не менше,

ніж 3 м при діаметрах більше 200 мм [24, п. 10.5]. Система внутрішнього водопостачання може бути тупіковою з одним введенням, якщо допускається перерва у надходженні води в будинок, що має менше, ніж 12 пожежних кранів [24, п. 10.1]. При улаштуванні одного введення його краще розташовувати по центру будинку (рисунок 1.1.6), якщо споживачі розташовані рівномірно по обидва боки або в тій частині будинку, де споживається найбільша кількість води (рисунок 1.1.1.3).

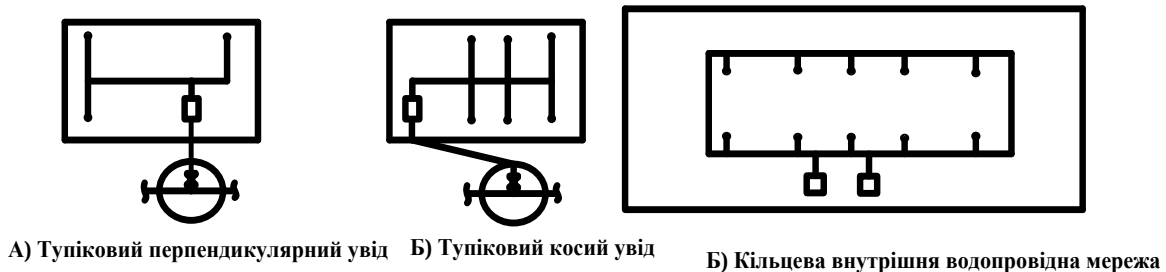


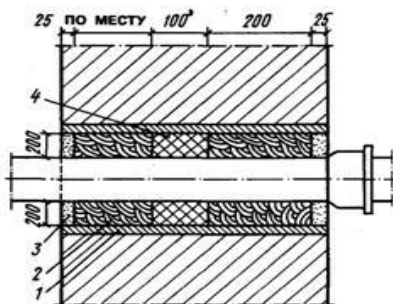
Рисунок 1.1.1.3 – Улаштування введень води:

а) тупікове перпендикулярне введення; б) тупікове косе введення; в) кільцева внутрішня водопровідна мережа

Трубопроводи приєднують до зовнішньої мережі під прямим кутом, якщо це неможливо, припустимо приєднання по діагоналі під кутом перетину із стіною не менше 45° та з поворотами.

При улаштуванні двох або більше введень і необхідності встановлення в будинку насосів для підвищення тиску труби перед насосами об'єднують, а для забезпечення подачі води кожним насосом від будь-якого введення на з'єднувальному трубопроводі встановлюють засувку.

В одному водопровідному колодязі можуть бути розташовані підключення до двох введень, а в особливих випадках – до трьох. Приклади улаштування перетину труб із стінами підвалу показані на рис. 1.1.1.4.



1 – футляр із сталеві труби; 2 – глина; 3 – заробка цементним розчином; 4 – смоляна прядина

Рисунок 1.1.4.1 – Ведення водопроводу через стіну підвалу у сухих ґрунтах

Трубопровід прокладають з ухилом $3 \div 5 \text{ ‰}$ убік зовнішньої мережі на глибину, що дорівнює глибині закладання зовнішньої мережі водопроводу. При паралельному розташуванні уводу та інших підземних комунікацій відстань у плані від уводу до теплопроводів і газопроводів середнього тиску повинна бути – не менше 1 м, електричних і телефонних кабелів – відповідно не менше 1 і 0,5 м.

До складу водовимірювальних вузлів входять засувки, водолічильник, контрольно-випускний кран, манометр, фільтри. Водолічильники встановлюють на введеннях біля зовнішньої стіни будинків у приміщенні підвалів. Для визначення витрати води на введеннях в будинки встановлюють лічильники. Лічильники розміщують поближче до трубопроводів у приміщенні з температурою більше 2°C . Якщо в приміщенні неможливо забезпечити позитивну температуру, лічильники утеплюють, трубопроводи теплоізолюють або лічильники виносять за межі будинку в спеціальні камери. В південних районах лічильники розташовують в колодязях з гідроізоляцією за межами будинку. Глибину колодязя приймають рівною глибині закладання водопровідної мережі, їх розміри у плані становлять не менше $1,2 \times 1,2 \text{ м}$, діаметр – не менше 1,25 м.

Улаштування обвідної лінії на водовимірювальному вузлі являється обов'язковим у випадках, коли не допускається перерва подачі води, або водолічильники не розраховані на пропуск протипожежної витрати.

Застосовують швидкісні крильчасті лічильники, швидкісні турбіни, діафрагми. Для урахування великих витрат води, а також при необхідності передачі показників витратомірів на відстань застосовують вставки з улаштуваннями, що звужуються (сопла Вентурі).

Швидкісні крильчасті лічильники встановлюють при розрахунковій максимальній витрати води до $15 \text{ м}^3/\text{год}$, турбінні – при більших витратах.

Водопровідні мережі складаються з магістральних труб, стояків, поквартирних розводок.

Згідно із [24, п.10.8] водорозбірні стояки, до яких приєднуються прилади, вузли обліку, фільтри, запірно-регулювальна арматура, повинні встановлюватись поза межами житлових квартир у комунікаційних шахтах із влаштуванням люків на кожному поверсі. При використанні для стояків труб з полімерних матеріалів застосовують гільзи прохідні вогнезахисні. Приміщення ванних кімнат, санвузлів, душових рекомендується обладнувати датчиками на рівні підлоги для виявлення води.

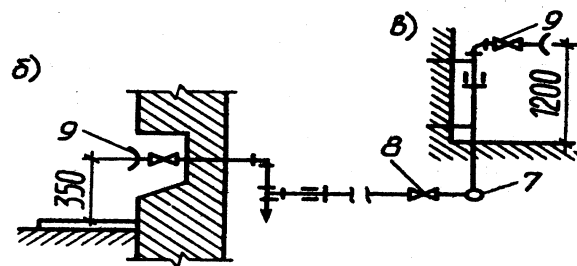
 Відповідно до [24, п.10.10] сумісна прокладка питних водопроводів із каналізаційними трубами допускається у прохідних каналах: труби каналізації розташовують нижче. Горизонтальні труби рекомендовано прокласти з ухилом $\geq 2\%$ у бік стояків, кранів згідно із [24, п.10.12].

☝ Насосні установки, які подають воду в будинок, згідно із [24, п. 14.3] слід розташовувати в окремих приміщеннях на підземних проміжних та технічних поверхах. Циркуляційні насосні установки гарячого водопостачання розташовують в приміщеннях теплових пунктів, котельних і окремо розташованих приміщеннях. Насосні установки, крім пожежних, не можна розташовувати під житловими кімнатами [24, п. 14.4].

Водонапірні баки і баки-акумулятори встановлюють у вентиляюємих приміщеннях заввишки не менше 2,2 м. Приготування гарячої води здійснюється відповідно до вимог [24], в період літніх відключень гарячої води та при аварійних ситуаціях використовуються резервні електричні накопичувальні водопідігрівачі, сонячні колектори, тощо [24, п. 4.2].

☝ Водорозбірні стояки об'єднують кільцевими перемичками у водорозбірні секційні вузли з приєднанням кожного водорозбірного секційного вузла одним циркуляційним трубопроводом до збірного циркуляційного трубопроводу системи [24, п. 7.7]. Трубопроводи систем гарячого водопостачання ізолюють від втрат теплоти та недопущення утворення конденсату відповідно до вимог [30].

Поливальний водопровід об'єднують з господарсько-питним у житлових і громадських будинках. На мережі господарсько-питного водопостачання влаштовують поливальні крани. Ці крани виводять до зовнішніх стін (цоколя) будинку в ніші на висоті 0,3–0,35 м від поверхні вимощення через кожних 60–70 м по периметру будинку (рис. 1.1.1.5, а). Запірні вентиля і спускні пристрої (вентилі або трійники з заглушками) встановлюють на підведеннях до кранів. Це забезпечує можливість вимикати крани на зиму і спускати з них воду. В окремих випадках поливальні крани можуть встановлюватись у землі – в чавунних колодязях (ковери). Найчастіше в якості поливальних кранів використовують вентиля діаметром 25 мм, рідше – 15 і 32 мм.



1 – поливочний кран; 2 – ventиль

Рисунок 1.1.1.5 – Схема поливочного водопроводу:

а) поливальний кран біля будинку; б) встановлення крану у приміщенні

Поливальні крани всередині приміщення (рис. 1.1.5.1, в) встановлюють біля стін або колон на висоті 1,25 м від підлоги в душових приміщеннях за кількості душів 3 і більше; у мильних відділеннях лазень; в умивальних кімнатах за кількості умивальників 5 і більше; у туалетах з трьома і більше унітазами; у гардеробах робочого одягу забруднених виробництв, а також в інших приміщеннях, що потребують миття стін і підлоги.

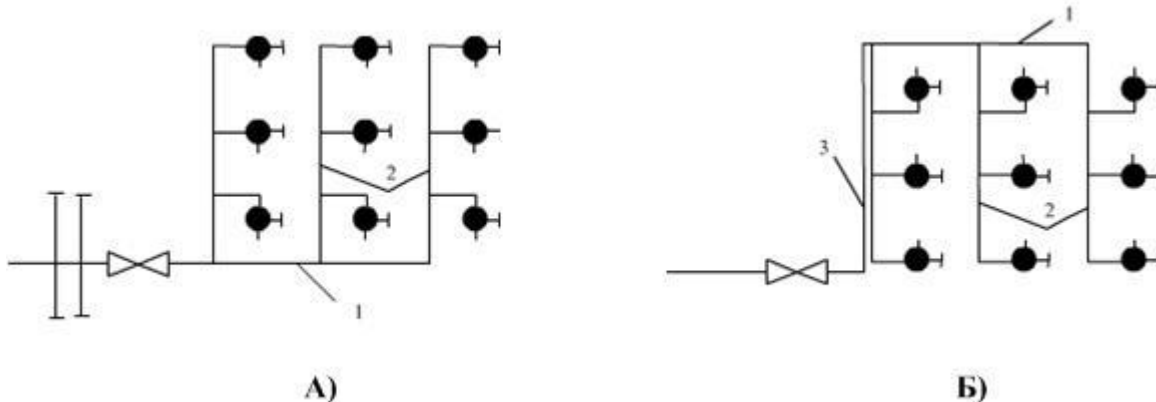
1.1.1.3 В залежності від розміщення магістральних трубопроводів розрізняють схеми мереж з верхньою та нижньою розводкою.

При нижній розводці труби монтують у підвалах, схема застосовується для житлових і громадських будинків. У випадку верхньої розводки прокладання труб здійснюється у верхній частині будинків – під стелею верхнього поверху.

Прокладка магістральних та розподільчих мереж виконується відкрито і приховано. Приховану прокладку трубопроводів не можна здійснювати у каналах зовнішніх стін внаслідок можливого замерзання.

👉 Прокладання розвідних труб передбачається у підпіллях, підвалах, технічних поверхах і горищах, при їх відсутності – на першому поверсі в підпільних каналах спільно з трубами опалення по внутрішніх огорожуючих конструкціях, або під стелею верхнього поверху [2, п.10.8]. Прокладку стояків внутрішнього водопроводу виконують у шахтах, відкрито по стінам душових, кухонь та інших приміщень. Прихована прокладка виконується у приміщеннях, до яких ставляться завищені вимоги по оформленню.

Труби прокладають з ухилом 0,002 – 0,005 у напрямку уводів, стояків, водорозбірних кранів (рис. 1.1.1.6).



1 – магістральний трубопровід; 2 – розподільний стояк; 3 – головний стояк

Рисунок.1.1.1.6 – Схема мереж внутрішнього водопроводу: а) з нижньою та б) верхньою розводкою

В житлових будинках розподільчі мережі внутрішнього водопроводу прокладають у підвальних та технічних поверхах, технічних чердаках, а при їх відсутності – у каналах під підлогою першого поверху з трубопроводами опалення та гарячого водопостачання або під підлогою, по стінах для приміщень, де припустима відкрита прокладка. Стояки можна прокладати відкрито по стінам та перегородкам вбиральних, душових, кухонь та інших приміщень. Якщо до зовнішнього вигляду приміщень ставлять особливі вимоги, водопровідні мережі розміщують приховано у бороздах стін і шахтах.



А)



Б)

1 – водопровідний стояк; 2 – каналізаційний стояк; 3 – гільза; 4 – герметик

Рисунок 1.1.1.7 – Монтажне розташування стояків: А) приховане;
Б) відкрите

Розміри борозд та отворів у стінах і перегородках для пропуску труб приведені в табл. 1.1.1.1.

Горизонтальні труби укладають завжди з ухилом $0,002 \div 0,005$ у бік стояків для можливості випуску води із системи. Труби закріплюють за допомогою кронштейнів, дюбелів, дерев'яних пробок, тощо.

При перетинанні трубопроводів з перекриттями на трубах влаштовують гільзи з толю, листового азбесту, обрізків труб або листової сталі.

В приміщеннях, де температура нижча за 2°C застосовують теплову ізоляцію, сумісну прокладку водопроводу з гарячими трубопроводами.

Прокладка водопровідних труб у вентиляційних та димових каналах є неприпустимою.

Таблиця 1.1.1.1 – Розміри отворів і борозд у будівельних конструкціях

Трубопроводи	Діаметр отворів, см, при відкритій прокладці	Розміри борозд, см, для прихованої прокладки	
		ширина	глибина
Один водопровідний стояк діаметром до 50 мм	10×10	13	13
Два водопровідних стояка діаметром до 32 мм	15×10	20	13
Один водопровідний стояк і один каналізаційний стояк діаметром, мм 50 100	20×15	20	13
	25×20	25	20
Два водопровідних стояка і один каналізаційний стояк діаметром, мм 50 100	20×15	25	13
	35×20	38	20
Підводка водопровідна	10×10	6	6

Примітка. 1. Для отворів у перекриттях перший розмір – довжина (паралельно стіні), другий – ширина; для отворів у стінах перший – ширина; другий – висота. 2. Отвори у фундаментах будинків і споруд для уводів повинні бути не менше 40×40 см.

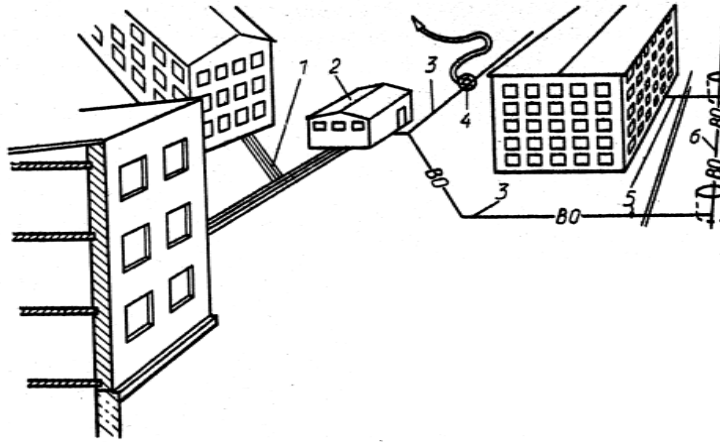
Мережу холодного водопроводу при сумісному прокладанні в каналах з трубопроводами, транспортуючими гарячу воду, необхідно розміщувати нижче цих трубопроводів та ізолювати від теплоти.

Трасування водопровідної мережі слід починати з місця розташування введення води; потім вибрати місця розташування стояків на планах верхніх поверхів (бажано розміщувати біля центру водорозбору в місцях встановлення однотипних санітарних приладів), потім треба викреслити аксонометричну схему водопровідної мережі будинку, яка є основним монтажним документом.

1.1.1.4 Вода в системі водопостачання повинна відповідати вимогам [31]. Мікрорайонна мережа складається із уводу та квартальної мережі, як показано на схемі рис. 1.1.1.2. На ній розміщуються пожежні гідранти на відстані не більше, ніж 150 м один від одного, які встановлюються уздовж автомобільних шляхів на відстані не більше, ніж 2,5 м від краю та не ближче, ніж 5 м до стін будинків.

Приєднання введень до магістральних трубопроводів діаметром більше, ніж 400 мм, не допускається, живлення здійснюється від розподільчих трубопроводів діаметром 150÷300 мм.

Житловий мікрорайон обслуговується декількома центральними тепловими пунктами (ЦТП). Подача води до будинків з однаковою кількістю поверхів повина здійснюватись від одного ЦТП або однієї групи насосів.



1 – внутріквартальна мережа; 2 – центральний тепловий пункт; 3 – введення міської магістральної мережі; 4 – колодязь з гідрантом; 5 – вулична водопровідна мережа.

Рисунок 1.1.1.7 – Мікрорайонне водопостачання

Внутрішні квартальні мережі прокладають уздовж проїздів на відстані не менше, ніж 5 – 8 м від будинку. Водопровідні мережі розташовують:

- на відстані не менше, ніж 1,5 м від теплових мереж та від каналізаційних трубопроводів діаметром до 200 мм;
- на відстані не менше, ніж 3 м від каналізаційних трубопроводів діаметром 200 мм та більше;
- на відстані не менше, ніж 1 м від газопроводів низького тиску.

У випадку паралельного прокладання в одній траншеї трубопроводів діаметром 300 мм і більше відстань між їх зовнішніми поверхнями повинна бути не менше, ніж 0,7 м.

? Питання для самоконтролю

1. З яких елементів складається система внутрішнього водопостачання?
2. У яких випадках влаштовують два уводи води в житловий будинок?
3. Від чого залежить вибір системи внутрішнього водопостачання?
4. Для чого влаштовують обвідну лінію на водовимірному вузлі?
5. На якій відстані здійснюється перетинання водопровідних мереж з каналізаційними трубами та іншими трубопроводами, по яким транспортуються отруйні речовини?



Тема 1.1.2 Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ гідравлічних розрахунків внутрішніх водопровідних мереж, ознайомлення з особливостями проектування системи протипожежного водопостачання, набуття навичок з основних принципів трасування мереж системи пожежогасіння, набуття навичок з визначення діаметрів водопроводів.

План

1.1.2.1 Розрахунок систем холодного водопостачання.

1.1.2.2 Проектування протипожежного водопостачання.

1.1.2.3 Напірно-запасні баки.

1.1.2.4 Насосні установки.



Ключові терміни: гідравлічний розрахунок; необхідний напір; насоси; протипожежне водопостачання; комбіновані системи; спринклери; напірно-запасні баки.

1.1.2.1 Розрахунок трубопроводів в системі холодного водопостачання виконується за максимальними секундними витратами води.

Розрахункові витрати питної води у водопроводах холодної води визначаються з урахуванням:

- а) питомої розрахункової середньої витрати води, л/год, віднесеної до одного споживача або санітарно-технічного приладу;
- б) кількості споживачів U або санітарно-технічних приладів N ;
- в) кількості споживачів U у житлових багатоквартирних будівлях [24, табл.А6 – А9].

Розрахункові середні витрати за добу треба приймати відповідно до таблиці А1 [24].

Системи об'єднаного протипожеженого водопровода перевіряються на пропуск розрахункової витрати води на пожежегасіння при розрахунковій максимальній секундній витраті. Гідравлічний розрахунок систем виконується для розрахункових схем без виключення яких-небудь ділянок системи, стояків або обладнання. Гідравлічний розрахунок трубопроводних систем, що живляться декількома вводами, треба проводити з урахуванням виключення одного з них. При двох вводах кожний із них повинен бути розрахований на пропуск 100% витрати, а при більшій кількості – 50% витрати. Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх мереж повинна бути не більше, ніж [24, п.10.5]:

- 1,5 м/с – для металевих труб;
- 3.0 м/с – для мідних труб;
- 2.5 м/с – для труб з полімерних матеріалів;

– 3,0 м/с – при пожежогашінні.

Діаметри трубопроводів водорозбірних стояків приймаються за величиною максимальної секундної витрати води в стояку з коефіцієнтом 0,7.

Втрати тиску на ділянках трубопроводів визначаються за формулою:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k), \quad (1.1.2.1.)$$

де i – питомі втрати тиску тертя;

l – довжина розрахункової ділянки трубопроводу;

k – коефіцієнт, який враховує втрати тиску в місцевих опорах: 0,3 – для систем питних водопроводів; 0,2 – для систем об'єднаного господарсько-питного і протипожежного водопроводів; 0,15 – в системах об'єднаних виробничих і протипожежних водопроводів; 0,1 – в системах протипожежних водопроводів.

При об'єднанні стояків у секційні вузли втрати тиску у вузлах визначаються по формулі:

$$H = \frac{f \cdot \sum i \cdot l \cdot (1 + k)}{m}, \quad (1.1.2.2)$$

де f – коефіцієнт, який враховує характер водорозбору в системі;

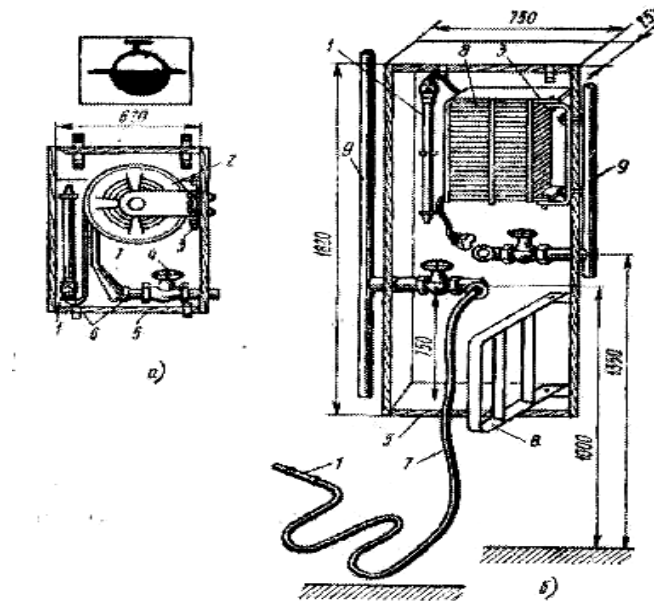
0,5 – для систем питного водопроводу;

0,3 – для систем об'єднаного питного та протипожежного водопроводу;

m – число стояків у вузлі.

1.1.2.2 З урахуванням пожежонебезпечності та вогнестійкості будинків проектується наступні системи протипожежного водопостачання: системи з пожежними кранами і стояками в будинках з важкозаймистих і незаймистих матеріалів з постійною присутністю людей; автоматичні й напівавтоматичні системи (спринклерні та дренчерні) для будинків, де вогонь може швидко поширюватись, а також у малодоступних приміщеннях. Для житлових та громадських будівель необхідність влаштування протипожежного водопроводу та кількість струменів визначається згідно з рекомендаціями [24, табл.3]. Витрата води на зовнішнє пожежогашіння (на одну пожежу) і кількість одночасних пожеж у населеному пункті для розрахунку магістральних (розрахункових кільцевих) ліній водопровідної мережі визначаються згідно з таблицею 3.[23, п.6.2.2]. У [29] вказані категорії будинків, зокрема, виробничого та складського призначення, в яких повинні бути передбачені системи внутрішнього протипожежного водопостачання. Наприклад, протипожежні водопроводи проектується у житлових будинках висотою 12 поверхів та вище; у гуртожитках; готелях; пансіонатах; школах-інтернатах висотою 4-и поверхи та вище; лікарнях та лікувально-профілактичних закладах, дитячих садках та яслах, літніх таборах відпочинку, магазинах, підприємствах загального харчування та побутового обслуговування

при об'ємі кожного будинку 5000 м² і більше та ін. Система протипожежного водопостачання складається з мережі магістральних трубопроводів, пожежних стояків, пожежних кранів і, при необхідності, пожежних насосів. Обладнання пожежного крана складається з (рис. 1.1.2.1): пожежного вентиля діаметром 50 або 65 мм, рукава (шланг) того ж діаметра, довжиною 10,15 або 20 м з швидкоз'єднувальними напівгайками і пожежного стовбура. В промислових і громадських будівлях пожежні крани комплектуються ручними вогнегасниками. Пожежні крани розташовують у шафах в легкодоступних місцях для користування (вестибюлях коридорів, сходових клітинах тощо).



1 – стовбур; 2 – котушка; 3 – кронштейн; 4 – вентиль; 5 – шафа; 6 – головка;
7 – рукав; 8 – полиця; 9 – стояк

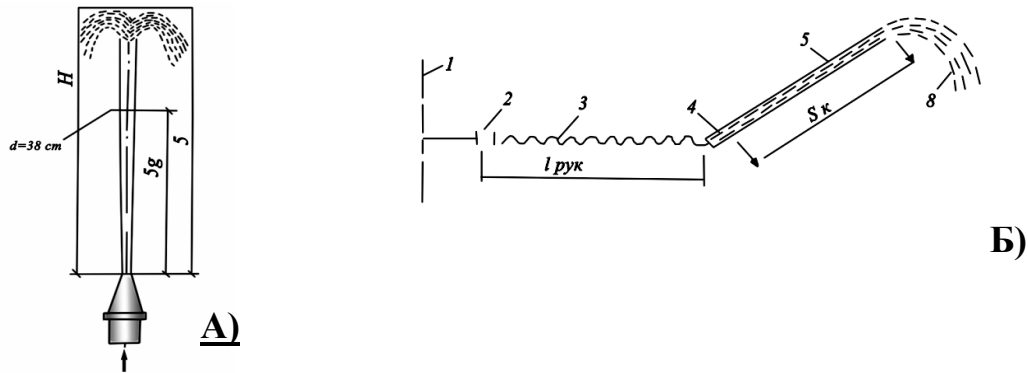
Рисунок. 1.1.2.1 – Пожежні крани: а – одиничний, б – спарений

Струмінь води з пожежного стовбура повинен мати достатню енергію, щоб збити полум'я з поверхні, тому робочою частиною струменя є лише його компактна частина, що є суцільним циліндром (рис. 1.1.2.2, А). Роздроблена частина струменя в рахунок не береться.

Кількість пожежних кранів у системі визначається з урахуванням зрошення всіх площин будинку компактними струменями. Під час гасіння пожежі може діяти один або декілька пожежних кранів одночасно.

Протипожежний водопровід повинен забезпечувати необхідну кількість води під повним напором до будь-якого пожежного крана. Розрахунковий радіус дії ($R_{пк}$) пожежного крану визначається за сумою довжини шланга ($l_{рук}$) і половини довжини компактної частини струменя SK (рис. 1.1.2.2, Б).

$$R_{nk} = l_{рук} + SK \times \cos \alpha = l_{рук} + 0,5 \times SK \quad (1.1.2.3)$$



S – висота струменя повна; SK – висота компакної частини; 1 – пожежний стояк; 2 – з’єднувальні гайки; 3 – рукав; 4 – стовбур; 5, 6 – компактна роздіблена частини струменя

Рисунок. 1.1.2.2 – Контактний струмінь (А) та схема пожежних кранів (Б):

Витрати води на внутрішнє пожежогасіння і число струменів, що мають одночасно подаватись з пожежних кранів, визначаються за [24, табл.5] залежно від призначення, кількості поверхів і об’єму будинку.

Робочий напір перед пожежним краном визначається за формулою:

$$H_{ПК} = H_{СПР} + H_{lp}, \quad (1.1.2.4)$$

де $H_{СПР}$ – напір біля сплиску, м;

H_{lp} – втрати напору у пожежному рукаві;

$$H_{lp} = A_{ТР} \cdot l_p \cdot q_{ПК}^2, \quad (1.1.2.5)$$

де $A_{ТР}$ – питомий опір пожежного рукава;

l_p – довжина пожежного рукава.

$$H_{СПР} = \frac{\alpha \cdot H_K}{1 - \varphi \cdot \alpha \cdot H_K}, \quad (1.1.2.6)$$

де H_K – висота компакної частини струї, м;

$$\alpha = 1.19 + 80(0.01 \cdot H_K)^\varphi, \quad (1.1.2.7)$$

де φ – коефіцієнт, 13, 16, 19 мм.

$$\varphi = 0.25[d_{СПР} + (0.1 \cdot d_{СПР})^3], \quad (1.1.2.8)$$

де $d_{СПР}$ – діаметр сплиску, м.

Якщо пожежні крани розташовані нижче від диктувального, вони знаходяться під більшим тиском, тому будуть мати більшу довжину струменя та більші витрати води. Якщо під час розрахунку виявиться, що напори біля пожежних кранів відрізняються більш ніж на 40 м, то між пожежним краном і з'єднувальною головкою необхідно встановлювати діафрагми для гасіння надлишкового напору, діаметр яких визначають за номограмами (рис. 1.1.2.3).

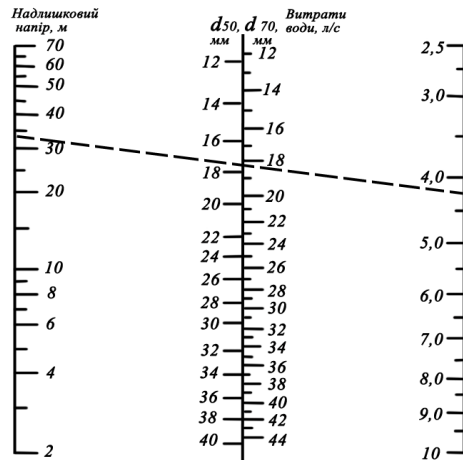


Рисунок 1.1.2.3 – Номограма для визначення діаметра отвору діафрагми, яка встановлюється між пожежним краном і з'єднувальною головкою для гасіння надлишкового напору

Тривожні сповіщення від приладів приймально-контрольних пожежних систем протипожежного захисту будинків та споруд виводяться на пульти протипожежного спостереження з урахуванням вимог 5.6. та таблиці А.1 додатка А. [29, п.5.8].

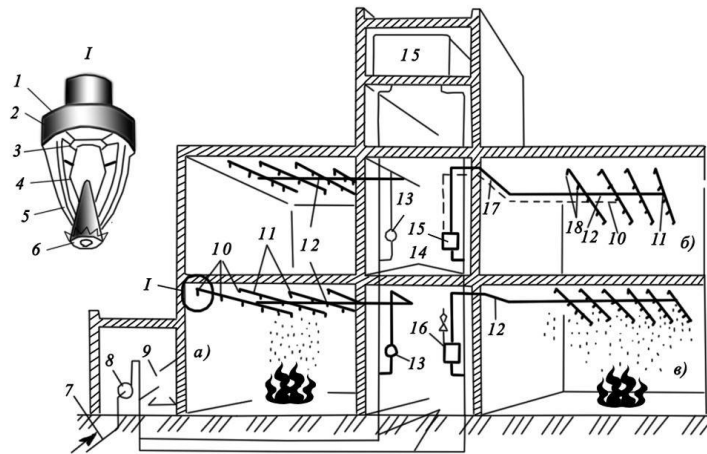
Автоматичні спринклерні та дренчерні системи гасять вогонь без участі людини і одночасно подають сигнал пожежної тривоги.

Напівавтоматичні дренчерні системи та водяні завіси дистанційно вмикаються людьми під час виникнення пожежі або небезпеки поширення вогню.

Спринклерна система будинку складається з магістральних трубопроводів, розподільчої мережі зі спринклерами та вузла управління (рис. 1.1.2.4). Джерелом водопостачання є зовнішня водопровідна мережа або пожежний резервуар. Автоматичне джерело водопостачання (водонапірний або гідропневматичний бак) служить для забезпечення витрат і напору води в системі до увімкнення основного джерела водопостачання.

Спринклери (рис. 1.1.2.4, а) починають функціонувати під час підвищення температури і заливають вогнище. Спринклери складаються з корпусу з штуцером, рамки та розетки. У корпусі влаштована діафрагма з отвором, що закривається клапаном. Клапан притиснутий до отвору замком, легкоплавкий сплав якого під час підвищення температури розплавляється, замок

розпадається, вода вибиває клапани і, розбризкуючись, зрошує площу 9–12 м² приміщення.



1 – корпус спринклера; 2 – діафрагма; 3, 13, 16 – клапани; 4 – замок; 5 – рама; 6 – розетка; 7 – ввід; 8 – насос; 9, 15 – баки для води; 10 – спринклери; 11, 12, 14, 17 – трубопроводи; 18 – дренчер

Рисунок. 1.1.2.4 – Схема автоматичної протипожежної системи:
а – спринклерна; б – автоматична дренчерна; в – дренчерна:

В дренчерах на відміну від спринклерів немає клапана та замка і вихідний отвір завжди відкритий. В автоматичних дренчерних системах термодатчик з електрозасувкою встановлюється на трубопроводах групової дії, що подають воду одночасно до декількох зрошувачів (рис. 1.1.2.4, б, в). У кожній секції число спринклерів не повинно перевищувати 800, а дренчерів – 70.

Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх водопровідних мереж, зокрема під час пожежегасіння, не повинна перевищувати 3 м/с, а в спринклерних і дренчерних системах – 10 м/с.

розширення інформації про протипожежні спринклерні системи представлена у виданні [20].

1.1.2.3 Напірно-запасні баки застосовують для утворення запасу напору води у випадках зниження напору у зовнішній мережі та під час відключення насосів. Баки встановлюють у вентильованому приміщенні з температурою $t > 0$ (найменша висота приміщення 2,2 м). Відстань між баком та будівельними конструкціями повинна бути не меншою, ніж 0,7 м, від верху до перекриття – не менше, ніж 0,6 м. При виборі конструкції бака керуються слідуючими міркуваннями: баки круглої форми мають тонкі стіни, не потребують ребер жорсткості, але баки прямокутної форми раціонально використовують об'єм приміщення.

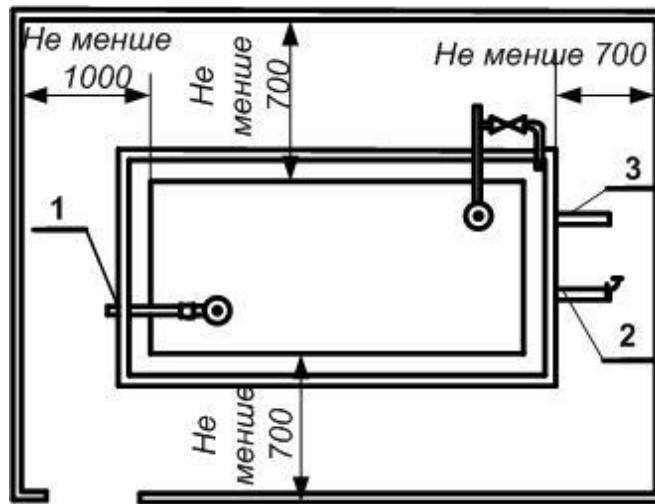
Повний об'єм напірно-запасних баків розраховується за формулою:

$$V = BW + W_n, \quad (1.1.2.9)$$

де W – регулюючий об'єм, m^3 ;
 W_n – протипожежний запас води;

B – коефіцієнт запасу, $1.2 \div 1.3$.

Водонапірні баки розташовують на горищах або верхніх поверхах у спеціальних приміщеннях. Вони можуть бути металевими або залізобетонними, круглими або прямокутними в плані. Баки влаштовують на спеціальних піддонах і зверху закривають спеціальними кришками з люками. На рис. 1.1.2.5 показано схему встановлення баку і його обв'язки трубопро водами.

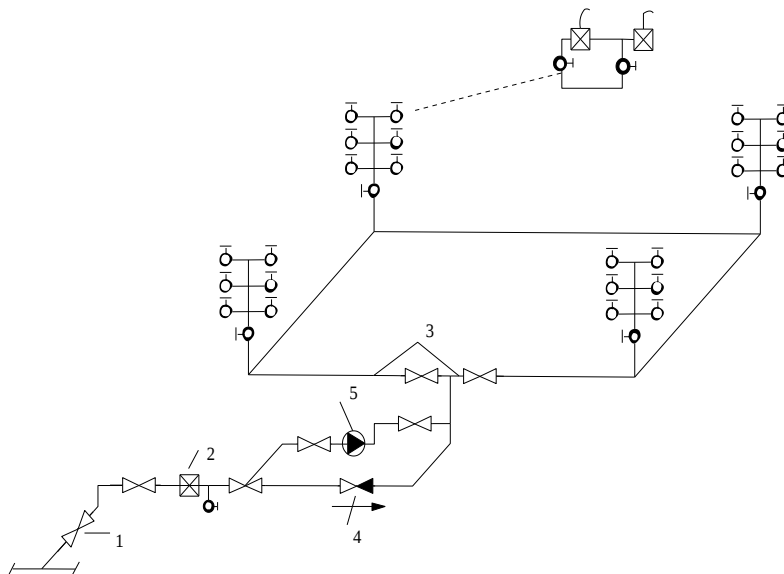


1 – трубопровід надходження води; 2 – трубопровід водовідведення; 3 – сигнальна труба

Рисунок. 1.1.2.5 – Схема улаштування водонапірного баку:

1.1.2.4. Якщо необхідний напір перевищує гарантований напір, проєктуються підвищувальні установки, які можуть складатися з насосів, водонапірних баків з насосами або гідропневматичних установок. Для житлових і громадських будинків проєктують насоси, які розмішують у сухих теплих підвальних приміщеннях висотою не менш, ніж 2,2 м під під'їздами або в окремих приямках зовні будинку. Згідно з вимогами [24, п.14.4.] не дозволяється розташовувати насоси (крім пожежних) безпосередньо під житловими квартирами, дитячими або груповими кімнатами в дитячих дошкільних установах, під класами загальноосвітніх шкіл, лікарняними приміщеннями, робочими кімнатами адміністративних будинків. В окремих випадках, за погодженням місцевих органів санітарно-епідеміологічних служб, дозволяється проєктування насосних установок поряд з вказаними приміщеннями, при умові, що сумарний середній рівень шуму в приміщеннях не повинен перевищувати 45 дБ в нічний час і 55 дБ в денний час.

До мережі насоси під'єднують після вodomірного вузла. Насосні агрегати обладнують надійною звукоізоляцією, їх встановлюють на фундаменти, що перевищують підлогу на 20–30 см. Передбачаються амортизатори під агрегатами, еластичні прокладки і патрубки довжиною 0,8–1,2 м (вібровставки) на всмоктувальному та напірному трубопроводах (рис. 1.1.2.6). Для протипожежних насосів звукоізоляція необов'язкова.



1 – введення водопроводу; 2 – водолічильник; 3 – магістральна мережа; 4 – зворотній клапан; 5 – відцентровий насос

Рисунок. 1.1.2.6 – Система внутрішнього водопостачання з підвищуючими насосами

Найчастіше у системах внутрішнього водопроводу проєктують відцентрові насоси на одному валу з електродвигуном, тому що вони більш надійні в роботі та простіші в експлуатації. Напірну лінію кожного насоса обладнують зворотним клапаном, засувкою або вентилем, манометром, всмоктувальну лінію – тільки засувкою або вентилем. Передбачається обвідна лінія з засувкою і зворотнім клапаном в обхід насосів для проведення ремонтних робіт.

Пуск насосів здійснюється автоматично, дистанційно або вручну. Протипожежні насоси можуть включатись пусковими кнопками, що розташовані біля пожежних кранів або в диспетчерських пунктах.

У господарсько-питних і виробничих водопровідних системах подача насосних установок приймається при відсутності регульовальних місткостей – не менше максимальних секундних витрат води; при наявності водонапірного або гідропневматичного бака і насосів – не менше максимальних годинних витрат води.

Напір насосів у внутрішніх водопровідних мережах, м:

$$H_N = H_{\text{вв}} + h + H_{\text{geom}} + \sum H_l + H_f, \quad (1.1.2.10)$$

де $H_{\text{вв}}$ – втрати напору на уводі, м;

h – втрати напору у водолічильнику, м;

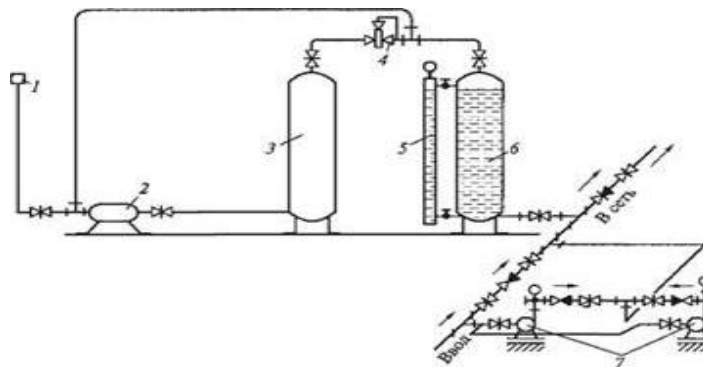
H_{geom} – геометрична висота підйому від вісі насосу до розрахункового санітарно-технічного приладу, м;

$\sum H_l$ – сума втрат напору на шляху до санітарно-технічного приладу;

H_f – нормований вільний напір біля розрахункового санітарно-технічного приладу.

Гарантований напір у зовнішній мережі задається від відмітки вісі труби введення в місці його під'єднання до зовнішньої мережі або від відмітки землі у цьому місці. Геометрична висота підйому води визначається як різниця відміток диктувального приладу і труб зовнішньої мережі водопроводу в точці підключення. Насоси слід підбирати за характеристиками $Q-H$ і $Q-\eta$, які наведені в чинних каталогах насосів [14,15]. За необхідності безперебійної подачі води практикують встановлення резервних насосних агрегатів. Кількість резервних насосних агрегатів визначають згідно із діючими будівельними нормами. Найменша кількість агрегатів у насосній установці два – робочий і резервний.

Гідропневматичні установки складаються з насосних установок і гідропневматичних баків (рис. 1.1.2.7).



1 – фільтр прийому повітря; 2 – компресор; 3 – повітряний резервуар; 4 – редукційний клапан (регулятор тиску); 5 – показник рівня; 6 – водяний резервуар; 7 – насоси

Рисунок. 1.1.2.7 – Схема пневматичної установки постійного тиску

? Питання для самоконтролю

1.3 якою метою виконується гідравлічний розрахунок системи внутрішнього водопостачання?

2. Які параметри слід враховувати при визначенні необхідного напору?
3. З яких елементів складається система пожежогасіння?
4. Для чого в системах внутрішнього водопостачання застосовують напірно-запасні баки?
5. Яким чином здійснюється вибір насоного обладнання?

Розділ 1.2 Система внутрішнього водовідведення будівель



Тема 1.2.1 Проектування та розміщення елементів внутрішньої каналізації будівель

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ проектування системи внутрішнього водовідведення будівель, набуття навичок з визначення необхідної глибини прокладання трубопроводів; засвоєння головних принципів проектування внутріквартальної каналізаційної мережі.

План

- 1.2.1.1. Класифікація систем внутрішньої каналізації.
- 1.2.1.2 Головні елементи системи водовідведення.
- 1.2.1.3 Каналізаційні трубопроводи та відвідні елементи.
- 1.2.1.4 Експлуатація обладнання внутрішньої каналізаційної мережі.



Ключові терміни: каналізаційні стояки; гідравлічні затвори; витяжна частина стояків; каналізаційний випуск.

1.2.1.1 Системи внутрішньої каналізації класифікують за різними ознаками.

За способом видалення забруднень розрізняють:

– сплавну систему, яка служить для прийому забруднень, розбавлення їх стічною водою і транспортування за межі будівель у дворову каналізаційну мережу, може бути самопливною та напірною;

– вивізну систему для місцевого збору забруднень та вивозу на очисні споруди.

За сферою обслуговування:

– об'єднані системи, які служать для збору та відведення за межі будівель господарсько-побутових, виробничих і дощових стічних вод;

– роздільні системи, які застосовують у випадках, коли стічні води за складом забруднень не можна відводити у зовнішню каналізаційну мережу (наприклад, агресивні стічні води).

За способом транспортування розрізняють:

– трубопроводні системи – з однотрубними та двохтрубними стояками;

– лоткові – для транспортування стічної води по відкритим лоткам і каналам (якщо транспортування по трубопроводам може привести до заторів).

В залежності від наявності вентиляції – вентилюємі та невентильовані стояки.

Основні елементи внутрішньої каналізаційної мережі :

- приймачі стічних вод (санітарно-технічні прилади);
- каналізаційні мережі, зібрані з вертикальних та горизонтальних трубопроводів та з'єднуючих елементів (фасонних частин), лотків;
- місцеві установи і споруди для перекачки, попередньої обробки та очистки стічних вод.

1.2.1.2 Приймачі стічних вод збирають забруднену воду і відводять її в каналізаційну мережу. Для перешкодження попадання газів з каналізаційної мережі в приміщення застосовують гідравлічні затвори. Приймачі стічних вод зі стояками з'єднуються за допомогою поверхових відвідних труб. Каналізаційні стояки можуть мати витяжну частину (вентильовані стояки) або бути без неї – невентильовані. Горизонтальні ділянки об'єднують стояки з випусками.

Приймачі стічних вод виконують у вигляді відкритих посудин або воронок, що збирають забруднену воду.

Приймачами стічних вод є:

- санітарно-технічні прилади (мийки, раковини, умивальники, ванни, душові піддони, біде, унітази, пісуари);
- спеціальні санітарно-технічні прилади (лікувальні ванни та оздоровчі душі, медичні умивальники, спеціальні мийки тощо);
- пристрої для прийому виробничих стічних вод (лотки, трапи, приймальні решітки, приямки, воронки тощо);
- водостічні воронки, які призначені для збору і відведення з даху дощових або талих вод.

Випуски для всіх приймачів стічних вод (крім унітазів) обладнують решітками для затримання твердих забруднень, що можуть викликати засмічення трубопроводу.

Мийки збирають забруднену воду, що утворюється під час приготування їжі, миття посуду. Виготовляють мийки з чавуну або сталі з емальованим покриттям на одне або два відділення (рис. 1.2.1.1), кераміки. Найчастіше для виготовлення мийок використовують нержавіючу сталь. Змішувачі мийок встановлюють на висоті 0,15–0,20 м від борту, що зручно для наповнення побутових ємностей. Мийки на два відділення обладнують двома випусками і одним гідрозатвором.

Раковини (рис. 1.2.1.2) встановлюють у тих приміщеннях, де необхідно зливати брудну воду або мити прибиральний інвентар (котельні, лабораторії, біля технологічного обладнання тощо).



А)

Рисунок 1.2.1.1 – Кухонні мийки: А) на одне відділення; на два відділення

Також раковини встановлюють у кухнях житлових будинків. Стіна за раковиною захищається від води керамічною плиткою, екраном з металу або скла. Раковини обладнують настінними водорозбірними кранами або змішувачами на висоті 0,2–0,25 м від борту, у центрі раковини влаштовується випуск-решітка, до якого під'єднується гідрозатвір.



А)

Рисунок 1.2.1.2 – Раковина (А) з набором фільтрів (Б)

Ванни можуть мати різну форму. Найчастіше їх виготовляють круглобортними і прямобортними шириною 700 і 750 мм, довжиною – 1500 і 1700 мм, глибиною 445 і 460 мм. Борт ванни розташовують над підлогою на висоті 0,6–0,65 м. Іноді влаштовують сидячі ванни та напівванни (глибокі піддони).

До ванн сучасних типів під'єднують насос та компресор: насос подає воду на борт ванни для утворення водоспаду та для гідромасажу – крізь регульовані форсунки. Стиснене повітря, що подається від компресора крізь отвори для виходу повітря, утворює у ванні вирувальні потоки. Вода подається у ванну через термостатичні водорозбірні змішувачі. Для управління всім інженерним обладнанням передбачена сенсорна панель на борту ванни.

Умивальники (рис. 1.2.1.3) виготовляють довжиною 400–700 мм, шириною 300–600 мм, глибиною 135–150 мм. Форма різная прямокутна, увігнута, овальна, напівкругла, зі спинкою або без неї. До комплекту умивальників входять туалетні

крани або змішувачі. Для відводу води в центрі умивальника є випуск, що з'єднує чашу умивальника та гідрозатвір. Умивальники можуть встановлюватись на постаменті або кріпитися до стіни (рис. 1.2.1.3).



Б)

А)

Рисунок 1.2.1.3 – Улаштування умивальників

Для миття і оздоровчих процедур під проточною водою застосовують душі. Душові кабінки, як правило, мають довжину і ширину 0,9–1,0 м, висоту перегородки – 2 м (рис. 1.2.1.4). У підлозі душових кабін встановлюють трап або піддон для спуску води в каналізацію. Матеріали стін і підлоги душових кабін не повинні вбирати вологу.

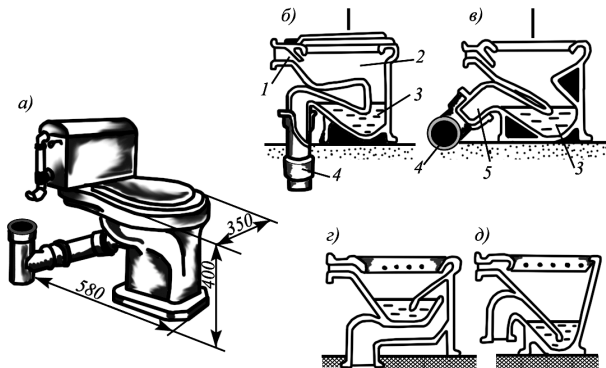


Рисунок 1.2.1.4 – Душові кабінки

Унітази – найнебезпечніші прилади, з санітарної точки зору, призначені для швидкого та ефективного видалення забруднень, для чого обладнуються

індивідуальними промивними пристроями – зливними бачками або кранами.

Ці приймачі призначені для індивідуального користування і встановлюються в туалетних кімнатах житлових будинків або невеликих туалетах адміністративних і промислових будинків. Унітази (рис. 1.2.1.5) виконують у вигляді керамічної чаші, що плавно переходить у гідрозатвір.



а – схема встановлення; *б, в, г, д* – види унітазів: тарільчатий (*б*), козирковий (*в*), сифонувальний (*г*), воронкоподібний (*д*): 1 – патрубок; 2 – чаша; 3 – гідрозатвір; 4 – відвідні труби

Рисунок 1.2.1.5 – Схеми улаштування унітазів

Зливні бачки по відношенню до унітазу поділяють на високорозташовані, низькорозташовані та розташовані безпосередньо на полиці унітаза. Зливні бачки виготовляють з пластмаси та кераміки. Змивні бачки влаштовують приховано (рис. 1.2.1.6, *а*), та відкрито (рис. 1.2.1.6, *б*) розміщення змивних бачків з різними варіантами підведення води (рис. 1.2.1.6, *в*).

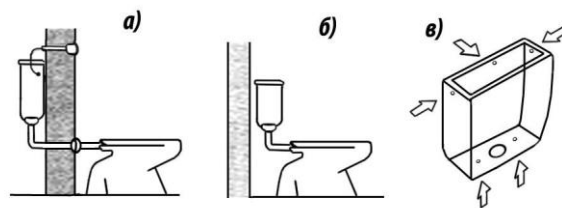


Рисунок 1.2.1.6 – Схеми улаштування змивних бачків: прихованого (*а*) та відкритого (*б*) розташування зливних бачків і можливі варіанти підведення води до них (*в*)

Чоловічі туалети обладнують пісуарами (рис. 1.2.1.7). В залежності від розташування розрізняють настінні, надпідлогові та лоткові пісуари. Забруднення з пісуарів повинні швидко видалятися, оскільки вони здатні утворювати осад, що призводить до заростання труб і має неприємний запах. Промивання пісуарів здійснюють пісуарними кранами або через автоматичні змивні бачки. Після випуску встановлюють гідрозатвір.



Рисунок 1.2.1.7 – Улаштування пісуарів

Надпідлогові чаші є більш гігієнічні, ніж унітази, широко застосовуються в громадських і промислових будинках.

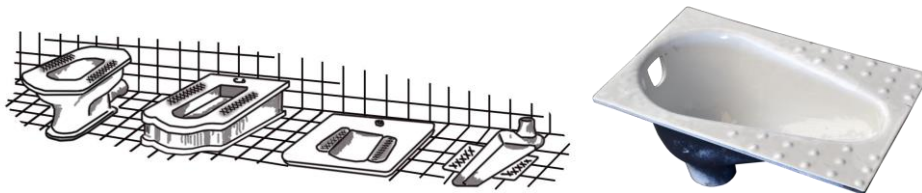


Рисунок 1.2.1.8 – Надпідлогові чаші

В лазнях, душових, громадських туалетах встановлюють трапи (рис. 1.2.1.9) для збору забрудненої води з підлоги та від технологічного обладнання. Трапи встановлюють у найнижчих місцях підлоги із забезпеченням герметичності. У корпус трапу вбудований гідрозатвір. Влаштовують прямий або косий випуск – направлений вбік, зверху трап закривається з'ємною решіткою. Верх решітки трапу повинен бути на 5–10 мм нижче рівня чистої підлоги приміщення.

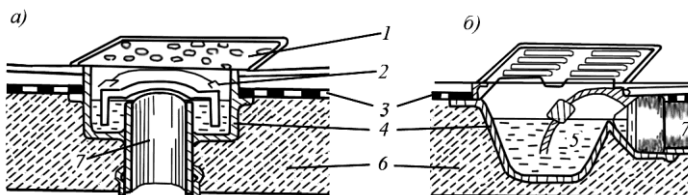
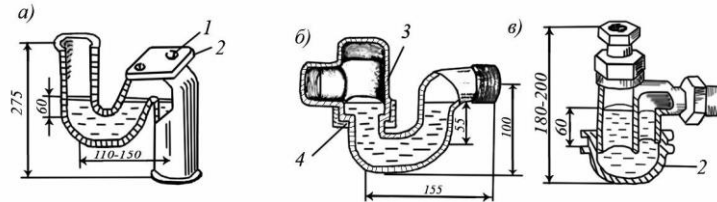


Рисунок 1.2.1.9 – Трапи:

а – з прямим випуском; *б* – з косим випуском: 1 – кришка з отворами; 2 – гайка для затискування; 3 – гідроізоляція; 4 – корпус; 5 – перекриття; 6 – гідрозатвір; 7 – відвідна труба

Після кожного санітарно-технічного приладу, крім тих, що мають його в

своїй конструкції (унітази, трапи, пісуари) влаштовують гідрозатвори (сифони) [24, п.18.2]. Водяний гідрозатвір з шаром води висотою 50–70 мм затримує шкідливі гази з системи каналізації, не дозволяючи їм потрапляти в приміщення. В згині трубопроводу (U-подібної форми) утворюється шар води (рис. 1.2.1.10 а, б) або між двома циліндрами (пляшкового типу) (рис. 1.2.10, в).



1 – болт; 2 – кришка з герметичною прокладкою; 3 – трійник; 4 – гайка

Рисунок 1.2.1.10 – Гідрозатвори:

Сифони можуть засмічуватись, тому передбачають отвори, які закриваються корками або кришками, що дозволяє прочищати сифони та трубопроводи біля них.

1.2.1.3 Каналізаційна мережа будівель (рис. 1.2.1.11) складається з відвідних трубопроводів 2, стояків 3 з витяжною частиною і, горизонтальних збірних ділянок 4, випусків 6 пристроїв для прочистки 5.

Санітарно-технічні прилади із стояками з'єднуються за допомогою відвідних поверхових труб. Відвідні труби прокладають по стінах над підлогою на висоті 0–150 мм та під стелею як підвісні трубопроводи у нежитловому приміщенні, що розташоване нижче. Якщо ставляться підвищені вимоги до внутрішнього оздоблення приміщень, прокладання поверхових відвідних труб здійснюється приховано в борознах, нішах стін, панелях, монтажних коридорах, підвісних стелях [24, п.19.10].

Згідно [24, п.19.11] не допускається відкрите або приховане прокладання каналізаційних труб під стелею, у стінах та підлозі житлових кімнат, спалень, кухонь, під стелею приміщень підприємств громадського харчування, приміщень, які мають цінне художнє оздоблення.

Відвідні труби прокладають з уклоном у бік стояка. Згідно із [24] не допускається під'єднувати до одного відвідного трубопроводу санітарні прилади, які розташовані в різних квартирах на одному поверсі.

На відвідних лініях побутової та виробничої каналізації для ліквідації засмічень трубопроводів передбачають встановлення прочищування або ревізій. Якщо треба прочистити трубу в обох напрямках, влаштовуються ревізії (рис. 1.2.1.12, а) у вигляді люків у трубі, які закривають металевою кришкою. Кришка кріпиться до корпусу двома або чотирма болтами або різьбовим з'єднанням. Між кришкою та люком встановлюється гумова прокладка для герметичності. Стояки побутової каналізації, які проходять через

підприємства громадського харчування, влаштовують в комунікаційних шахтах без ревізій [24, п.19.13].

Прочистки влаштовують у вигляді косого трійника або двох відводів 135° з заглушкою (рис. 1.2.1.12, б). Заглушка герметизується із застосуванням легкоплавкої мастики або замазки. При влаштуванні прочисток забезпечується плавний вхід тросу в трубу в одному напрямку під час чищення цієї ділянки.

Згідно із [24, п.19.25] на горизонтальних ділянках встановлюють прочистки і ревізії на віддалі 6–15 м при діаметрі труб 50 мм і 8–20 м – 100–150 мм. Як правило, у квартирах довжина поверхових відвідних труб не перевищує 6 м чищення трубопроводів здійснюють через сифони-ревізії.

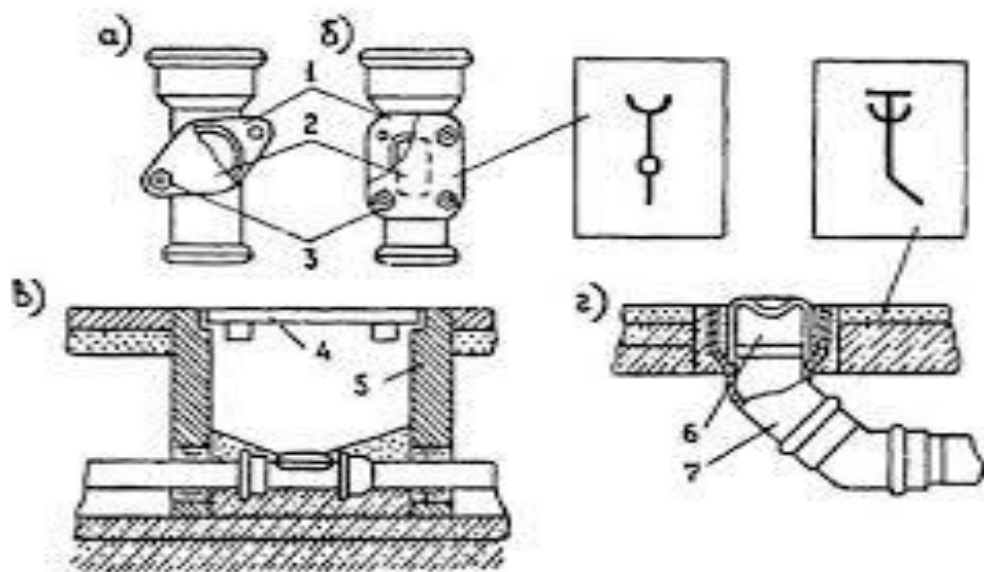


Рисунок 1.2.1.12 – Улаштування ревізій (а, б) та прочисток (в,г)

Згідно із вимогами [24, п.19.24] ревізії на стояках у житлових будинках встановлюють на першому та останньому поверхах. Якщо будинок висотою 5 чи більше поверхів, то не рідше, ніж через три поверхи.

Транспортування стічної води від відвідних ліній в нижню частину будинку здійснюється каналізаційними стояками. Стояки влаштовують біля приймачів стічних вод відкрито біля стін або приховано – в монтажних шахтах, блоках, кабінах (ближче до унітазів). Стояки не рекомендується розміщувати біля перегородок, що відокремлюють санвузли від житлових кімнат, через шум води, що виникає під час роботи санприладів. Для зменшення кількості стояків приймачі стічних вод розташовують компактними групами як у плані, так і в розрізі будинку по висоті. Стояки повинні мати один діаметр, не менший за найбільший діаметр відвідних труб. До одного каналізаційного стояка можуть бути приєднані поверхові відвідні труби двох суміжних санвузлів на поверсі.

Для ліквідації засмічень на стояках на висоті 1 м від підлоги на першому, останньому і не рідше, ніж через три поверхи, обов'язково встановлюють ревізії.

Під час прихованого прокладання каналізаційних стояків у місцях встановлення ревізій роблять люки розмірами не менш ніж $0,3 \times 0,4$ м. Згідно з рекомендаціями [24, п.19.5] стояки з'єднують із збірними горизонтальними ділянками або випусками, використовуючи косий трійник і відвід 135° , два відводи 135° або видовжений відвід 90° , тобто ті фасонні частини, які забезпечують плавний перехід вертикального потоку рідини в горизонтальний.

Згідно з рекомендаціями [24, п.19.17] каналізаційні стояки мають витяжну частину, яка виходить за межі даху будинку на 0,3–0,5 м в звичайних умовах і на 3 м, якщо дах експлуатується. Вентиляція зовнішньої каналізаційної мережі і захист гідрозатворів від відсмоктування води («зриву гідрозатвору») забезпечується наявністю витяжної частини. Якщо треба зменшити кількість перетинів покрівлі будинку, для декількох стояків влаштовують одну спільну витяжну частину.

Витяжна частина стояків повинна бути віддалена по горизонталі від вікон чи балконів, що відкриваються, на відстань не меншою, ніж 4 м.

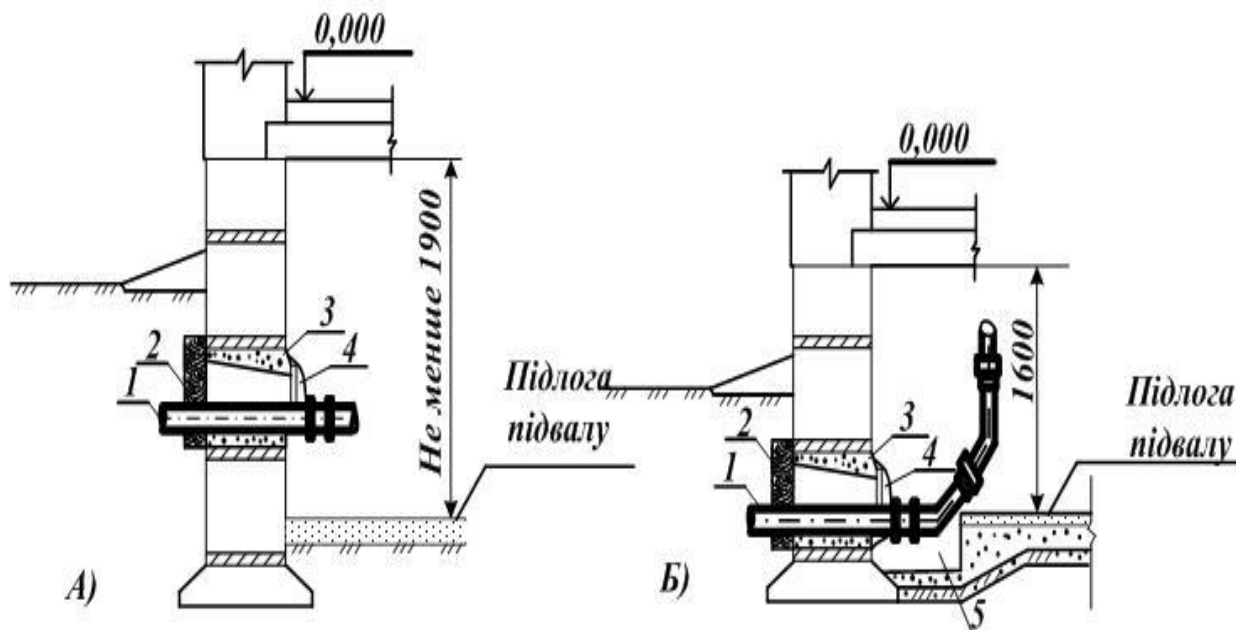
Для невентильованого каналізаційного стояка влаштовується прочистка, що встановлюється в розтруб прямого відводу хрестовини або трійника найвище розташованого приладу.

У підвалах, технічному підпіллі або каналах прокладають збірні горизонтальні каналізаційні трубопроводи, які об'єднують стояки і випуск. Рекомендується об'єднувати у групи всі каналізаційні стояки будинку. Для кожної групи проектується один випуск. Всі випуски направляють за межі стін дворових фасадів і підключають до дворової каналізації. Під час обґрунтування дозволяється проектувати один загальний торцевий випуск.

Мінімальну глибину випуску приймають на 0,3 м вище глибини промерзання ґрунту, але не менше 0,7 м до верху труби. Згідно із [24, п.19.29] довжина випуску, що приймається від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя, повинна бути не більшою 6 м при діаметрі труби 50 мм і не більшою 8 м при 100 мм і більше.

Передбачати отвори у фундаменті у місцях перетину фундаментів будинку з випуском: 0,3 м для діаметрів 50–100 мм і 0,4 м для діаметрів 125–150 мм). Відстань від верху труби до верху отвору повинна бути не меншою за 0,15 м. Після прокладання труб отвори замоноличують м'якою глиною з дрібним щебенем.

До зовнішньої мережі випуски необхідно під'єднувати «шелига в шелигу» або з влаштуванням перепаду. Діаметр випуску визначають за розрахунком, але приймають не меншим за діаметр найбільшого із стояків, що приєднані до цього випуску.



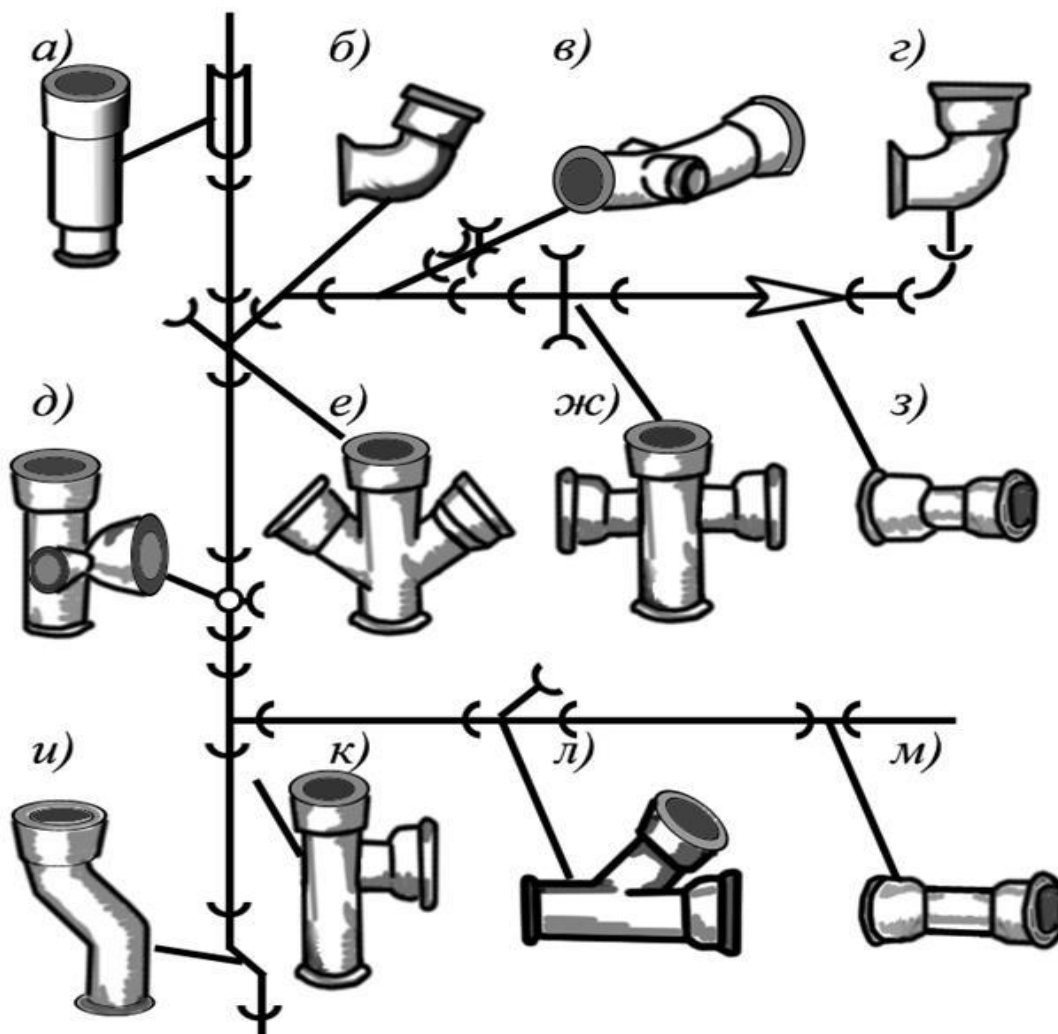
1 – каналізаційний випуск; 2 – глиняний замок; 3 – залізобетонний блок для пропуску випуску; 4 – захист із поліетиленової плівки; 5 – прямик

Рисунок 1.2.1.13 – Улаштування герметизації каналізаційного випуску: А) вище підлоги; Б) нижче рівня підлоги

Згідно із [24, п.19.8] для мереж внутрішньої каналізації використовують чавунні, пластмасові, азбестоцементні, керамічні, бетонні та, в окремих випадках, скляні й сталеві труби. У житлових будинках використовують переважно чавунні й пластмасові труби. Чавунні каналізаційні труби діаметром 50, 100, 150 мм випускають довжиною 0,5–2,2 м.

Для захисту труб від агресивної дії стічних вод їх поверхню покривають антикорозійним захистом. Чавунні труби з'єднують за допомогою розтрубів. Кільцевий простір розтрубу герметизують просмоленним пасмом і азбестоцементом або асфальтовою мастикою. Для герметизації стику можуть використовувати також розплавлену сірку з каоліном, гумові кільця або цемент. Під час монтажу каналізаційних мереж використовують різні фасонні частини (рис. 1.2.1.14).

Для відводу агресивних стоків з температурою не вище 40–60°C. у господарсько-побутових системах та виробничих будівлях застосовують пластмасові каналізаційні труби, які з'єднують за допомогою муфт або розтрубів і, крім того, стики можуть зварюватись або склеюватись. З'єднувальні пластмасові фасонні частини за конфігурацією і переліком подібні до чавунних.



а – компенсаційні прості патрубки; *б* – відводи; *г* – коліна; *в, д, ж, є* – хрестовини; *к, л* – трійники; *з* – патрубки перехідні; *и* – відступи; *м* – муфти

Рисунок 1.2.1.14 – Фасонні каналізаційні частини

Для прокладання зовнішніх або внутрішніх виробничих мереж застосовують керамічні каналізаційні, азбестоцементні, бетонні та залізобетонні труби. Скляні труби використовують у внутрішній каналізації лише для транспортування агресивних стоків (наприклад, травильні розчини металообробки).

Сталеві (неоцинковані) труби можуть використовуватись для відводу стічних вод від питних фонтанчиків, умивальників та технологічного обладнання у виробничих приміщеннях.

1.2.1.4 Для уникнення затоплення квартири треба підтримувати в належному стані санітарно-технічне обладнання та виконувати своєчасний ремонт внутрішніх каналізаційних мереж. Мережі внутрішньої каналізації перед

прийняттям в експлуатацію випробовують проливом води шляхом одночасного відкриття 75% санітарних приладів, що підключені до ділянки, яка перевіряється. Якщо під час огляду ділянки не виявлено протікання води через стінки трубопроводів і місця з'єднань, ділянка витримала випробування. Відвідні трубопроводи каналізації та випусків, що прокладені в землі чи підпільних каналах, випробовуються до їх закриття шляхом наповнення водою до рівня підлоги першого поверху.

Головною задачею експлуатації системи внутрішньої каналізації є попередження та усунення порушень роботи системи. До порушень роботи каналізації відносять [5]: засмічення гідрозатворів і трубопроводів, пошкодження трубопроводів і санітарно-технічних приладів, витoki через зливні бачки, замерзання води в трубах, проникнення газів з каналізації в приміщення.

Засмічені гідрозатвори і трубопроводи промивають гарячою водою або спеціальними розчинами, прокачують вантузами або прочищають гнучкими валами, тросами, йоржами. Для прочищення пластмасових труб металеві засоби не застосовують: прочистку виконують за допомогою поліетиленової труби діаметром до 25 мм, або жорстким гумовим шлангом. Для видалення забруднень з пляшкоподібного сифона знімають нижню кришку. Для прочистки відвідних трубопроводів і стояків використовують ревізії або прочистки. Випуски, як правило, прочищають через оглядові колодязі. У приміщення з системи під час пошкодження каналізаційних труб проникають гази. Треба запобігати їх проникненню з каналізації в приміщення, тому що каналізаційні гази токсичні і за певних концентрацій вибухонебезпечні. Перед введенням в експлуатацію водостоків їх випробовують шляхом наповнення їх водою до водоприймальної воронки (протягом 10 хв не повинно бути витоків води). Під час експлуатації воронок звертають увагу на герметичність їх кріплення. Водостоки рекомендується прочищати зверху через воронку і знизу через ревізії восени і весною. За можливістю в теплу пору року здійснюють ремонт гідроізоляції. Під час експлуатації сміттєпроводи оглядають один–два рази на місяць: перевіряють герметичність закриття клапанів, дію вентиляції, наявність комах. Якщо виявляють недоліки, їх терміново усувають. Наповнені контейнери повинні своєчасно, але не рідше одного разу на добу, замінюватись порожніми. Не допускається розсипати сміття по підлозі. Всі елементи сміттєпроводів повинні утримуватись у чистоті. Спеціалізовані бригади повинні здійснювати нагляд за системами внутрішньої каналізації. Ці заходи підвищують технічний рівень експлуатації і продовжують термін користування санітарно-технічними системами. Найчастіші характерні порушення роботи внутрішньої каналізації та способи їх усунення наведені в табл. 1.2.1.1.

При виконанні робіт з усунення недоліків слід враховувати розміщення газових комунікацій в будівлях та виконувати будь-які дії лише після відключення газопостачання [21].

Таблиця 1.2.1.1 – Характерні порушення роботи внутрішньої каналізації та способи їх усунення [10]

Порушення в роботі	Причини	Заходи для усунення
Засмічення сантехнічних приладів	Засмітився сифон чи відвідний трубопровід	Прочистити гарячою водою або розчинами сифон чи відвідну трубу
	Діаметр відвідної труби не відповідає приладу	Замінити випуск та відвідну трубу
	Пошкоджена відвідна труба	Полагодити або замінити відвідну трубу
Засмічення трубопроводів	Засмітився трубопровід	Промити гарячою водою та прочистити гнучким шлангом
Пошкодження санітарно-технічних приладів	Механічне пошкодження	Замінити прилад
Витоки води із зливних бачків в унітаз	Невідрегульовано положення поплавка	Відрегулювати положення клапану
	Наявність тріщин в поплавку	Замінити поплавок
	Негерметично посажений клапан на прокладку	Герметично посадити клапан
Витоки з трубопроводів	Нещільне розтрубне з'єднання	Забезпечити щільність з'єднання
	Немає прокладки під кришкою ревізії	Встановити прокладку
	Тріщини в трубі	Встановити хомути, герметичний пластр
Проникнення каналізаційних газів у приміщення	Витяжна труба не працює	Прочистити витяжну частину стояка
	Випарувалась вода з водяних затворів сифонів	Перед від'їздом залити кілька крапель масла у затвор сифонів

? Питання для самоконтролю

1. За якими ознаками класифікують системи внутрішньої каналізації?
2. Яке обладнання використовується для приймання стічних вод?

3. З яких елементів складається система внутрішнього водовідведення?
4. Які матеріали застосовують для виготовлення каналізаційних трубопроводів?
5. Як забезпечується вентиляція каналізаційних стояків?
6. Чому дорівнює глибина розташування каналізаційних випусків?



Тема.1.2.2. Розрахунок систем внутрішньої каналізації

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ гідравлічного розрахунку внутрішніх каналізаційних мереж, набуття навичок з визначення необхідної глибини прокладання трубопроводів; засвоєння головних вимог при проєктуванні каналізаційної мережі.

План

- 2.2.1 Гідравлічний розрахунок системи внутрішньої каналізації будівель.
- 2.2.2 Особливості внутріквартильної каналізаційної мережі.
- 2.2.3 Визначення заглиблення каналізаційних мереж.
- 2.2.4. Вимоги при проєктуванні каналізаційної мережі.



Ключові терміни: швидкість самоочищення; гідравлічний розрахунок; розрахункова витрата; пропускна здатність; дворова каналізаційна мережа.

1.2.2.1 Гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі полягає в тому, щоб для відомих витрат води підібрати діаметр труб і уклони, при яких швидкість руху була б достатньою для транспортування забруднень.

Гідравлічний розрахунок системи внутрішнього водовідведення ведеться за максимальною витратою: за загальних витрат холодної та гарячої води на відповідній ділянці водопровідної мережі $q^{tot} \leq 8$ л/с за формулою

$$q^S = q^{tot} + q_0^S \quad (1.2.2.1)$$

В інших випадках при $q^{tot} > 8$ л/с:

$$q^S = q^{tot}, \quad (1.2.2.2)$$

де q^{tot} – загальна витрата холодної та гарячої води на розрахунковій ділянці;

$$q^{tot} = 5\alpha q^{tot}, \quad (1.2.2.3)$$

q_0^S – розрахункова витрата, (1.6 л/с для унітазів).

Швидкість руху стічної води приймається не меншою, ніж швидкість самоочищення: $v \geq 0,7 \text{ м/с}$, відносно наповнення каналізаційних трубопроводів h/d не менше, ніж 0,3 м. На кожній розрахунковій ділянці перевіряється умова:

$$v \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (1.2.2.4)$$

де $K = 0,5 \text{ м}$ – для трубопроводів із пластмаси та скла і $0,6 \text{ м}$ – для трубопроводів з інших матеріалів.

Якщо умова не виконується, на ділянці необхідно передбачити прочистку. Для санітарних приладів, що зустрічаються найчастіше, значення величини q_0 такі: для умивальників – $0,15 \text{ л/с}$, для мийок – $0,6 \text{ л/с}$, для ванн – $0,8\text{--}1,1 \text{ л/с}$, для унітазів зі зливним бачком (краном) – $1,6 (1,1) \text{ л/с}$.

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

У тих випадках, коли виконати умови (2.4) неможливо через недостатню величину витрат стічних вод, ділянки мережі є безрозрахунковими; їх слід прокладати з уклоном $0,03$ при діаметрах труб $40\text{--}50 \text{ мм}$ і $0,02$ – при діаметрі труб $85\text{--}100 \text{ мм}$.

У житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 85 або 100 мм , а від решти санітарних приладів 40 або 50 мм . Уклони приймають такими, як і для безрозрахункових ділянок, коли не виконується умова (2.4).

Діаметри вентильованих каналізаційних стояків визначають за [2, табл. 10-16] залежно від величини розрахункових витрат стічних вод і найбільшого діаметру поверхового відвідного трубопроводу. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднуються до цього стояка. Якщо у будинку є невентильовані стояки, то конструктивні розміри таких стояків та їх пропускну здатність слід визначати за табл. 1.2.1.1.

1.2.2.2. Система каналізаційних трубопроводів, через яку стоки з внутрішньої каналізації відводяться у вуличні мережі, залежно від розташування

трубопроводів на території населеного пункту чи підприємства називається дворовою, квартальною або заводською мережею.

Дворова мережа проектується для одного або декількох будинків, квартальна – для значно більшої групи будинків у межах кварталу, а заводська прокладається на території підприємства.

Трубопроводи каналізаційної мережі прокладають паралельно будинкам, об'єднуючі всі випуски внутрішніх каналізаційних мереж цих будинків. Відведення стічних вод здійснюється за найкоротшою відстанню по напрямленню до контрольного колодязя. Каналізаційні мережі збираються із стандартних труб, з'єднаних між собою. Для улаштування дворових, квартальних та заводських мереж застосовують керамічні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні і пластмасові труби. За особливих умов (наприклад, просідні ґрунти) використовують металеві труби. Колодязі встановлюють в місцях приєднання випусків, відгалужень, змінення діаметрів, повороту ліній та при улаштуванні перепадів.

На прямих довгих ділянках оглядові колодязі розміщуються на відстанях не більше, ніж 35 м (при діаметрах $d = 150$ мм) і 40-50 м (при $d > 150$ мм). Для контролю якості стічних вод в кінці дворової мережі на відстані 1.5 – 2 м від межі ділянки розміщують контрольний колодязь.

Каналізаційна мережа декількох будинків при наявності збірного трубопровода може бути приєднана без улаштування контрольного колодязя.

Колодязі виконують з цегли або збірних залізобетонних елементів діаметром $d = 700$ мм ($d < 200$ мм; $h < 2$ м), в інших випадках приймається діаметр колодязя $d = 1000 - 1200$ мм та більше.

Основи проектування дворової каналізаційної мережі:

- вибрати варіант трасування та позначити місця розташування колодязів;
- визначити диктуючі колодязі;
- вибрати матеріал труб;
- виконати гідравлічний розрахунок мережі;
- визначити глибини колодязів та накреслити поздовжній профіль каналізаційної мережі.

Трасування каналізаційних мереж залежить від рельєфу місцевості, напрямлення руху стічної води в колекторі зовнішньої міської мережі, розташування будинків та їх каналізаційних випусків, інших підземних комунікацій (газу, води, електроенергії). Трубопроводи прокладають за ухилом місцевості, який забезпечує рух стічної води із швидкістю, не нижче, ніж швидкість самоочищення. Відстань каналізаційного трубопроводу від фундаменту будівель приймається не меншою, ніж 3 м при сухих ґрунтах та не меншою, ніж 5 м при мокрих ґрунтах. Повороти труб, бокові приєднання виконуються під тупими кутами. Труби між колодязями повинні бути одного діаметру, мати загальний ухил, не мати перегибів. На заглиблення мережі впливають глибина

промерзання ґрунту; довжина і глибина випусків, враховується необхідність захисту від динамічних навантажень.

Деякі з можливих варіантів трасування дворової каналізаційної мережі показані на рис.1. 2.2.1.

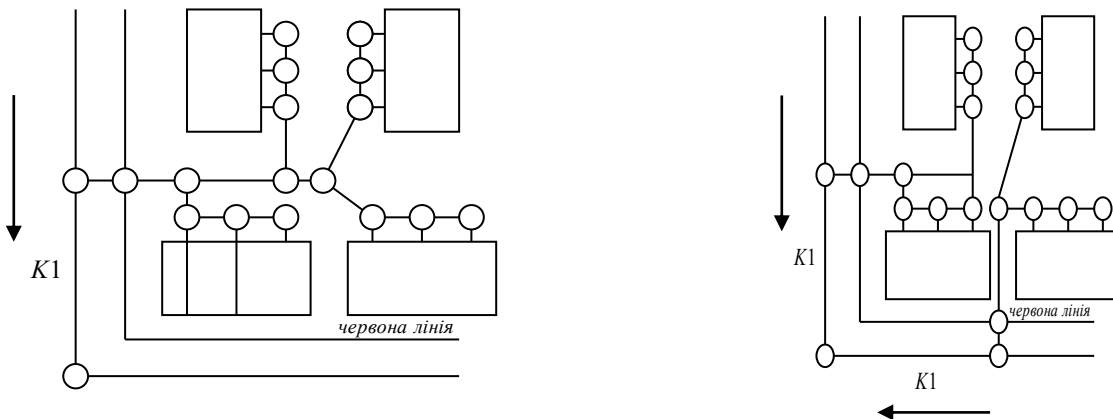


Рисунок 1.2.2.1 - Схема варіантів трасування дворової каналізаційної мережі

Диктуючими колодзями слід вважати ті, до яких приєднуються випуски з будинків з мінімальним та максимальним заглибленням. Максимальне заглиблення має колодязь, до якого приєднується найбільш заглиблений випуск.

1.2.2.3 Заглиблення труб в значній мірі впливає на вартість і строки будівництва каналізаційних мереж.

При відсутності даних про експлуатацію каналізації на території будівництва чи в аналогічних умовах, найменше заглиблення лотка труб при їх діаметрі до 500 мм приймається на 0,3 м менше найбільшої глибини промерзання ґрунту для даної території, а при більших діаметрах – на 0,5 м, але не менше 0,7 м до верху труби. З урахуванням того, що температура стічних вод не опускається нижче 7°C навіть у найхолодніший період року, допускається розміщення каналізаційних труб у шарі промерзлого ґрунту.

Мінімальне заглиблення – для труб дворової квартальної мережі приймається 0,7 м, вуличних міських мереж – 1,5 м до верху труби.

На рис. 1.2.2.2 показана схема визначення початкової глибини вуличної мережі за формулою:

$$H = h + i(L + l) - (z_2 - z_1) + \Delta d, \quad (1.2.2.5)$$

де h – найменше заглиблення труби у колодязі дворової мережі, що найбільше віддаленні і не вигідно розташовані, м;

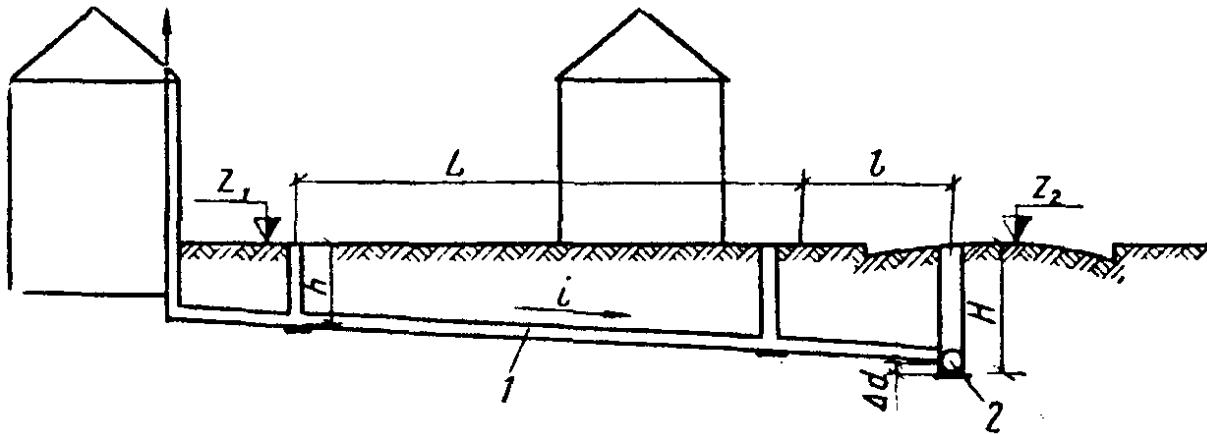
i – уклон труб дворової або квартальної мережі;

$(L + l)$ – довжина дворової або квартальної мережі від місця під'єднання до вуличної мережі до найвіддаленого колодязя, м;

z_1, z_2 – відмітки поверхні землі відповідно біля колодязя на вулиці і

найвіддаленішого дворового колодязя, м;

Δd – різниця в діаметрах труб вуличної і квартальної мережі, м.



1 – внутрішня квартальна мережі; 2 – вулична мережа

Рисунок 1.2.2.2 – Схема визначення початкової глибини вуличної мережі:

Для напірних трубопроводів відстань в плані між трубопроводами і підземними частинами фундаментів приймається не меншою, ніж 5 м, для самотливних – 3 м. Ця відстань при відкритому способі будівництва визначається за формулою (рис. 1.2.2.3).

$$L = h / \operatorname{tg} \alpha + b / 2 + 0,5, \quad (1.2.2.6)$$

де h – відстань по висоті між підшоною фундаменту та лотком труби;

$\operatorname{tg} \alpha$ – кут відкосу ґрунту;

b – ширина траншеї, м.

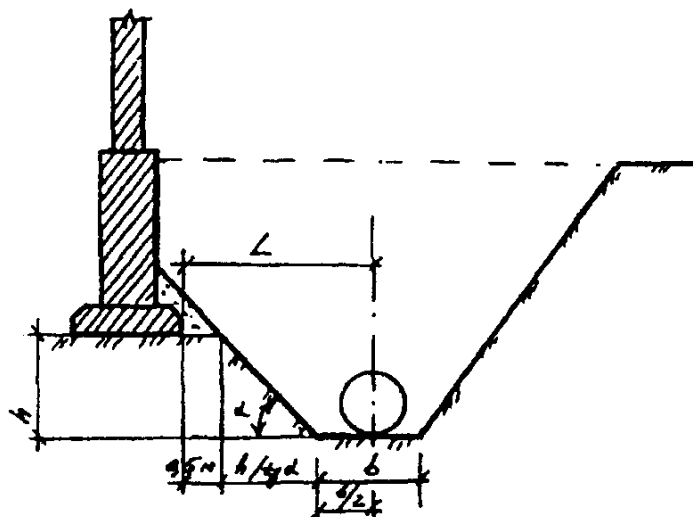


Рисунок 1.2.2.3 - Схема визначення відстані між фундаментом будівлі та водовідводним трубопроводом

1.2.2.4 При перетинах з водопроводом каналізаційна мережа прокладається нижче від водопроводу не менше, ніж на 0,4 м. Відстані до інших підземних комунікацій приймаються:

- до теплотрас – 1,0 – 1,5 м;
- до ліній електропередач більше 35кВ – 10 м;
- до ліній електропередач нижче 35 кВ – 5 м;
- до дерев цінних пород – 2,0 м;
- до бортового каменя автодоріг – 1,5 м;
- до залізничних колій загальної мережі – 4 м;
- до трамвайних колій – 1,5 м;
- до підшви насипу – не менше глибини траншеї.

Мінімальна відстань між каналізаційною мережею та газопроводом при паралельному прокладанні приймається в залежності від тиску на газопроводі:

- при високому тиску до 1,2 МПа – 5,0 м;
- при високому тиску до 0,6 МПа – 2,0 м;
- при середньому тиску до 0,3 МПа – 1,5 м;
- при низькому тиску до 5К Па – 1,0 м.

Не тільки правильний гідравлічний розрахунок, але і правильне конструювання окремих елементів забезпечують нормальні гідравлічні роботи каналізаційної мережі. При проектуванні мереж водовідведення необхідно виконувати наступні умови:

1) необхідно влаштовувати колодязі в місцях зміни напрямку трубопроводів в плані (на поворотах) або на профілі (при зміні уклону), в місцях приєднання відгалужень;

2) з'єднання труб і лотків у колодязях роблять у вигляді відкритих лотків;

3) труби і канали в колодязях необхідно з'єднувати по верху труб (шелигах) або за рівнями води (рис.1.2.2.4). При однаковому діаметрі труб рекомендується з'єднання за рівнями води, при різних діаметрах – по верху труб. Коли діаметр трубопроводу на наступній ділянці менший за попередній, сполучення трубопроводів виконується „лотками”. Якщо необхідно виконати приєднання безрозрахункових ділянок внутрішньоквартальних та дворових мереж до вуличних, застосовується сполучення за схемою «лоток труби – рівень води».

Діаметр і уклон труб дворової та квартальної каналізації визначають за розрахунком, але приймають діаметри труб не менше 150 мм для господарсько-побутової каналізації і не менше 200 мм – для дощової та загальносплавної. На ділянках між колодязями прокладають труби одного діаметру з постійним уклоном без переломів. Труби різних діаметрів з'єднують у колодязях “шелига в шелигу”, тобто верх труб знаходиться на одному рівні. Початкова глибина закладання дворової мережі визначається глибиною випуску в колодязі.

Колодязі на мережах влаштовують у місцях приєднання випусків з будинків, приєднань бокових підключень, зміни діаметра і уклону труб, повороту

лінії в плані та під час перепадів.

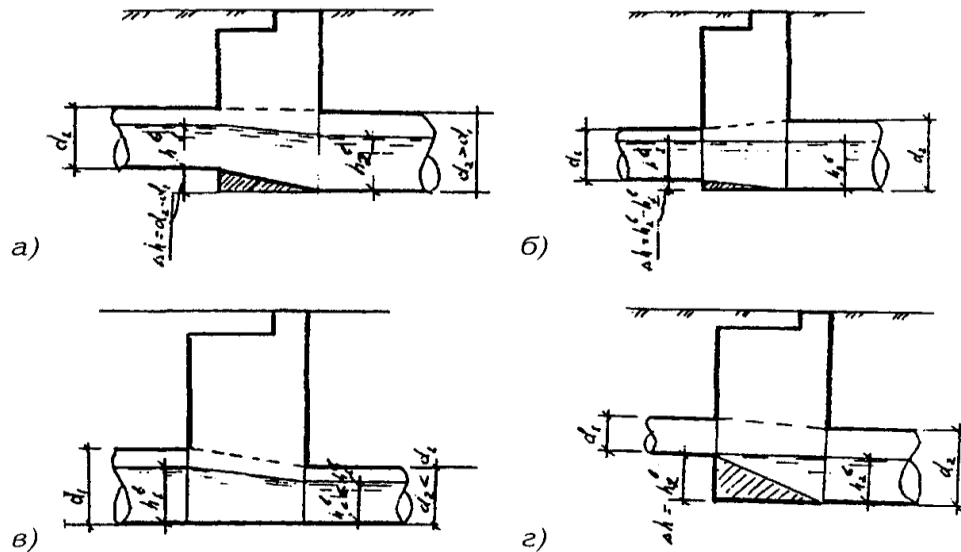
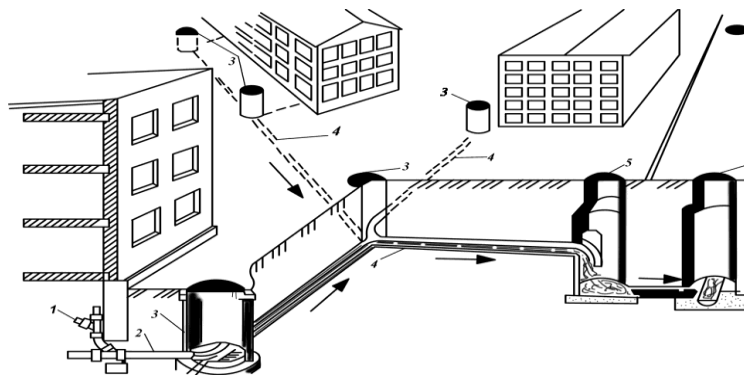


Рисунок 1.2.2.4 – Схеми з'єднання труб: а) по верху труб; б) за рівнями води; в) лотками; г) лоток – рівень води.

Оглядові колодязі розташовують на прямих ділянках на віддалі один від одного не більше 35 м за діаметру труб 150 мм і 40–50 м – за діаметру труб більше 150 мм. Для контролю за складом стічних вод, що скидаються в міську каналізацію, в кінці дворової каналізації на відстані 1,0–1,5 м від червоної лінії забудови влаштовують контрольний колодязь. Досить часто в ньому роблять перепад, оскільки заглиблення вуличного колектора, як правило, значно більше, ніж дворових мереж (рис. 1.2.2.5).



1 – прочистка; 2 – випуск; 3 – дворовий колодязь; 4 – дворові мережі; 5 – контрольний колодязь; 6 – колодязь вуличної мережі

Рисунок 1. 2.2.5 – Улаштування дворової каналізаційної мережі

? Питання для самоконтролю

1. В чому полягають основні принципи проектування дворових каналізаційних мереж?
2. Як визначити початкову глибину закладання вуличної мережі?
3. Як розрахувати відстань між фундаментом будівлі та відвідним трубопроводом?
4. Які вимоги слід виконувати при проектуванні каналізаційних мереж?
5. Які схеми з'єднання каналізаційних труб застосовуються?

Розділ 1.3 Основи проектування елементів зовнішньої системи водовідведення



Тема 1.3.1 Водостоки будівель, системи сміттєвидалення та перекачування стічних вод

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ гідравлічного розрахунку внутрішніх каналізаційних мереж, набуття навичок з визначення необхідної глибини прокладання трубопроводів; засвоєння головних вимог при проектуванні каналізаційної мережі.

План

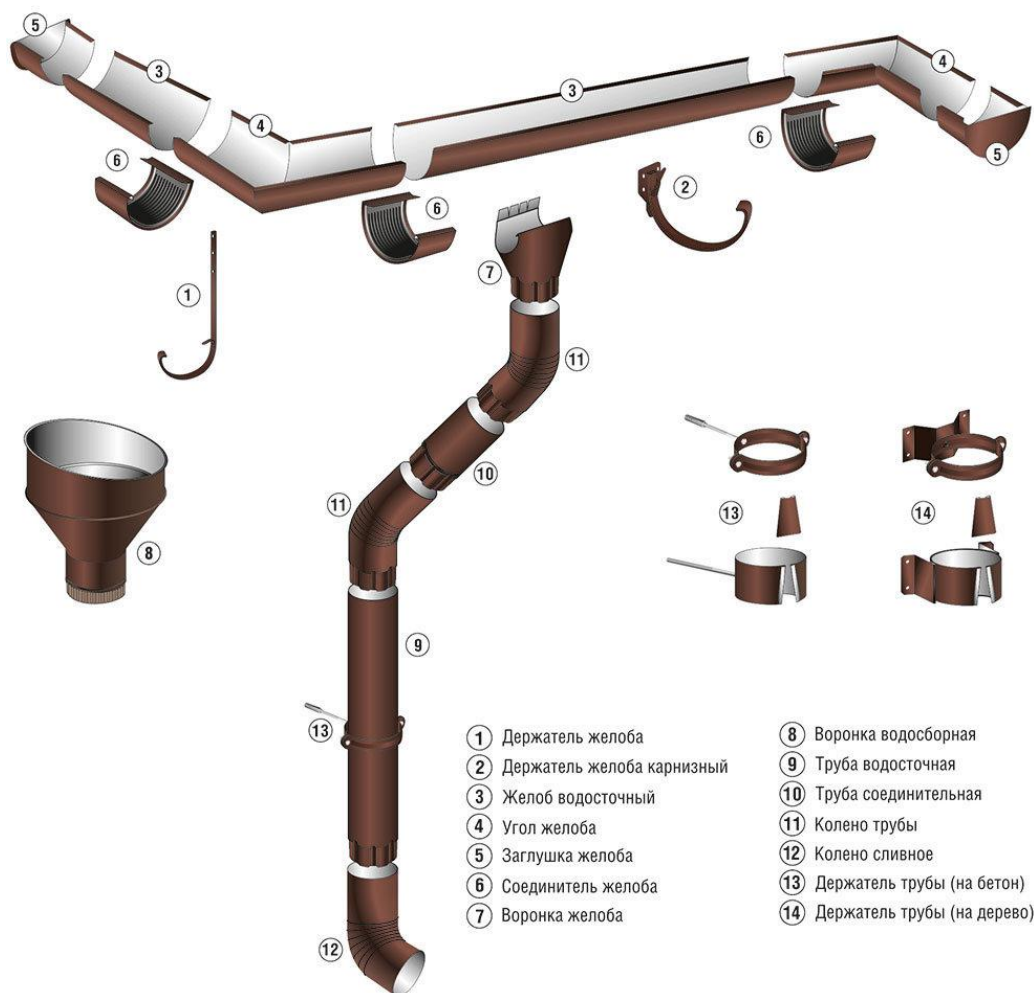
- 1.3.1.1 Водостоки будівель.
- 1.3.1.2 Установки для очистки та перекачування стічних вод.
- 1.3.1.3 Система сміттєвидалення.



Ключові терміни: водостоки; гідравлічні воронки; фільтрувальні траншеї; септики; сміттєпроводи.

1.3.1.1 Дощові і талі води відводяться з даху будинку неорганізовано з вільним скиданням води по звісах карнизу та організовано шляхом скидання води через зовнішні та внутрішні водостоки (рис.1. 3.1.1).

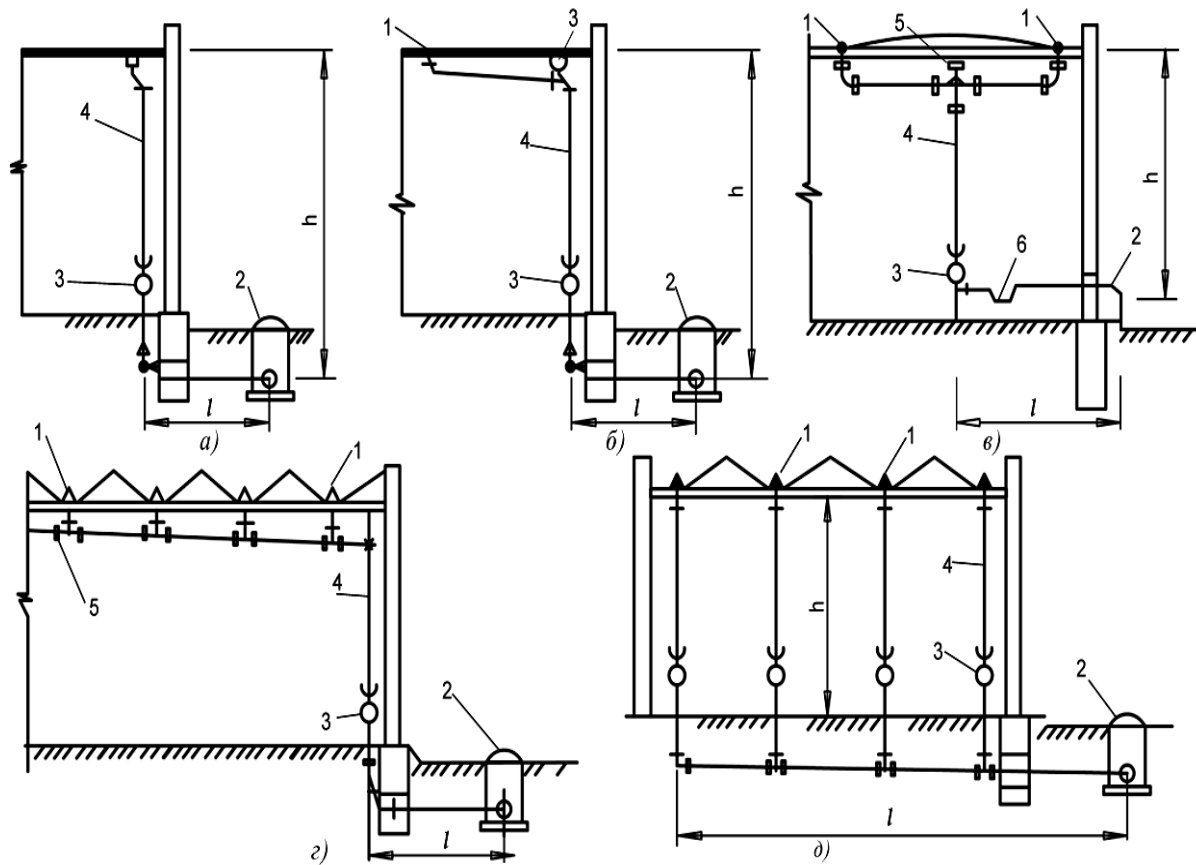
Труби і деталі до жолобів і водостічних труб виготовляють з оцинкованої сталі або пластмаси. При влаштуванні водостоків випуск зовнішніх водостічних труб повинен бути вище тротуару або вимощення на 0,2 м. Під час влаштування відкритих випусків слід передбачати заходи щодо запобігання розмиву поверхні ґрунту біля будинку.



1 – удержувач жолобу; 2 – карнизний удержувач; 3 – жолоб водостічний; 4 – кут жолобу; 5 – заглушка; 6 – з'єднувач; 7, 8 – воронка; 9 – труба водостічна; 10 – труба з'єднуюча; 11 – коліно; 12 – зливне коліно; 13, 14 – удержувачі труби

Рис. 1.3.1.1 – Улаштування водостоків будинків

Суттєвим недоліком зовнішніх водостоків є обмерзання у зимові періоди, при цьому талі води відводяться з даху не повністю, що призводить до замокання та руйнування будівельних конструкцій. Більш надійними в роботі є внутрішні водостоки (рис. 1.3.1.2, 1.3.1.3), конструкція яких складаються з таких елементів: водостічних воронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та очищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів). Вода з внутрішніх водостоків може відводитись на вимощення будинків (відкриті випуски) або в мережі дощової чи загальносправної каналізації (закриті випуски). Відвід води з системи внутрішніх водостоків у мережу побутової каналізації забороняється.



1 – водостічна воронка; 2 – колодязь на випуску; 3 – ревізія; 4 – водостічний стояк; 5 – прочистка; 6 – гідрозатвір; 7 – відкритий випуск

Рисунок 1.3.1.2 – Схеми внутрішніх водостоків:

а – система з однією воронкою на стояку; *б* – система з однією воронкою на стояку та підвісним трубопроводом; *в* – система з двома воронками, які розташовані симетрично відносно стояка; *г* – система з декількома воронками і самопливним підвісним трубопроводом; *д* – система з декількома воронками і самопливним підпільним трубопроводом

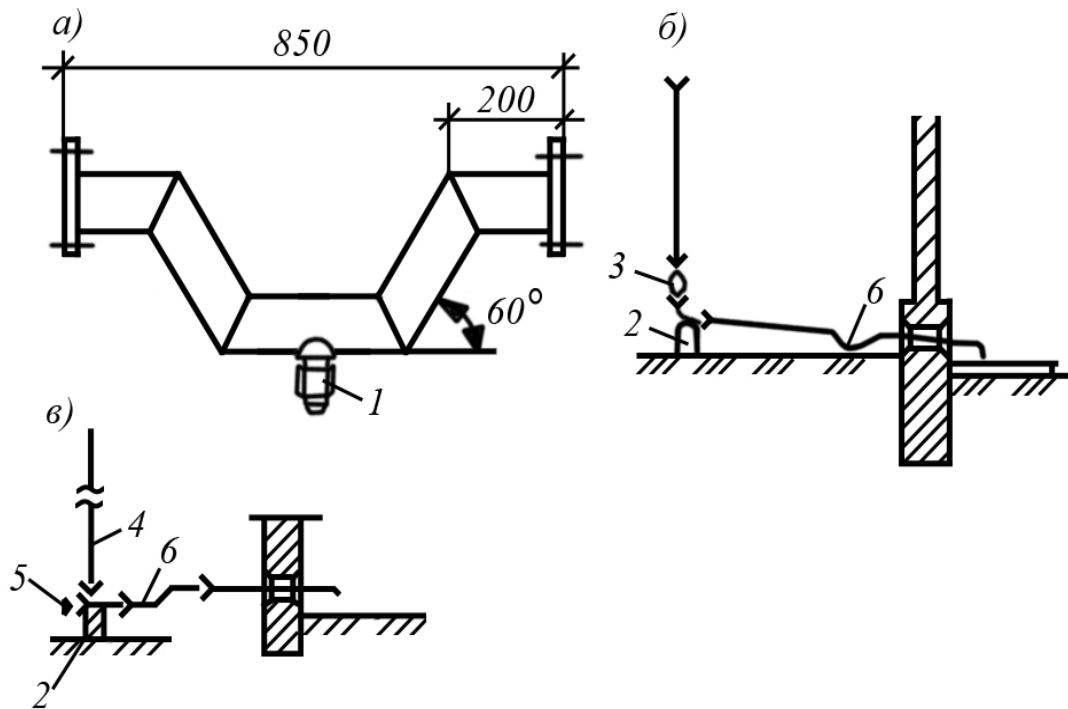
Для запобігання надходженню в зимовий період охолодженого повітря і промерзанню водостоків на відкритих випусках водостоків встановлюють гідрозатвори. Гідрозатвори висотою 100 мм встановлюють у приміщеннях з температурою не нижче 5°C. Відкритий випуск у місці перетину із зовнішньою стіною повинен мати ізоляцію.

При улаштуванні водостічних воронок (рис. 3.1.4) враховують рельєф даху та водозбірну площу, що припадає на одну воронку.

Розрахункова витрата дощової води:

- для даху з ухилом менше 1,5 % визначається за формулою:

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}; \quad (1.3.1.1)$$



1 – отвір із заглушкою; 2 – упор; 3 – ревізія; 4 – стояк; 5 – прочистка; 6 – гідрозатвір

Рисунок 1.3.1.3 – Схема влаштування відкритого випуску:
а – схема гідрозатвору; *б* – гідрозатвір на сталевому трубопроводі;
в – фасонні частини гідрозатвору (трійник, відступ)

- для даху з ухилом більше 1,5 %:

$$Q = R \cdot \frac{F \cdot q_5}{10000}; \quad (1.3.1.2)$$

де F – площа водозбору, m^2 ;

q_{20}, q_5 – інтенсивність дощу тривалістю 20 та 5 хвилин, $л/с \cdot га$;

R – коефіцієнт, що приймається в залежності від q_{20} , $k = 1$ при $q_{20} < 90$; $k = 1,5$ при $q_{20} > 90$; $k = 2$ при $q_{20} > 150$.

Значення параметру q_{20} в межах України можливо визначити за рис. 1.3.1.4. Розрахункові витрати дощу з водозбірної площі, що припадають на одну водостічну воронку, не повинні перевищувати допустимих величин, які визначаються за паспортними даними прийнятого типу воронки або за відсутності цих даних можливо прийняти: для воронок діаметром 85; 100; 150 та 200 мм, відповідно 4,0; 9,6; 19,5 та 35 $л/с$ [13].

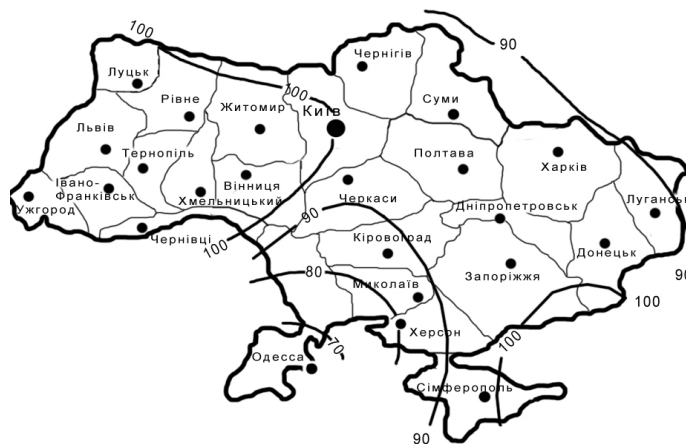
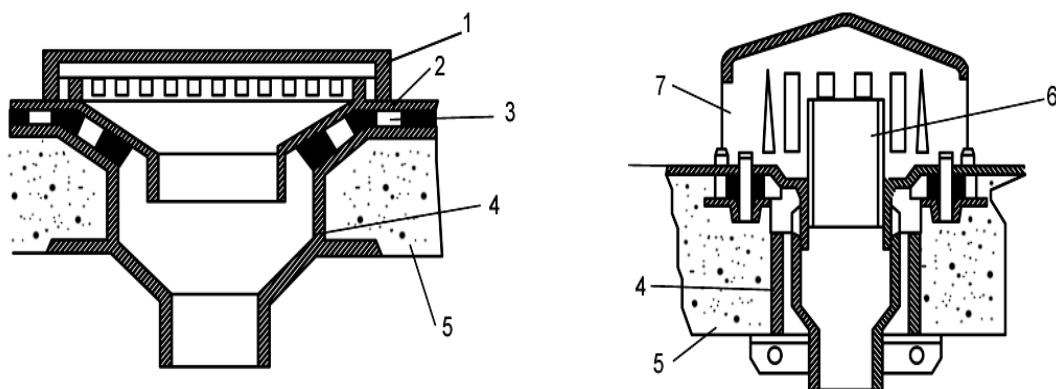


Рисунок 1.3.1.4 – Схема для визначення параметру q_{20} у межах України



1 – решітка; 2 – рама; 3 – гідроізоляція; 4 – корпус; 5 – перекриття; 6 – переливний патрубок; 7 – ковпак

Рисунок 1.3.1.5 - Воронки: *а* – плоска; *б* – ковпакового типу:

Розрахункові витрати дощових вод, які припадають на один водостічний стояк діаметром 85; 100; 150 та 200 мм, не повинні перевищувати відповідно 10; 20; 50 та 80 л/с.

Діаметр стояка, до якого під'єднані один чи декілька підвісних трубопроводів, приймають не меншим за найбільший діаметр підвісного трубопроводу.

Як зазначено у [16, п.14.18], більшість норм сантехніки містять положення щодо запобігання обвалу будівлі конструкція через скупчення води на даху внаслідок засмічення зливової каналізації. У більшості випадків ці обставини вимагають встановлення водостоків переливу або парпетних переливів для скидання води з даху

Систему відвідних трубопроводів розраховують, у самопливному режимі; пропускну здатність трубопроводів визначають з умови їх наповнення $h/d = 0,8$. Мінімальні уклони відвідних трубопроводів приймаються: для підвісних трубопроводів – 0,005; для підпільних – за розрахунком.

1.3.1.2 До скидання в зовнішню мережу на місцевих локальних установках треба очистити виробничі стічні води, які містять багато завислих речовин, жири, масла, кислоти, луги та інші шкідливі речовини, а також стоки з цінними відходами виробництва повинні бути очищені.

В будинку або біля нього проектують місцеві локальні споруди: решітки; піскоуловлювачі; відстійники; жиро-, бензо- та маслоуловлювачі; усереднювачі; нейтралізаційні установки; уловлювачі цінних речовин; установки для обробки осаду та ін. За малої потужності локальні очисні споруди можуть бути заблоковані з основним технологічним обладнанням.

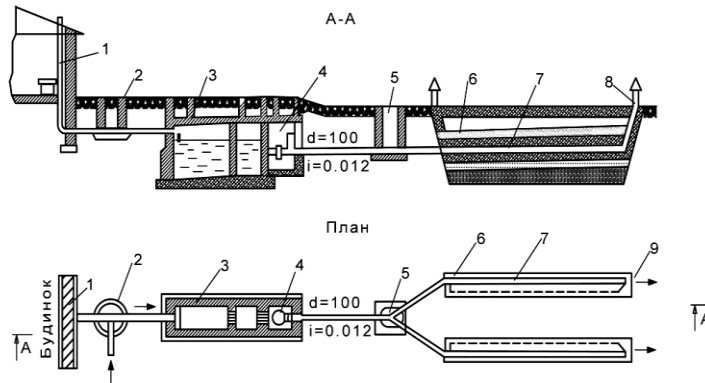
При проектуванні для окремих будівель і споруд локальних каналізаційних споруд малої потужності враховують рекомендації та положення [24]. Для вибору схеми та споруд очищення невеликої кількості стічних вод в приватних будинках, на дачних ділянках, базах відпочинку тощо за відсутності централізованої каналізації користуються типовими рішеннями.

Для повного біологічного очищення невеликої кількості стічних вод використовують септики, фільтрувальні колодязі, траншеї, компактні установки та інші споруди.

Септик – це горизонтальний проточний резервуар, в який подають неочищені стічні води з об'єктів каналізування. Споруда експлуатується протягом чотирьох–шести місяців без очистки. Перегнітий осад періодично один–два рази за рік вивозять на поля як органічне добриво. Але септики мають низку істотних недоліків: споруди проектують великих розмірів, тому що вони розраховані на дво-, тридобовий приплив стічних вод. Крім того, на поверхні споруди утворюється ущільнена товста кірка, що ускладнює експлуатацію септика. Залежно від добової витрати стічних вод визначають повний розрахунковий об'єм септика, кількість та об'єм камер. Септики будують зі збірного залізобетону або цегли, з люками з подвійними кришками. Септики розміщують на відстані 5–20 м від будівель залежно від добової витрати стічних вод.

Для біологічної очистки застосовують фільтрувальні траншеї та фільтрувальні колодязі.

У ґрунтах з малою фільтрацією або зовсім нефільтрувальних ґрунтах (глина, суглинок) будують фільтрувальні траншеї, які мають прямокутну форму (рис. 1.3.1.7), заповнюються фільтрувальним матеріалом 0,8–1,0 м завтовшки, обладнуються мережею зрошувальних і дренажних труб. Зрошувальні труби укладають у шарі гравію або щебеню, на дні влаштовують труби дренажної мережі з похилом 0,005 у бік відведення фільтрату.

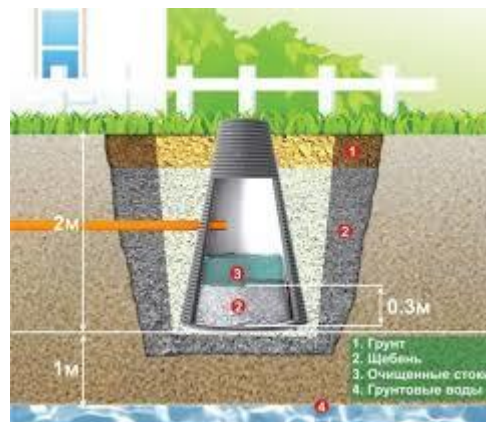
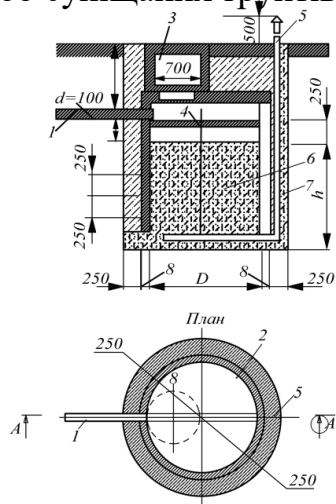


1 – стояк; 2 – колодязь; 3 – септик; 4 – дозувальна камера; 5 – розподільчий колодязь, 6 – фільтрувальна траншея; 7 – зрошувальна мережа; 8 – вентиляційний стояк; 9 – дренажна мережа

Рисунок 1.3.1.7 – Схема очисних споруд із фільтрувальними траншеями

Розміри фільтрувальних траншей приймають з урахуванням витрат стічних вод та навантаження на зрошувальні труби. Навантаження на 1 м зрошувальних труб дорівнює 50–70 л/добу. Довжина фільтрувальних траншей має бути до 30 м, а ширина – не менш ніж 0,5 м.

Для очистки стічних вод витратою до 1 м³/добу при наявності піщаних або супіщаних ґрунтів застосовують фільтрувальні колодязі (рис. 1.3.1.8).



1 – випускна труба із септика; 2 – алізобетонні кільця; 3 – горловина; – розподільний жолоб із зубчатим водозливом; – вентиляційний стояк; 6 – фільтр; 7 – обсіпка; 8 – вентиляційний канал

Рисунок 1.3.1.8 – Фільтрувальний колодязь з круглих залізобетонних кілець

Фільтрувальний колодязь – це шахта круглого або квадратного перерізу до

2,5 м завглибки, діаметром до 2 м, перерізом до 2×2 м. Споруду будують із залізобетону, цегли або бутового каменю. У його нижній частині влаштовують фільтр з гравію, щебеню, коксу або інших фільтрувальних матеріалів до 1 м завтовшки. Ззовні фільтрувальний колодязь обсіпають фільтрувальним матеріалом товщиною шару 20-25 см. На дні і стінках колодязя в межах фільтру роблять отвори діаметром до 30 мм, які розміщені по фільтрувальній поверхні в шаховому порядку через 250 мм. У стінках колодязів з цегли і бутового каменю залишають вертикальні шви до 2 см завширшки, які не заповнені цементним розчином.

Розрахункова площа фільтрувальної поверхні колодязів визначається з урахуванням навантаження стічних вод на 1 м², а також виду ґрунтів. Навантаження на 1 м² фільтрувальної поверхні колодязя для піщаних ґрунтів беруть рівним 80 л/добу, а для супіщаних – 40 л/добу.

Поля підземної фільтрації – земельні ділянки на території з піщаними та супіщаними ґрунтами., в яких на глибині 0,5–1,8 м вище від рівня ґрунтових вод укладено розподільчу та зрошувальну мережі з дренажних керамічних, азбестоцементних або пластмасових труб діаметром 75–100 мм.

Зрошувальну мережу з керамічних труб укладають із щілинами між стиками труб 15–20 мм, зверху їх перекривають накладками з водостійкого листового матеріалу (толю, руберойду тощо). При укладанні зрошувальної мережі з азбестоцементних або пластмасових труб у них знизу вздовж роблять розрізи на відстані до 0,2 м один від одного, довжина розрізів дорівнює половині діаметра труби, ширина – 15 мм. Зрошувальні труби спочатку укладають на шар гравію, щебеню або шлаку 5 см завтовшки, а потім обсіпають на товщину – 17–20 см.

Відстань між паралельними зрошувальними трубами приймають у пісках – 1,5–2,0 м, у супісках – 2,5 м. Труби укладають у піщаних ґрунтах з похилом 0,001–0,003, а в супіщаних – горизонтально. Загальна довжина зрошувальних труб визначається діленням середньодобової витрати стічних вод об'єкта каналізування на норму їх навантаження на 1 м, при цьому довжина зрошувачів не має перевищувати 20 м. Величина навантаження труби залежить від типу ґрунтів, середньорічної температури повітря і глибини найвищого рівня ґрунтових вод [5]. Її визначають при глибині рівня ґрунтових вод 2 м і середньорічній температурі повітря від 6, 1 до 11°C на 1 м дрени: для піску – 24 л/добу, для супісків – 12 л/добу. Очищені в септиках стічні води через дозувальний пристрій надходять у розподільчий колодязь та зрошувальну мережу.

Якщо до зовнішніх каналізаційних мереж не можливо підключатися самопливом, стічні води направляють у збірні резервуари, 3 резервуарів стічні води перекачують насосами в каналізаційну мережу. Резервуари встановлюють зовні будинку і виконують з бетону, залізобетону та цегли з надійною гідроізоляцією. Дозволяється розташовувати збірні резервуари всередині приміщення, коли виробничі стічні води не виділяють шкідливих або

вибухонебезпечних газів. Під час визначення об'єму резервуару враховують графіки притоку і відкачування стічних вод. Як правило, цей об'єм становить приблизно 5–10 % максимального годинного притоку стічних вод.

Для місцевого перекачування стічних вод проектують насосні установки з приймальним резервуаром (рис. 1.3.1.9) або застосовують спеціальні глибинні насоси, які розміщують безпосередньо в колодязях. Рекомендується проектувати систему автоматизованого управління та систему сигналізації, що спрацьовує під час переповнення резервуару. Під час проектування таких насосних установок враховують загальні вимоги щодо проектування каналізаційних насосних станцій [26]. Насосні установки повинні обов'язково мати приточно-втяжну вентиляцію [26]. Насосні агрегати та трубопровідну арматуру розміщують таким чином, щоб забезпечити вільний доступ для монтажних робіт, обслуговування та ремонту.

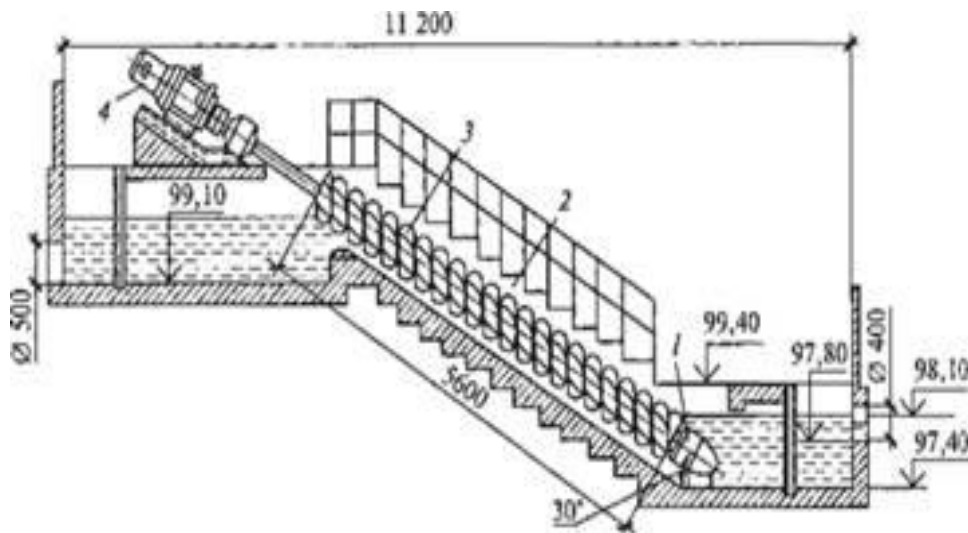
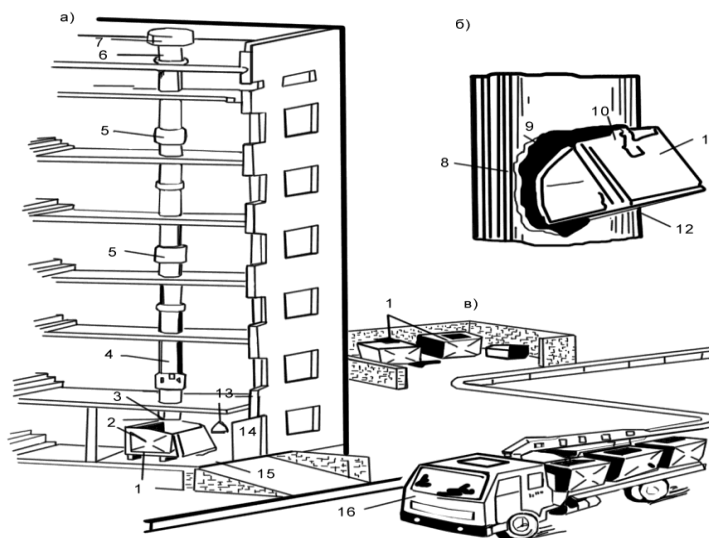


Рисунок 1.3.1.9 - Установка для перекачування стічних вод

1.3.1.3 У житлових будинках кількість твердих відходів в середньому на людину складає 1,5 л, в адміністративних – 0,3 л. З житлових будинках висотою до п'яти поверхів сміття виносять у дворові сміттєзбірні контейнери або безпосередньо на спеціальні автомашини. Сміттєзбірний майданчик має асфальтове або бетоне покриття, його розташовують на віддалі 15–100 м від дверей жилих будинків. Система централізованого видалення сміття в камери влаштовується у багатоповерхових житлових будинках, гуртожитках, готелях. Централізоване сміттєвидалення в будинках буває трьох типів: сухе холодне, сухе гаряче (вогневе) і мокре. Найчастіше проектують сухі холодні сміттепроводи (рис. 3.1.10, а), які складаються з приймальних клапанів 5 та вертикального стовбура 4, під яким розташована сміттєзбірна камера 14, сміття, з контейнера 1, вивозиться спеціальними автомобілями на звалище або на сміттєпереробний завод.



1 – контейнер; 2 – шибер; 3 – кріплення стовбура; 4 – стовбур; 5 – приймальний клапан; 6 – витяжна частина; 7 – дефлектор; 8, 9 – козирки; 10 – ручка; 11 – рухома коробка; 12 – горизонтальна вісь; 13 – раковина; 14 – камера для збору сміття; 15 – трап; 16 – спеціальний автотранспорт

Рисунок 1.3.1.10 – Схема видалення сміття:

а – сміттєпровід; *б* – приймальний клапан; *в* – майданчик для контейнерів

Для прийому сміття і скидання його в стовбур застосовують приймальні клапани (рис. 1.3.1.10, *б*). Відстань від клапана до дверей квартири приймають до 25 м і до 50 м для службових приміщень. Висота встановлення від підлоги до низу клапана – 0,85–1 м. Вертикальний стовбур сміттєпроводу виконують з гладких безнапірних азбестоцементних труб діаметром 400–500 мм. Стовбур встановлюють на сходових клітинах у спеціальних шахтах.

Стики труб повинні бути газонепроникними, вогнестійкими, гладкими, їх число повинно бути не більше, ніж один на поверх. Стики виконують у вигляді насувних муфт з цементуванням. Стовбур відокремлюється від будівельних конструкцій звукоізолювальними прокладками. Зовнішня поверхня азбестоцементних труб обов'язково фарбується.

Для вентиляції системи стовбур виводиться вище даху на 1 м. Витяжна частина стовбура закінчується дефлектором. Площа сміттєзбірної камери приймається не менше 3 м² під час розташування на першому поверсі і не менше 4 м² – у підвалі, висота не меншою 2,2 і 1,5 м відповідно.

Гарячий (вогневий) сміттєпровід відрізняється від холодного тим, що сміття зі стовбура потрапляє в сміттєспалювальну камеру, в якій сміття спалюється один раз на добу в нічний час; решту часу система працює як холодний сухий сміттєпровід. Переваги таких сміттєпроводів в тому, що камера і стовбури добре дезінфікуються. В мокрому сміттєпроводі сміття подрібнюють

спеціальними дробарками, які встановлюють на випусках мийок, розбавляють водою і скидають у каналізацію

? Питання для самоконтролю

1. Який суттєвий недолік мають зовнішні водостоки?
2. З якою метою на відкритих випусках водостоків влаштовують гідрозатвори?
3. Як визначити розрахункову витрату дощової води?
4. В якому режимі розраховують систему відвідних трубопроводів?
5. При яких умовах проєктується система централізованого сміттєвидалення?

Тема 1.3.2 Основи проєктування елементів зовнішньої каналізації

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ проєктування зовнішніх каналізаційних мереж, набуття навичок з визначення розрахункових витрат стічних вод; засвоєння головних вимог при проєктуванні каналізаційної мережі.

План

- 1.3.2.1 Основні дані для проєктування
- 1.3.2.2 Норми та режим водовідведення
- 1.3.2.3 Розрахункові витрати стічних вод
- 1.3.2.4 Основи гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж
- 1.3.2.5 Трасування каналізаційних мереж

 **Ключові терміни:** розрахункова кількість мешканців; коефіцієнт нерівномірності; норма водовідведення; схеми трасування.

1.3.2.1 Розробка проєкту каналізування здійснюється за генеральним планом населеного пункту або підприємства. Крім проєкту генерального плану забудови, необхідні наступні інформаційні дані:

- інформація про чисельність та розміщення населення на перспективу;
- межі території, що каналізується;
- гідрологічні та геологічні дані території;
- метеорологічні дані;
- характеристика природних та інженерно-будівельних умов;
- характеристика благоустрою населеного пункту та санітарна оцінка місцевості.

Розрахункова кількість мешканців N визначається за формулою:

$$N = p \times F, \quad (1.3.2.1)$$

де p – густина населення, чол/га.

1.3.2.2 Витрати побутових стічних вод залежать від норм водовідведення q [26, п.7.1.1, табл. 1] та числа мешканців, які користуються каналізацією. При

визначенні норм водовідведення промислових стоків користуються даними технологів.

Нерівномірність надходження стічних вод в каналізаційну мережу характеризується ступеневим графіком. Розрахункові годинні та секундні витрати визначаються з урахуванням загального коефіцієнту нерівномірності і притоку стічних вод $K_{ген.мах}$ [п. 26, 7.1.6].

Таблиця 1.3.2.1 – Визначення розрахункових витрат

$Q_{сер}, \text{л/с}$	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000
$K_{ген.мах}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

1.3.2.3 Витрати побутових стічних вод визначається за формулами:

- середньодобові, $\text{м}^3/\text{добу}$:

$$Q_{доб} = N \times q / 1000 , \quad (1.3.2.2)$$

- максимальнодобові, $\text{м}^3/\text{добу}$:

$$Q_{макс} = N \times q \times K_{доб} / 1000 , \quad (1.3.2.3)$$

де $K_{доб}=1,1-1,3$ – коефіцієнт добової нерівномірності.

- максимальногодинні, $\text{м}^3/\text{добу}$:

$$Q_{макс.год} = N \times q \times K_{ген.мах} / (24 \times 1000) , \quad (1.3.2.4)$$

- максимальноросекундні, л/с :

$$Q_{макс.с} = N \times q \times K_{ген.мах} / (24 \times 3600) , \quad (1.3.2.5)$$

де N – розрахункова кількість жителів;

q – середньодобова норма водовідведення, л/добу ;

Середньодобові $Q_{доб}^с$, $\text{м}^3/\text{добу}$ і максимальні секундні $q_{макс}$, л/с , витрати виробничих стічних вод, визначають за формулами:

$$Q_{доб}^с = P \times q_в / 1000 , \quad (1.3.2.6)$$

де P – кількість продукції, що випускається за добу.

$$q_{макс} = P_1 \times q_в^n \times K_n / 3600 \times T , \quad (1.3.2.7)$$

де P – кількість продукції, що випускається за добу;

P_1 – те ж за зміну з максимальною продуктивністю;

$q_в^n$ – норма водовідведення виробничих стічних вод на одиницю продукції, м^3 ;

T – тривалість зміни, год;

K_n – коефіцієнт нерівномірності притоку виробничих стічних вод.

На практиці каналізаційні мережі розраховують за максимальними секундними витратами, які зручно рахувати за модулем стоку q_0 , л/(с·га). Модуль стоку – це витрати в л/с, які припадають на 1 га площі забудови:

$$q_0 = q \times P / 86400 \quad (1.3.2.8).$$

Модуль стоку визначають для кожного кварталу. Каналізаційну мережу ділять на розрахункові ділянки – частини каналізаційних ліній між двома точками (колодязями), на яких розрахункові втрати стічних вод приймають постійними.

Розрахункові витрати на ділянці визначають як суму витрат:

- шляхових, які надходять від житлової забудови;
- транзитних, які надходять від розташованих вище кварталів;
- бокових – від бокових ліній, що приєднуються до розрахункових ділянок;
- зосереджених, які надходять від великих споживачів.

1.3.2.4 Самопливні мережі побутової каналізації розраховують на неповне заповнення труб стічними водами, що дозволяє:

а) створити резерв в січенні трубопроводу для витрати, яка перевищує розрахункову;

б) забезпечити вентиляцію мережі;

в) забезпечити умови транспортування завислих нерозчинених забруднень.

Наповнення – це відношення висоти шару води в трубі (h) для діаметра труб (d). В залежності від діаметру труб рекомендується приймати такі розрахункові наповнення труб.

Таблиця 1.3.2.1 – Розрахункові наповнення каналізаційних труб

d , мм	150 – 250	300 – 400	450 – 900	≥ 1000
h/d (не більше)	0,6	0,7	0,75	0,8

Для трубопроводів дощової та загальносплавної каналізації розрахункові наповнення приймаються при максимальних витратах. При розрахунковому наповненні труб побутової каналізації швидкість руху стоків не повинна бути меншою, ніж вказані значення у таблиці 1.3.2.2.

Таблиця 1.3.2.2 – Значення швидкості руху стічної води в побутових каналізаційних мережах

d , мм	150 – 200	300 – 400	450 – 500	600 – 800	900 – 1200	1500
v_{min} , м/с	0,7	0,8	0,9	1,0	1,15	1,3

Максимальні розрахункові швидкості приймаються: для неметалевих труб - не більше 4 м/с; для металевих труб - не більше 8 м/с; для дощової каналізаційної мережі - відповідно 7 та 10 м/с. Найменші ухили: для труб діаметром $D = 150 - 0,003$; $D = 200 - 0,001$; $D = 1250$ та більше - $0,0005$.

1.3.2.5 Трасування каналізаційної мережі – це визначення розташування вуличних колекторів на плані населеного пункту. Перед трасуванням територію, що каналізується, розбивають на басейни, межі яких визначаються за рельєфом місцевості та проектом вертикального планування.

Очисні споруди проєктують нижче населеного пункту за течією потоку із забезпеченням санітарної захисної зони. При трасуванні каналізаційної мережі враховують:

- а) рельєф місцевості для зменшення заглиблення труб;
- б) місце розташування очисних споруд;
- в) місце випуску очищених стічних вод;
- г) прийняту систему каналізації;
- д) характер забудови;
- е) черговість будівництва.

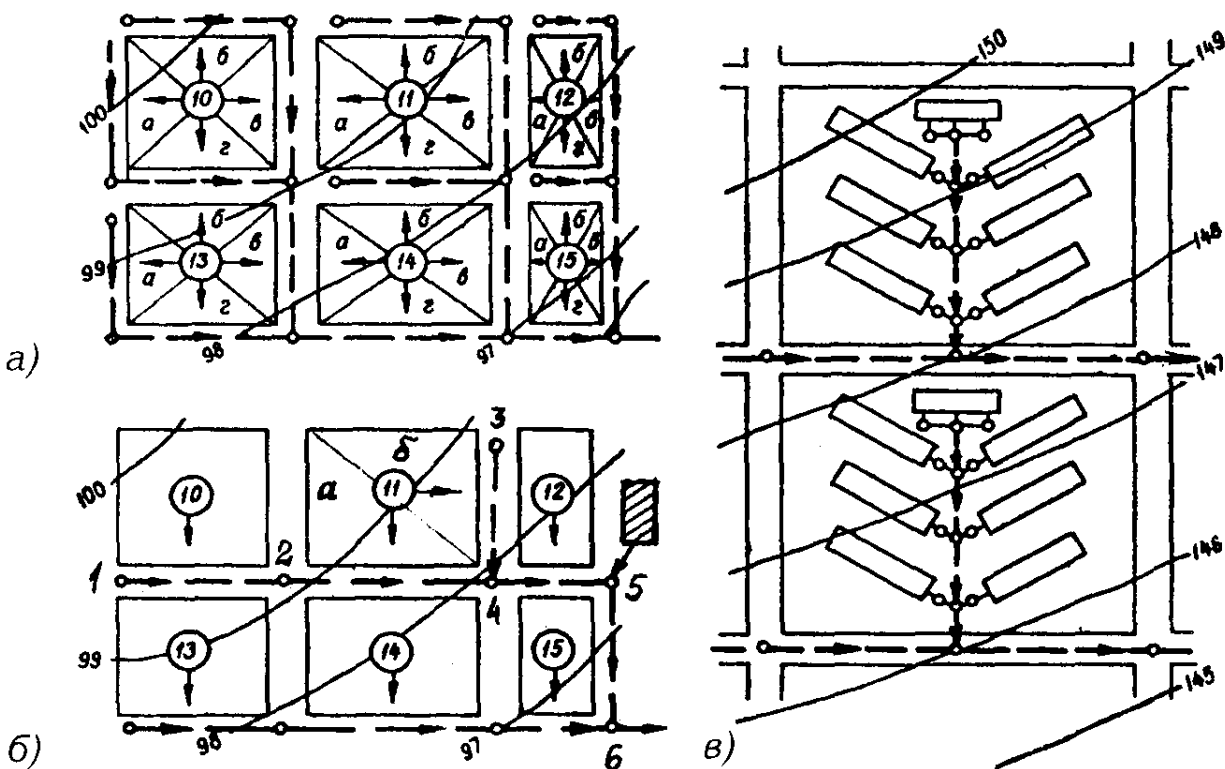
Вуличні колектори проєктують перпендикулярно до горизонталей місцевості в напрямку пожежних місць басейну. Головні колектори трасують, як правило, вздовж берегів водотоків.

Трасування вуличних каналізаційних мереж може бути здійснене за трьома основними схемами (рис. 1.3.2.1).

а) схема з пониженого боку кварталу, вуличні мережі за такою схемою прокладаються лише по проїздах біля понижених сторін кварталів. Застосовується при вираженому рельєфі з падінням відміток рівня землі до однієї або двох граней кварталу (уклон $0,008 - 0,01$).

б) охоплююча схема. Вуличні мережі прокладають по проїздах, які охоплюють квартал з усіх сторін. Застосовується при плоскому рельєфі місцевості (уклон до $0,005 - 0,007$).

в) черезквартальна схема. Вуличні мережі прокладають всередині кварталів – від вищерозташованих до нижчерозташованих. Це дозволяє скоротити вартість будівництва мереж. Застосування цієї схеми ускладнює експлуатацію мереж.



а, б, в, г – сектори кварталів, 10-15 – номери кварталів; 1-6 – вузлові колодязі.

Рисунок 1.3.2.1 – Схеми трасування каналізаційних мереж: а) за охоплюючою схемою; б) з пониженого боку кварталу; в) через квартальна

При проектуванні траси каналізаційної мережі необхідно зводити до мінімуму число перетинів з водними перешкодами, підземними спорудами, залізничними коліями.

? Питання для самоконтролю

1. Які дані необхідні для розробки проекту каналізування території?
2. Як визначити розрахункові годинні та секундні витрати?
3. В яких одиницях вимірюється модуль стоку?
4. Як визначити розрахункові витрати на ділянках?
5. Які схеми трасування каналізаційних мереж застосовуються?

Розділ 1.4 Система гарячого водопостачання

Тема 1.4.1 Елементи та обладнання системи гарячого водопостачання будівель

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ проектування систем внутрішнього гарячого водопостачання; ознайомлення з конструктивними особливостями установок для нагрівання води; засвоєння головних вимог при проектуванні системи гарячого водопостачання.

План

1.4.1.1 Класифікація систем гарячого водопостачання.

1.4.1.2 Установки для нагрівання води.

1.4.1.3 Водонагрівачі в централізованих системах гарячого водопостачання.

1.4.1.4 Автономні установки гарячої води.



Ключові терміни: місцеві системи гарячого водопостачання; централізовані системи гарячого водопостачання; водонагрівачі; норма водовідведення; схеми трасування; швидкісний водоводяний нагрівач; швидкісний пластинчатий нагрівач.

1.4.1.1 Системи гарячого водопостачання повинні забезпечувати санітарно-гігієнічні потреби споживачів споживачів гарячою водою з температурою не менше 50°C і не більше 75°C.

За призначенням всі системи гарячого водопостачання поділяють на господарсько-побутові та виробничі.

З урахуванням місця приготування гарячої води системи гарячого водопостачання поділяють на місцеві і централізовані.

Місцеві системи проектують для невеликих будинків, в таких системах вода нагрівається окремо для кожного споживача або групи споживачів. Вода підігрівається в місцевій установці – теплогенераторі (газовому водонагрівачі чи в невеликому котлі), потім подається споживачеві за допомогою розподільної мережі трубопроводів.

Місцеві системи через велику кількість водонагрівачів проектують лише для невеликих будинків із теплоспоживанням не більше 208 МДж/год при відсутності джерел централізованого тепlopостачання.

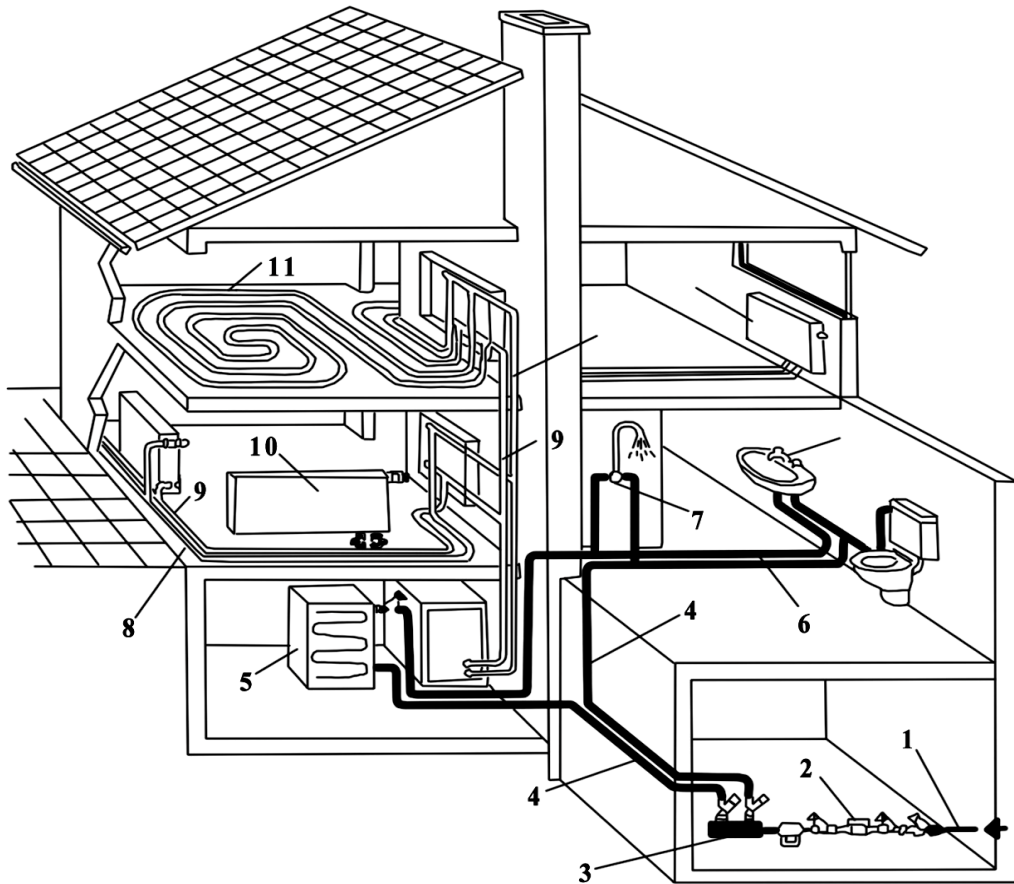
Для малоквартирних будинків проектують систему гарячого водопостачання, поєднану з опаленням. Сучасна модифікація такої схеми фірми Oventrop “Combi-System” з металопластикових труб показана на рис. 1.4.1.1

В такій системі джерелом тепла можуть бути як місцеві котельні (наприклад, дахова), так індивідуальні котли на рід- кому чи газоподібному паливі. Вода подається в котел і бойлер, які розташовані у підвалі будинку.

Централізовані системи гарячого водопостачання (рис. 1.4.1.2) проектують за наявності потужних джерел тепла (ТЕЦ, районних котелень тощо).

В таких системах гарячого водопостачання воду підігрівають в одному місці для групи споживачів і транспортують трубопроводами до місць витрачання. Основні елементи системи показані на рис. 1.4.1.2.

Для нагрівання води в системах централізованого гарячого водопостачання застосовують відкриту та закриту схеми.



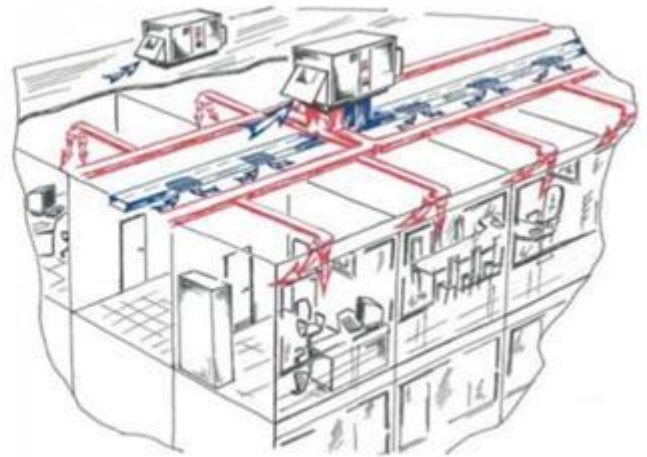
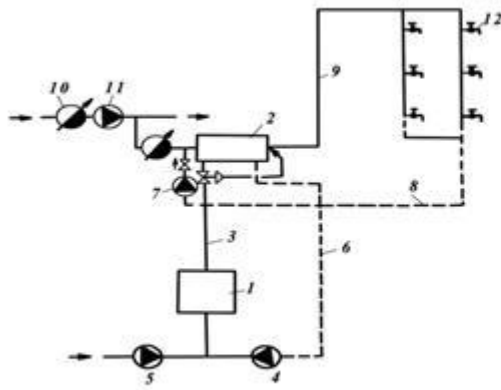
1 – ввід холодного водопроводу; 2 – водолічильник; 3 – підключення санітарно-технічного обладнання; 4 – холодний водопровід будинку; 5 – котел; 6 – трубопровід гарячої води; 7 – водорозбірна арматура; 8 – подавальний теплопровід опалення; 9 – зворотний теплопровід опалення; 10 – опалювальні прилади; 11 – підлогове опалення

Рисунок 1.4.1.1 – Схема гарячого водопроводу, поєднаного з системою опалення (“Combi-System” фірми Oventrop з металопластикових труб) [9]:

При застосуванні відкритої схеми гаряча вода забирається з теплової мережі, нагрівається в котлах, розташованих у центральних котельнях або теплообмінниках ТЕЦ, квартальною мережею подається в систему опалення, а розподільною мережею – на гаряче водопостачання окремих будинків. Циркуляційні трубопроводи повертають охолоджену воду в котли для її підігріву.

Схема проста і довговічна, але необхідна велика потужність установок для водопідготовки, для очистки всієї води, що подається в систему водопостачання. Тому схему проектують при низькій карбонатній твердості

природної води.



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

Рисунок. 1.4.1.2 – Загальна схема централізованого гарячого опалення

При застосуванні закритих схем тепло від котлів передається теплоносію (перегрітій воді, парі тощо), який теплофікаційною мережею подається до водонагрівача. Вода подається через водонагрівач в розподільну мережу. Недоліком закритої схеми є необхідність використання водонагрівачів, прокладення внутрішньоквартальної мережі трубопроводів, але в цій схемі установки для водопідготовки мають невелику потужність, при цьому теплоносій не витрачається, а повністю повертається в котел, споживачі отримують гарячу воду питної якості з міського водопроводу. В закритих схемах гарячого водопостачання котли перебувають під постійним тиском, який не залежить від тиску в системі. Тому закриті системи гарячого водопостачання здобули широке використання.

Якщо в будинках не допускається зниження температури води нижче потрібної, застосовують схеми централізованого гарячого водопостачання з циркуляцією. Для забезпечення циркуляції води поруч із подавальним трубопроводом прокладається циркуляційний, за допомогою якого охолоджена вода повертається у водонагрівач. Рух води в циркуляційному контурі здійснюється або за рахунок різниці густини гарячої і холодної води (гравітаційного тиску) – схема з природною циркуляцією, або за допомогою циркуляційного насоса.

Схему з природною циркуляцією використовують у 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 проектують для підприємств з постійним водорозбором (лазнях, пральнях тощо) або регламентованим за часом споживанням гарячої води (наприклад, на промислових підприємствах, де користуються душами в один і той же час після закінчення зміни, а також у невеликих малоповерхових будинках з короткими підведеннями до водорозбірних приладів).

У випадку нерівномірного споживання води проектують схеми з **аккумуляторами** тепла. При їх застосуванні зменшується потужність водонагрівачів та вирівнюється графік споживання тепла. За допомогою акумуляторів створюється запас гарячої води, усуваються різкі коливання температури води. Їх влаштовують напірними або безнапірними у невеликих будинках з місцевими тепловими пунктами, безнапірні баки розташовують в найвищій точці будівлі.

При поєднанні акумуляторів з водонагрівачами зменшуються втрати тиску у водонагрівачі, які можуть зростати внаслідок утворення накипу на внутрішніх поверхнях. Доцільність використання акумуляторів тепла визначається техніко-економічними розрахунками.

Якщо гарантійний тиск у зовнішній мережі постійно або періодично менший, ніж тиск, потрібний для роботи системи гарячого водопроводу, проектують схеми з **насосними установками**.

Для багатоповерхових будинків (висотою понад 50 м) проектують зонні системи. У кожній зоні влаштовується окремий водонагрівач і насосна установка.

Для більш економічного розподілу циркуляційних витрат застосовують схеми з **регуляторами температури**, які влаштовують в нижній частині стояків або на вводі в будинок. Регулятори температури підтримують температуру циркуляційної води в межах $35 \div 38^{\circ}\text{C}$, при цьому зменшується циркуляційна витрата на $18 \div 25\%$ і водночас підвищується температура гарячої води у споживача на $10 \div 12^{\circ}\text{C}$ [11].

1.4.1.2 У місцевих системах гарячого водопостачання пристрої для нагрівання води залежно від конструкції поділяють на проточні (швидкісні) і ємнісні. У проточних нагрівачах невелика кількість води швидко нагрівається джерелом тепла великої потужності до потрібної температури. У ємнісних великий об'єм води нагрівається джерелом тепла малої потужності протягом тривалого часу (до кількох годин). Вода нагрівається за рахунок теплопередачі через металеву поверхню. Джерелом тепла може слугувати тверде, рідке, газоподібне паливо, сонячна чи електрична енергія.

Конструкції водонагрівачів відрізняються в залежності від виду палива, теплопродуктивності, місця установлення тощо.

В невеликих сільських будинках використовується водогрійна колонка для

ванн, яка працює на твердому паливі (дрова, вугілля, торф), застосовується в основному в сільській місцевості в невеликих будинках. Вода об'ємом 90–100 л нагрівається від тепла димових газів, які піднімаються вгору димовою трубою. В димовій трубі влаштовується циркуляційний трубопровід для прискорення нагрівання води. Водонагрівач має корпус, виготовлений з листової сталі оцинкований або покритий всередині та ззовні емаллю і чавунну топкову камеру.

Водогрійні колонки розташовують у ванних кімнатах або кухнях. У дерев'яних будинках водогрійні колонки потрібно влаштовувати на фундаменті з бетону або двох рядів цегли розміром 0,45×0,45 м; перед дверцятами топки закріплюють лист азбесту, покритий сталевим листом розміром не менше 0,5×0,7 м.

Відстань від стіни до колонки – 0,3 м, дерев'яну стінку біля топки потрібно захистити азбестом, покритим зверху листом сталі [18].

Конструкцію, подібну до газової колонки, має *газовий ємнісний водонагрівач* АВГ. В ньому вода нагрівається гарячими газами, що утворюються під час згоряння газу в пальнику. Водонагрівач обладнується регулятором температури та електромагнітним клапаном безпеки, який припиняє підведення газу до пальника, коли полум'я в ньому гасне. Бак нагрівача сталевий з антикорозійним покриттям. Теплова потужність водонагрівача АВГ-80 – 7 кВт, витрата природного газу – 0,71 м³/год.

Для безперервного підігріву води застосовується *газовий проточний водонагрівач*, він має велику поверхню нагріву, високий коефіцієнт теплопередачі і забезпечує інтенсивне нагрівання води. Під час згоряння газу в пальнику утворюється тепло, яке передається воді через стінки вогневої камери, змішувача і теплообмінник. Водонагрівачі мають автоматичне обладнання безпеки для припинення подачі газу на пальник у випадку відсутності витрати води або зниження тиску нижче мінімального, а також при загасанні полум'я в пальнику.

Якщо багатопверхові будинки не мають централізованого гарячого водопостачання, в них найчастіше влаштовують проточні водонагрівачі ВПГ-20, ВПГ-23 і ВПГ-29 з тепловою потужністю відповідно 20,8; 23,2 і 29 кВт та витратою природного газу – 2,1; 2,3 і 2,9 м³/год.

Газові проточні водонагрівачі типу BAYARD (Франція), які монтуються на кухні або у вітальні, використовуються для гарячого водопостачання квартир, офісів, магазинів, майстерень, садиб тощо. Постачання гарячої води може здійснюватись у всі приміщення квартири. Прилад обладнується газовою арматурою для регулювання газу і безпеки горіння. У випадку загасання пальника для припинення витоку газу спрацьовує електромагнітний клапан. Застосовують моделі: BAYARD 10, BAYARD 13 і BAYARD 16 з тепловою потужністю відповідно 17,4; 22,7; і 27,9 кВт, номінальною витратою

природного газу 2,14; 2,79 і 3,43 м³/год, мінімальний тиск води, необхідний для роботи приладу 0,6 бар, к.к.д. 86% [4].

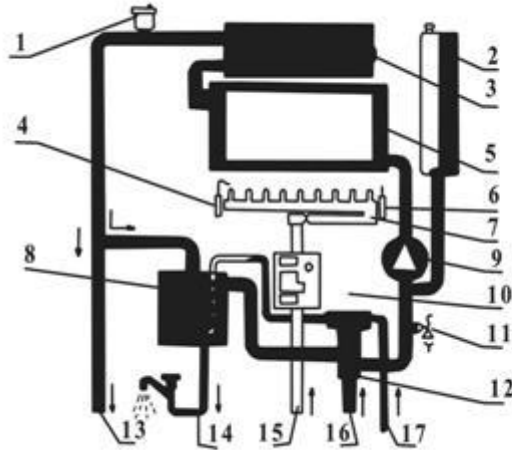
В суміщених системах гарячого водопостачання та опалення квартир, комунальних споруд застосовуються газові опалювальні прилади типу NECTRA, CELTIC (Франція). У приладі влаштовано насос (UP 15/50, GRUNDFOS), який забезпечує циркуляцію теплоносія в системі. Номінальна теплова потужність приладів NECTRA 2.23 CF і NECTRA 2.28 CF відповідно становить 23 і 26,0 кВт, номінальна витрата газу – 2,78 і 3,1 м³/год, витрата гарячої води для водопостачання – 11 і 12,5 л/хв, максимальний тиск у водопроводі – 10 бар. Діапазон температури води в гарячому водопроводі становить 40–60°C. Розміри приладів (висота, ширина, глибина), мм: 850×440×380.

Газові опалювальні прилади CELTIC 2.35 CF мають номінальну теплову потужність 35 кВт, номінальну витрату газу 4,29 м³/год, витрату гарячої води для водопостачання 16 л/хв, максимальний тиск у водопроводі 10 бар. Максимальна температура гарячої води становить 85°C. Розміри приладів, мм: 820×600×365. Прилади обладнані мідним головним теплообмінником і теплообмінником для гарячого водопостачання з нержавіючої сталі. Робота повністю автоматизована, можливе програмування роботи на тиждень. Прилад малогабаритний, компактний, монтується на стіні.

В системах гарячого водопостачання та опалення котеджів, спортивних об'єктів, будинків для відпочинку застосовуються модернізовані настінні газові котли THERMONA (рис. 1.4.1.3): THERM-12, THERM-23 тощо, з номінальною потужністю відповідно 12 і 23 кВт, максимальною витратою газу 2,3 і 3,5 м³/год, максимальна температура гарячої води 85°C, витрата гарячої води 8,2 і 12,3 л/хв, розміри, мм: 830×500×280. Котли керуються за допомогою вбудованого мікропроцесора. Для акумулювання гарячої води використовуються баки – бойлери місткістю від 35 до 120 л, виконані в однаковому з котлами дизайні.

Широко застосовуються ємнісні електроводонагрівачі, які складаються з баку на 10–200 л води і більше, покритого теплоізоляцією, електронагрівного елементу – тону, регулятора температури, який вимикає нагрівач у разі досягнення заданої температури, змішувача для заповнення нагрівача і відбору гарячої води. Водонагрівач марки THERMEX складається з двох сталевих баків: внутрішнього і зовнішнього з теплоізоляційним прошарком із пінополіуретану, завдяки чому протягом 12 годин випробовувань зниження температури становило всього 5°C. Потужність тенів становить 1,2–2,4 кВт за напруги 220 В. Температура води задається в інтервалі від 26 до 78°C. В моделях різних об'ємів забезпечується різна інтенсивність надходження гарячої води: водонагрівачі місткістю 10, 15 і 30 л забезпечують безперебійну подачу гарячої води на кухонні погребі; 80 і 100 л – подачу гарячої води у ванну і на кухню;

150 і 200 л – подачу гарячої води тим споживачам без обмежень у водовикористанні.



1 – продувний клапан; 2 – розширювальний бак; 3 – теплообмінник;
4 – електрод запалювання; 5 – камера згоряння; 6 – іонізаційний електрод; 7 – головний пальник; 8 – теплообмінник гарячої води; 9 – циркуляційний насос; 10 – газовий клапан; 11 – запобіжний клапан; 12 – триходовий вентиль; 13 – вихід теплопроводу; 14 – вихід гарячої води в систему гарячого водопроводу; 15 – ввід газопроводу; 16 – вхід зворотного теплопроводу; 17 – ввід від холодного водопроводу

Рисунок. 1.4.1.3 – Принципова схема роботи навісного газового котла THERM:

Ємнісні електроводонагрівачі виробництва Угорщини типу BIAWAR: OW-10, OW-30, OW-80, OW-120.1 місткістю відповідно 10, 30, 80 і 120 л відзначаються надійністю, економічністю і безпекою в експлуатації.

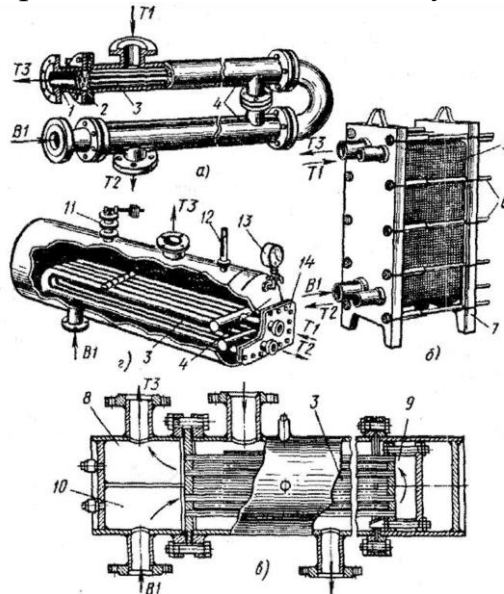
Електроводонагрівач влаштовують таким чином, щоб змішувач розташовувався на висоті 1–1,1 м від підлоги.

Недоліком застосування проточних електроводонагрівачів є потреба значних потужностей, що призводить до перевантаження електричних мереж.

1.4.1.3 У централізованих системах гарячого водопостачання застосовують швидкісні та ємнісні водонагрівачі. Швидкісні нагрівачі призначені для нагріву води за допомогою теплоносія (води, пари). Вода в них рухається з великою швидкістю ($0,5 \div 2,5$ м/с) і нагрівається до заданої температури, вони мають високий коефіцієнт теплопередачі [$4190\text{--}11000$ МДж/ ($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}$)], завдяки чому займають малу площу. Вода та теплоносії у швидкісних нагрівачах можуть рухатися в одному напрямку або назустріч одне одному.

Швидкісний водоводяний нагрівач (рис. 1.4.1.4, а) має корпус, в якому розташовані теплообмінні трубки. Водонагрівач виготовляють у вигляді окремих секцій довжиною 2 і 4 м, зовнішнім діаметром 50–530 мм. Теплообмінні трубки виготовлені з латуні, розміщені в трубних решітках, які з'єднані за допомогою фланців з корпусом. Вода з водопроводу через вхідний патрубок подається в теплообмінні трубки, в яких нагрівається до потрібної температури. Теплоносій (нагріта вода) рухається в міжтрубному просторі (поміж корпусом і теплообмінними трубками).

Швидкісний пластинчатий водонагрівач (рис. 1.4.1.4, б) складається з пакета теплообмінних пластин з ущільнювальними прокладками поміж ними. Пакет утримується між опорними пластинами і затягується болтами.



1 – вхідний патрубок; 2 – трубні решітки; 3 – трубки; 4 – корпус; 5 – пакет; 6 – болти; 7 – пластини; 8–10 – камери; 11 – клапан; 12 – термометр; 13 – манометр; 14 – кришка

Рисунок. 1.4.1.4 – Конструкції водонагрівачів:

а – швидкісного водоводяного секційного; б – швидкісного пластинчатого;
в – швидкісного пароводяного; г – ємнісного;

До передньої пластини приварюються патрубки для холодної (В1), гарячої (Т3) і нагрітої води (Т1, Т2). Така конструкція дозволяє збільшувати теплопродуктивність водонагрівача шляхом додавання до пакета потрібної кількості теплообмінних пластин і розширення опорних пластин.

У промислових будівлях, з паросиловим господарством або в невеликих котельнях з паровими котлами для нагрівання води використовують *швидкісні пароводяні нагрівачі* (рис. 4.1.4, в). Пара рухається між трубками, конденсується на їх поверхні, за рахунок прихованої теплоти пароутворення нагріває воду. Нагріта вода по теплообмінним трубкам подається в передню

водяну камеру, потім надходить у задню камеру і виходить з нагрівача. Вода двічі проходить через нагрівач, тому така конструкція називається двоходовою. Також застосовуються чотириходові нагрівачі.

У камерах і теплообмінних трубках потрібно підтримувати тиск води, яка нагрівається, на 0,1–0,2 МПа вище тиску пари, щоб запобігти прориву пари в систему водопостачання. Поверхня нагріву становить 6,3–22,4 м².

Ємнісні водонагрівачі характеризуються низьким коефіцієнтом теплопередачі внаслідок малої швидкості руху води. За однакової площі нагріву їх теплопродуктивність значно менша, а розміри більші, ніж швидкісних водонагрівачів.

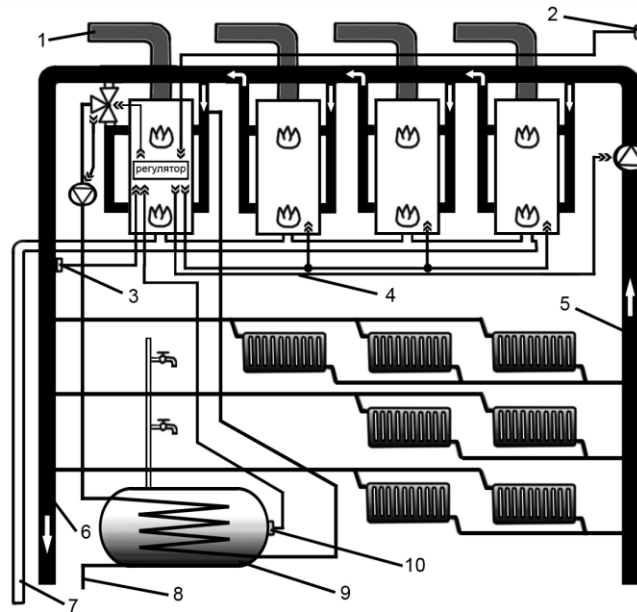
Напірний горизонтальний ємнісний водонагрівач (рис. 4.1.4, з) має корпус і теплообмінні трубки, через які проходить теплоносій (пара, вода). Вода, яку потрібно нагріти, подається в нижню частину корпуса, а відбирається з верхньої. Теплообмінні трубки закріплені на кришці, яку можна зняти для їх очищення і ремонту. Водонагрівач устатковують запобіжним клапаном, манометром і термометром.

Безнапірні баки-акумулятори за конструкцією аналогічні водонапірним бакам холодної води. Вода нагрівається у змішувачу із сталевих труб $d_y=32\text{--}50$ мм, в який подається теплоносій (пара, вода). Безнапірні баки обладнують такими ж трубопроводами, як і баки холодної води. У разі великих перерв у споживанні гарячої води для підтримання сталої температури додатково влаштовують циркуляційну трубу із зворотним клапаном і засувкою. У верхній частині бака влаштовують трубу $d_y=50\text{--}75$ мм для відведення пари в атмосферу.

1.4.1.4 Автономні системи опалення і гарячого водопостачання з використанням дахових котелень проєктують з метою економії тепла та енерго-ресурсів у будівлях з тепловтратами від 50 до 500 кВт. Дахові котельні можуть бути обладнані каскадними котлами PROTHERM потужністю 50 кВт, які складаються з двох комплектних котлів по 25 кВт кожний. Котли обладнуються насосами GRUNDFOS, теплообмінниками, пальниками, автоматичними газовими вентилями, пристроями автоматики і витяжними вентиляторами [2]. Котли працюють на один трубопровід, який влаштовується у верхній частині котлів. Газ підводиться трубопроводом у нижню частину котла. Розміри котла, мм: 1800×460×430. Сучасні установки PROTHERM 50 STR (рис. 1.4.1.5) обладнані ізотермічним регулятором для забезпечення оптимальної температури і каскадним керуванням. Наприклад, для потужності 300 кВт використовуються шість установок PROTHERM 50 STR і регулятор PROTHERM SR 300.

Наприклад, для 30-квартирного житлового будинку треба проєктувати котельню укомплектовану трьома котлами із загальною тепловою потужністю 300 кВт. Витрата газу становить 18 м³/год. Для підігріву

води проектується ємнісний водонагрівач, місткість баку якого повинна забезпечити подачу води в «пікові» години споживання.



- 1 – відведення продуктів згоряння; 2 – датчик зовнішньої температури;
 3 – датчик температури води для системи опалення; 4 – керування роботою котлів; 5 – зворотний теплопровід опалення; 6 – подавальний трубопровід опалення; 7 – подача газу; 8 – подача води на гаряче водопостачання;
 9 – водонагрівач у системі гарячого водопроводу; 10 – датчик температури води у водонагрівачі

Рисунок. 1.4.1.5 – Схема підключення дахової котельні PROTHERM до існуючої системи опалення будинку [2]

Для обладнання дахових котелень придатні котли AF-70 (виробництва Угорщини), які складаються з двох одиниць обладнання потужністю 35 кВт кожна. Номінальна витрата газу модуля AF-70 – 9,6 м³/год, максимальний робочий тиск – 6 бар, температура гарячої води в системі водопостачання – 50°C, витрата гарячої води – 50 л/хв, розміри, мм: 2160×710×500, маса 128 кг. Модульні котли монтуються в котельні до 4-х шт. Максимальна теплова потужність котельні – 280 кВт. Керування роботою котлів здійснюється за допомогою окремих регуляторів температури теплоносія і температури гарячої води. Обладнання котельної установки: циркуляційні насоси, теплообмінник для гарячої води, споруди та обладнання для пом'якшення води, обробки інгібіторами; пристрої для заповнення і спорожнення; електричну шафу керування; компенсатор об'єму; манометр; клапан продування та ін.

? Питання для самоконтролю

1. Які види систем гарячого водопостачання проєктують в будівлях?
2. Які водонагрівачі застосовують в системах гарячого водопостачання?
3. Що собою являють автономні установки гарячого водопостачання?
4. Які схеми гарячого водопостачання проєктують в будівлях?
5. Які прилади застосовують для вимірювання витрат гарячої води?
6. За якими витратами виконують гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання?

Тема 1.4.2. Особливості проєктування та розрахунку системи гарячого водопостачання будівель

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з особливостей проєктування систем внутрішнього гарячого водопостачання в малоповерхових будівлях; набуття навичок з розрахунків системи гарячого водопостачання; засвоєння особливостей експлуатації системи гарячого водопостачання; ознайомлення з конструктивними особливостями установок для підвищення тиску.

План

- 1.4.2.1 Особливості влаштування системи гарячого водопостачання в малоповерхових будинках.
- 1.4.2.2 Розрахунок систем гарячого водопостачання.
- 1.4.2.3 Особливості експлуатації систем гарячого водопостачання.
- 1.4.2.4 Установки для підвищення тиску.

 **Ключові терміни:** теплогенератор; дахові котельні установки; водонагрівачі; магнітна протинакипна обробка води; підвищувальні насосні установки.

1.4.2.1 У невеликих житлових будинках, котеджах, окремих квартирах, офісах, магазинах, майстернях та ін. систему гарячого водопостачання влаштовують, як правило, у вигляді квартирної установки з приготуванням гарячої води в теплогенераторах, роздільних або суміщених з системою опалення.

У роздільних схемах залежно від якості водопровідної води (твердість до 3 мгекв/л) нагрівання води здійснюють за схемою котел – бак-акумулятор або за більшої твердості – котел - змішувик у баку-акумуляторі [1,2]. Використовують водогрійні чавунні котли КЧМ малої теплопродуктивності – від 11,6 кВт для КЧММ до 55,8 кВт для КЧМ-ЗМ.

Продуктивність теплогенератора Q_g , Вт, і площа поверхні змішувача в баку-акумуляторі F , м², визначаються, як правило, із розрахунку приготування гарячої

води для приймання однієї ванни (при цьому задаються якимось проміжком часу z , с, необхідним для приготування гарячої води для наступної ванни

Продуктивність теплогенератора Q_g , Вт, і площа поверхні змішувача в баку-акумуляторі F , m^2 , визначаються, як правило, із розрахунку приготування гарячої води для приймання однієї ванни (при цьому задаються якимось проміжком часу z , с, необхідним для приготування гарячої води для наступної ванни):

$$Q_g = 1.1 \cdot V_h \cdot (t^h - t^c) \cdot c / z$$

$$F = \frac{Q_g}{k \cdot \Delta t} \quad (1.4.2.1)$$

де 1.1 – коефіцієнт запасу;

V_h – об'єм гарячої води, необхідний для приймання однієї ванни, рівний 250 л за температури 40°C;

t^h , t^c – температури гарячої і холодної води, рівні відповідно 40 і 5°C;

c – теплоємність води, рівна 4190 Дж/(кг°C);

z – коефіцієнт теплопередачі змішувача, 300 Вт/м²°C

k – розрахункова різниця середніх температур теплоносія і води, що нагрівається, приймається залежно від прийнятої схеми місцевої системи гарячого водопостачання [24], °C.

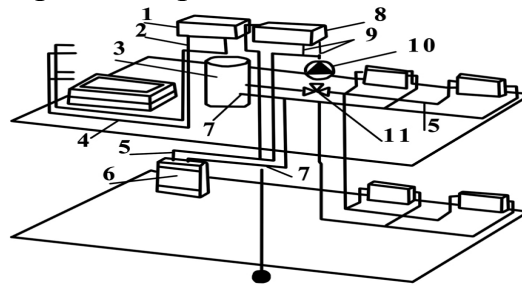
Приготування гарячої води може здійснюватись у швидкісних і ємнісних газових водонагрівачах за наявності в будинках газопостачання і централізованого опалення. Використовуються проточні водонагрівачі ВПГ з тепловою потужністю 20,8; 23,2; 29 кВт і ємнісні АВГ. Місцеві суміщені системи гарячого водопостачання та опалення здійснюють за різними схемами: з використанням ємнісних газових водонагрівачів АВГ або чавунних водогрійних котлів [24].

Використання теплогенератора, який обслуговує системи опалення і гарячого водопостачання, має певні незручності, адже режим теплопостачання цих систем суттєво відрізняється. Система опалення протягом дня має стабільне теплопостачання, тоді як гаряче водопостачання характеризується нерівномірним навантаженням з різко вираженими “піками” вранці і надвечір.

Згідно з тепловими розрахунками і практичними даними пікове споживання тепла системою гарячого водопостачання, як правило, перевищує навантаження в системі опалення. Якщо встановити в будинку теплогенератор на сумарне теплове навантаження опалення і гарячого водопостачання, то його установка виявиться завищеною. Внаслідок чого в періоди, коли відсутній водорозбір, теплогенератор буде працювати недовантаженим з пониженою економічністю. Тому під час використання ємнісного водонагрівача його продуктивність потрібно вибирати виходячи з витрати тепла на опалення, а його ємність – на приготування води для приймання однієї ванни.

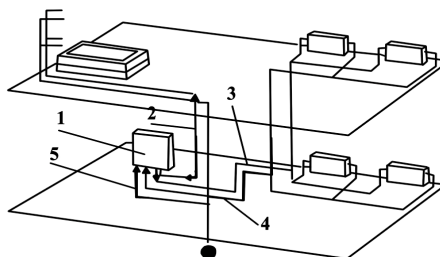
У схемі з водогрійним котлом влаштовуються баки холодної і гарячої води. Водопровідна вода подається в бак холодної води, який автоматично підтримує постійний рівень у баку гарячої води під час водорозбору. Рівні води в обох баках, отже, й тиск холодної і гарячої води біля змішувача ванни будуть однаковими, а тому змішування води відбувається без забивання струменя холодної води з водопроводу. Бак гарячої води служить акумулятором тепла, що забезпечує гарячу воду для ванни, і водночас розширювальним баком збільшеної ємності для водяного опалення.

Влітку гаряче водопостачання працює звичайно, але з відключеною системою опалення, для чого на загальній подавальній і зворотній лініях біля теплогенератора встановлені прохідні крани



1 – бак для холодної води; 2 – подавальний трубопровід холодної води; 3 – бак для зберігання гарячої води; 4 – холодна вода для використання; 5 – подавальний трубопровід гарячої води для опалення і на побутові потреби; 6 – котел; 7 – зворотний трубопровід; 8 – компенсаційний бак; 9 – зливні труби; 10 – насос; 11 – клапан

Рисунок 1.4.2.1 – Схема суміщеного опалення і гарячого водопостачання з відкритим баком для зберігання гарячої води



1 – двоконтурний котел; 2 – подавальний трубопровід гарячої води; 3 – подавальний теплопровід для опалення; 4 – зворотний теплопровід системи опалення; 5 – подавальний трубопровід холодної води

Рисунок 1.4.2.2 – Схема суміщеного опалення і гарячого водопостачання

Для забезпечення тиску в системі опалення влаштовується

компенсаційний бак, який встановлюється на одному рівні з баком холодної води, а для циркуляції теплоносія – насос.

Сучасні системи мають простішу конструкцію, оскільки в них відсутні баки, насоси і необхідна для них арматура. У цих системах застосовуються двоконтурні котли, які працюють в двох режимах: опалення і гарячого водопостачання. Такі котли устатковані двома теплообмінниками (один призначений для приготування теплоносія в системі опалення, другий – для приготування гарячої води в системі водопостачання), насосом: для циркуляції теплоносія через теплообмінники та іншим обладнанням.

Котли влаштовуються під дахом (у дахових котельнях), у підвалі та на кухні, створюючи автономну систему з від'єднанням від централізованих систем (для окремих квартир, офісів тощо).

Нині український ринок пропонує велику кількість різноманітних котлів, призначених для опалення і гарячого водопостачання, що працюють на всіх видах палива: газ, солярка, електрика [1,2]. Це газові двоконтурні котли виробництва Франції типу NECTRA з тепловою потужністю 23,26 і 28 кВт; CELTIC – 35 кВт; MORA – 4÷23 кВт; FRISQUET – 23÷45 кВт; Угорщини – KK 23 з тепловою потужністю 25 кВт; Англії – PUMA та ін.

У дахових котельнях влаштовуються газові каскадні котли виробництва Чехії і Словаччини PROTHERM з тепловою потужністю 50 кВт; газові модульні котли виробництва Угорщини “MINI- VESTAL” – 35 кВт, Франції UTM – 50 кВт, з яких компонуються котли великої потужності.

Для гарячого водопостачання квартир, офісів, магазинів, майстерень, садиб тощо пропонуються газові проточні водонагрівачі виробництва Франції типу BAYARD з тепловою потужністю 17,4; 22,7 і 27,9 кВт, WR350 і WR400-24,4 і 27,9 кВт; Угорщини – K 5 і K13-9 і 25 кВт; електричні водонагрівачі типу BIAWAR: OW-10, OW-30, OW- 80, OW-120.1 відповідно на 10, 30, 80 і 120 л та ін.

Вибір котельного обладнання потрібно здійснювати, ґрунтуючись на потрібній потужності, схемі системи (окреме гаряче водопостачання чи поєднане з системою опалення), ефективності котлів, виді палива, довговічності, технічних і економічних характеристиках. Серед них не останнє місце займає зовнішній вигляд агрегатів, компактність. Так настінні котли дозволяють економити корисну площу помешкання, зокрема, вироби французької фірми FRISQUET зарекомендували себе високою якістю і довготривалим терміном роботи теплообмінників, виготовлених з міді, що запобігає відкладенню продуктів горіння і зберігає високий ККД (до 95,3%) понад 20 років.

1.4.2.2 Гідравлічний розрахунок водопроводів виконується за наступними розрахунковими витратами:

– середні добові витрати води за рік: Q_T^{tot} – загальна; Q_T^h – гарячої води; Q_T^c – холодної води, м³/доб;

– максимальні добові витрати: $Q_{\max}^{tot}$ – загальна; $Q_{\max}^h$ – гарячої води; $Q_{\max}^c$ – холодної води, м³/доб;

– максимальні годинні витрати: q_{hr}^{tot} – загальна; q_{hr}^h – гарячої води; q_{hr}^c – холодної води, м³/год;

– мінімальні годинні витрати: $q_{hr\min}^{tot}$ – загальна; $q_{hr\min}^h$ – гарячої води; $q_{hr\min}^c$ – холодної води, м³/год;

– максимальні секундні витрати: q^{tot} – загальна; q^h – гарячої води; q^c – холодної води, л/с.

Розрахункові (питомі середні за рік)добові витрати приймаються відповідно до таблиць А1 і А2 [24]. розрахункові (середні за годину) приймаються за таблицями А3 [24].

Максимальні добові витрати визначаються за формулою:

$$Q_{\max}^{tot} = Q_T^{tot} \cdot k_d, \quad (1.4.2.2)$$

$$Q_{\max}^h = Q_T^h \cdot k_d, \quad (1.4.2.3)$$

$$Q_{\max}^c = Q_T^c \cdot k_d, \quad (1.4.2.4)$$

де k_d – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, приймається за таблицею А4 [24].

Розрахункові максимальні витрати за секунду приймаються за таблицями А5-А9[24].

Середні за годину розрахункові витрати визначають за формулами, м³/год:

$$q_T^{tot} = Q_T^{tot} / T, \quad (1.4.2.5)$$

$$q_T^h = Q_T^h / T, \quad (1.4.2.6)$$

$$q_T^c = Q_T^c / T, \quad (1.4.2.7)$$

Розрахункову мінімальну витрату за годину (загальна, гарячої, холодної води) визначають за формулою:

$$q_{hr\min} = q_T \cdot k_{\min}, \quad (1.4.2.8)$$

де $k_{\min}$ – коефіцієнт, що приймається за таблицею;

$k_{\max}$ – визначають за формулою:

$$k_{\max} = \frac{q_{hr}}{q_T} \quad (1.4.2.9)$$

Таблиця 1.4.2.1 – Значення коефіцієнтів

$k_{\max}$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,25	2,5	2,75	3,00	$\geq 3,00$
$k_{\min}$	1	0,74	0,54	0,4	0,29	0,21	0,14	0,1	0,07	0,04	0,02

Тепловий потік Q_T^h , Q_{hr}^h за період (доба, зміна) максимального водоспоживання на потреби гарячого водопостачання визначають за формулами:

а) середній за годину

$$Q_T^h = 1.16 \cdot q_T^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht} \quad (1.4.2.10)$$

б) в годину максимального споживання

$$Q_{hr}^h = 1.16 \cdot q_{hr}^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht} \quad (1.4.2.11)$$

де t^c – температура холодної води у мережі водопроводу, $^{\circ}\text{C}$;
 Q^{ht} – теплові втрати на розрахунковій ділянці, кВт:

$$Q^{ht} = q_{w,k} \cdot l_{w,k} + q_{w,s} \cdot l_{w,s}, \quad (1.4.2.12)$$

де $q_{w,k}$ – питомі втрати теплопроводів, які прокладаються в підвалах, техпідпіллях, горищах, кВт;

$l_{w,k}$ – довжина всіх теплопроводів, які прокладаються прокладаються в підвалах, техпідпіллях, горищах, кВт;

$q_{w,s}$ – питомі втрати теплопроводів, які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах, кВт;

$l_{w,s}$ – довжина всіх теплопроводів, які прокладаються прокладаються в шахтах, каналах, штрабах, кВт.

Теплові втрати ізольованих теплопроводів повинні бути не більше, ніж [24, п. 5.3]

$$q_{w,k} = 11 \text{ Вт/м}; \quad q_{w,s} = 7 \text{ Вт/м} \quad (1.4.2.13)$$

 Групи водорозбірних стояків об'єднують кільцюючими перемичками у водорозбірні секційні вузли з приєднанням кожного водорозбірного секційного вузла одним циркуляційним трубопроводом до збірного циркуляційного трубопроводу системи. У секційні вузли об'єднують від трьох до семи стояків [24, п. 7.7].

1.4.2.3 Мережі гарячого водопроводу, як і холодного, випробовують на герметичність до закладання трубопроводів у стіни гідравлічним способом – дією тиском, що перевищує робочий на 0,5 МПа, але не більше 1 МПа протягом 10 хв. При цьому зниження тиску допускається не більш ніж на 0,1 МПа. За результатами випробувань складають акт.

У зимовий період випробування проводять тільки після введення в дію системи опалення.

У системі гарячого водопостачання перевіряється відповідність монтажу водопровіду до затвердженого проекту, міцність кріплень, робота елементів автоматизації, наявність нахилів для спорожнення труб, відсутність витоків води в арматурі, з'єднаннях, обладнанні. Також перевіряють роботу водонагрівачів і циркуляційних насосів, температуру в різних місцях системи,

ступінь прогріву приладів для висушування рушників у циркуляційному режимі,.

Виконується перевірка роботи системи гарячого водопостачання в режимі максимального одночасного водорозбору при відкритих кранах на кожному стояку: якщо надходить вода до всіх водорозбірних точок, напір буде становити $0,03 \div 0,05$ Мпа при вільному виливі, то перевірку системи припиняють.

Мінімальна допустима температура повинна становити 50°C (для відкритих систем теплопостачання – 60°C), відхилення температури води від розрахункової допускається в межах $\pm 5^{\circ}\text{C}$, при невідповідності температури води розрахунковим значенням, треба перевірити поверхню теплообміну водонагрівачів і температуру теплоносія.

В процесі експлуатації протягом року треба коректувати ступінь підігріву води залежно від температури води, яка надходить у систему.

В системах гарячого водопостачання застосовують діафрагми або обмежувачі підйому шпинделів запірних вентилів для рівномірнішого розподілу гарячої води поміж водорозбірними приладами, які розташовані на різних поверхах будинку. При цьому отвори в діафрагмах підбирають таким чином, щоб витрати води через арматуру на різних поверхах не відрізнялися більш ніж на 25%.

Насосні установки спочатку випробовують на холостому ходу, а потім під навантаженням. При нормальній роботі за насосом спостерігають 12–15 хв. Потім перевіряють частини, що труться, на відсутність нагрівання та інших неполадок. Причинами нагрівання можуть бути неточності підгонки, перекоси, туге затягування, забрудненість масла. Далі насос обкатують 1 год і 6 год, якщо не виявлено дефектів, то насос можна експлуатувати і його ставлять під навантаження.

Промивання системи перед пуском в експлуатацію, а також під час профілактики здійснюють шляхом багаторазового швидкого випуску води з підвищеними витратами із системи або гідропневматичним способом із застосуванням води і стисненого повітря, процес здійснюють до повного очищення води.

В процесі експлуатації систем гарячого водопостачання виконується:

1. Обробка води в теплових пунктах і котельнях (додавання силікатів, соди, вапна, фосфатів термічна або вакуумна дегазація, електрохімічне видалення з води кисню, фільтрування на магномасових фільтрах).

2. Наносять захисне покриття на внутрішню поверхню труби: металевим способом – шляхом занурення труби у розплав цинку з температурою $430\text{--}460^{\circ}\text{C}$; неметалевим – емалевим, на основі поліуретанових смол тощо, яке виготовляють шляхом центрифугування.

3. Застосовують термостійкі пластмасові труби.

З метою зменшення корозії зовнішньої поверхні трубопроводів та обладнання в системах гарячого водопостачання використовують переважно покриття

на основі полівінілхлориду, поліетилену, лаків і фарб. Зовнішні покриття наносять шляхом фарбування, напилення, обмотування.

Для зменшення відкладень у системах гарячого водопостачання, які спричиняють присутні у воді гідрокарбонати, сульфат кальцію, хлорид магнію, а також кремнієва кислота за наявності іонів кальцію і магнію, переважно використовують електромагнітну обробку води, катіонування (метод іонного обміну) та ультразвуковий метод.

Магнітна проти накипна обробка води полягає у дії магнітного поля, що створюється в робочому зазорі апарата, певної напруженості (до $1,6 \div 10^5$ А/м) на розчинені у воді солі карбонатної твердості. У воді утворюється велика кількість центрів кристалізації твердої фази під дією магнітного поля. Після обробки карбонат кальцію або зовсім не виділяється з води, або ріст кристалів припиняється, або виділяється у вигляді тонкодиспергованої зависі, яка не осідає на стінках труб у вигляді накипу [19]. При застосуванні ультразвукового методу у водяному просторі теплообмінника збуджуються ультразвукові коливання, які інтенсивно кристалізують солі, що здатні утворювати накип. Шлам відводиться з теплообмінника з потоком води.

Головні явища, які порушують нормальну роботу системи гарячого водопостачання: корозія трубопроводів, змійовиків водонагрівачів і приладів для висушування рушників; різна температура води біля водорозбірних точок; аварійні ситуації на водогрійних колонках; перевитрати теплоти системою, а також такі порушення мережі, як і в системі холодного водопроводу (таблиця 1.4.2.2). Найчастіші порушення роботи системи гарячого водопостачання та способи їх усунення наведені в табл. 1.4.2.2.

Шум в системах гарячого водопостачання зменшують за допомогою різних заходів: передбачають установлення малошумного обладнання; усувають причини шумоутворення в обладнанні (закріплення клапанів і прокладок в арматурі, заміну зношених деталей, балансування насосів, двигунів тощо); звукоізоляцію трубопроводів, насосних установок, арматури; влаштування звукоізоляції приміщень і раціональне розташування обладнання в приміщеннях.

Таблиця 1.4.2.2 – Порушення роботи системи гарячого водопостачання

Порушення в роботі системи	Причина порушень	Заходи для усунення причини
1	2	3
В місцях розбору різна температура води	У верхній частині повітря	Видалення повітря через водорозбірні крани на верхніх поверхах
	В нижній частині засмічення	Прочистка засміченої ділянки
	Витрата в стояках невідрегульована	Відрегулювання вентилями витрати в стояках

Продовження таблиці 1.4.2.2.

1	2	3
Перевитрати теплоти для нагріву води в системі	Витрата в стояках невідрегульована	Відрегулювати вентилями витрати в стояках
	Витоки гарячої води через змішувачі	Зменшити тиск на підведеннях до змішувачів (встановити діафрагми на нижніх поверхах)
	Відсутність теплоізоляції на окремих трубопроводах	Нанесення теплоізоляції на ділянки трубопроводів, які швидко холодуються
	Несправні терморегулятори	Ремонт терморегуляторів
Повільний прогрів колонок для нагріву води	Жар накипу на водогрійній трубі	Трубу зміювика залити на 2 години трохи підігрітим 5 %-им розчином соляної кислоти, а потім тричі промити гарячою водою. Сталеву трубу зміювика колонки заповнити 2,5%-им розчином
Корозія трубопроводів у водонагрівачі	Роз'їдання металу газами	Заміна зруйнованих ділянок
Корозія приладів для висушування рушників		Заміна приладів, виконання різьбового приєднання до стояка

Належна організація експлуатації систем водопостачання суттєво покращить роботу системи в цілому і забезпечить раціональне використання води та енергоносіїв.

1.4.2.4 В системах водопостачання насосні установки застосовують для підвищення тиску або створення додаткового до гарантійного тиску з метою забезпечення потрібного тиску для розрахункової витрати.

У централізованих системах гарячого водопостачання невеликої продуктивності, у системах з ємнісними водонагрівачами, а також у системах з швидкісними водонагрівачами, в яких різниця тиску у водопроводах холодної та гарячої води не перевищує 0,1 МПа, застосовують **господарські підвищувальні насосні установки**.

Великі системи з швидкісними водонагрівачами, втрати тиску в яких під час експлуатації досягають до 0,3 МПа, обладнують **окремими підвищувальними установками** для централізованого гарячого водопостачання.

Насосні установки господарсько-питного і виробничого призначення без регулювальних ємностей підбирають за максимальною секундною витратою

води, а установки з регулювальною ємністю – за максимальною годинною витратою.

Системи гарячого водопостачання будинків найчастіше обладнують відцентровими консольними та моноблочними насоси типу К і КМ, що пояснюється можливістю їх простого влаштування та обслуговування, надійністю в роботі, невеликою масою і вартістю. Характеристики насосів наведені в додатку Б.

Системи гарячого водопостачання, які забезпечують рух води в циркуляційному контурі, обладнуються **циркуляційними насосними установками**, які включають не менше двох насосів (робочий і резервний). Для циркуляції використовують спеціальні насоси типу ЦВЦ, ЦНПС, основні характеристики яких наведені в дод. Б, або насоси типу К.

В системах гарячого водопостачання будинків застосовують циркуляційні насоси UPE, UPS, UP-N, UP(S)-B, TP та інші (рис. 1.4.2.3) фірми GRUNDFOS.

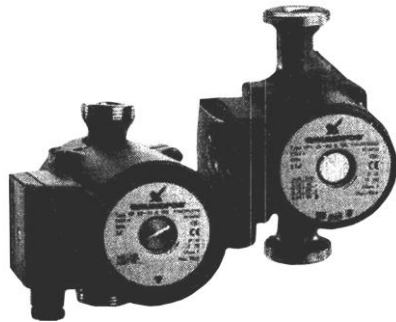


Рисунок 1.4.2.3 – Циркуляційні насоси фірми GRUNDFOS

Якщо керування роботою насосів здійснюється вручну, потрібний тиск встановлюється безпосередньо на клемній коробці насоса.

В циркуляційних насосах UPE серії 2000 передбачається автоматичне регулювання сталого тиску, завдяки якому підтримується тиск на постійному рівні або змінюється залежно від тиску у водопровідній мережі. Таким чином забезпечується безшумність роботи системи і зменшуються витрати електроенергії (економія становить близько 50% порівняно з насосами без автоматичного регулювання).

Встановлені експлуатаційні параметри роботи насоса такі, як витрата води, напір, кількість спожитої електроенергії, максимальна і зменшена кількість обертів, період експлуатації, температура води та ін., контролюються та змінюються шляхом використання безконтактного зв'язку за допомогою контролерів R 50 і R100 фірми GRUNDFOS.

Насосні установки часто влаштовують у приміщеннях котелень, бойлерних, теплових пунктів. У виробничих приміщеннях насоси розташовують безпосередньо в цехах біля обладнання, яке споживає воду, з обов'язковим захисним їх огороженням.

Насосні установки з насосами типу К забороняється розташовувати під житловими помешканнями, аудиторіями і класами навчальних закладів, дитячими кімнатами, палатами лікарень та іншими приміщеннями, в яких не допускається високий рівень шуму [24]. Висота приміщення, в якому влаштовуються такі насоси, має бути не менше 2,2 м і достатньою для підйому і транспортування насосного обладнання. Навколо насосів потрібно передбачити вільні проходи. Між обладнанням насосних установок приймаються такі найменші відстані [13]:

- від бічного обрізу фундаменту електродвигуна з насосом до стіни приміщення – 700 мм;
- між сусідніми фундаментами – 700 мм;
- від торцевого обрізу фундаменту електродвигуна з насосом до стіни приміщення – 1000 мм;
- від торцевого обрізу фундаменту з боку електродвигуна – не менше відстані, необхідної для витягування ротора електродвигуна без зняття останнього з фундаменту.

Насоси з діаметром нагнітального патрубку до 100 мм включно допускається встановлювати вздовж стін і перегородок без проходу між агрегатом і стіною або перегородкою, але на відстані не менше 200 мм від фундаменту будинку.

Фундаменти під насоси повинні виступати над підлогою не менш ніж на 200 мм.

На одному фундаменті допускається влаштовувати два агрегати без проходу між ними з обов'язковим передбаченням проходу навколо такої установки шириною не менше 700 мм.

Насосні установки можна розташовувати разом з водонагрівачами та іншим обладнанням централізованої системи гарячого водопостачання в одній будівлі – центральному або індивідуальному тепловому пункті.

У виробничих будівлях насосні установки розташовують безпосередньо в цехах, де споживається вода. Насоси виробничих водопроводів іноді розташовують на рамах без фундаментів.

Залежно від площі приміщення насоси можна встановлювати послідовно або паралельно один одному.

Якщо насоси живляться з водопровідної мережі, то належить передбачати обвідну лінію із засувками і зворотнім клапаном для подавання води у внутрішню мережу, в обхід насосів.

? Питання для самоконтролю

1. За яких умов здійснюється приготування гарячої води у швидкісних і ємнісних газових водонагрівачах?
2. За якими витратами виконують гідравлічний розрахунок водопроводів?
3. Які порушення виникають в системі гарячого водопостачання?

4. Якими насосами обладнують системи гарячого водопостачання?
5. Як виконується перевірка роботи системи гарячого водопостачання?

Розділ 1.5. Системи теплопостачання будівель

Тема 1.5.1 Елементи системи теплопостачання

Мета вивчення теми: засвоєння теоретичних знань з основ проєктування систем теплопостачання будівельних об'єктів; ознайомлення з конструктивними особливостями різних видів систем опалення будівель; засвоєння головних особливостей складання проєкту системи опалення; засвоєння особливостей влаштування центральних та автономних систем опалення.

План

- 1.5.1.1 Системи опалення будівельних об'єктів.
- 1.5.1.2 Класифікація систем водяного опалення.
- 1.5.1.3 Склад проєкту опалення, етапи проєктування та погодження документації.
- 1.5.1.4 Опалювальні прилади та обладнання.



Ключові терміни: джерела тепла; опалювальні прилади; види теплоносія; регулятор тиску; балансувальний вентиль; чавунний радіатор; мідно-алюмінієвий радіатор.

1.5.1.1 Системи опалення складаються з таких основних елементів: джерел тепла, трубопроводів і опалювальних приладів.

Джерелом тепла можуть бути індивідуальні, дахові, групові або районні котельні. За допомогою трубопроводів теплоносій переміщується від місця введення зовнішніх теплових мереж в будинок або джерела тепла, розташованого в будинку, до опалювальних приладів. Останні передають тепло від теплоносія до повітря приміщення.

Системи опалення поділяють на місцеві і центральні. До місцевих систем відносять системи, в яких всі основні елементи об'єднані в одному пристрої. Такими системами є печі, газове та електричне опалення. Радіус дії місцевих систем опалення обмежений одним або двома суміжними приміщеннями. В центральних системах джерело тепла винесене за межі приміщень, які опалюються, або взагалі за межі будинку. Системи центрального опалення класифікуються за видом теплоносія, його температурою і тиском, способом його переміщення, передачею тепла від зовнішньої поверхні опалювальних приладів до повітря приміщення і за прокладанням мереж [1].

Залежно від виду теплоносія системи центрального опалення можуть бути водяні, парові, повітряні і комбіновані. Комбіновані системи опалення характеризуються використанням декількох видів теплоносіїв або одного теплоносія з різними параметрами (наприклад, води з різними температурами). До цих систем відносять пароводяні, водоводяні і системи повітряного опалення: пароповітряні і водоповітряні.

Системи водяного опалення бувають низькотемпературні з температурами води до 100 0С і високотемпературні – вище 100 0С. Системи парового опалення розрізняють за величиною початкового тиску пари: вакуум-парові з тиском пари до 0,01 МПа, низького тиску - до 0,07 МПа і високого тиску – понад 0,07 МПа.

За способом переміщення теплоносія центральні системи опалення поділяють на системи з природною (гравітаційною) і штучною (механічною) циркуляцією .

Природна циркуляція (рух) здійснюється за рахунок різниці густин охолодженої і гарячої води в системах водяного опалення, або охолодженого і нагрітого повітря в системах повітряного опалення. В системах парового опалення пара переміщається завдяки різниці тиску на початку і в кінці паропроводу (при виході пари з котла і перед опалювальним приладом).

Штучна (механічна) циркуляція здійснюється в системах водяного опалення циркуляційними насосами, а в системах повітряного опалення – вентиляторами. Передача тепла від опалювальних приладів до повітря приміщення здійснюється шляхом конвекції або випромінювання, а також при поєднанні конвекції і випромінювання. Відповідно до цього найчастіше застосовують системи опалення конвективної і променевої дії.

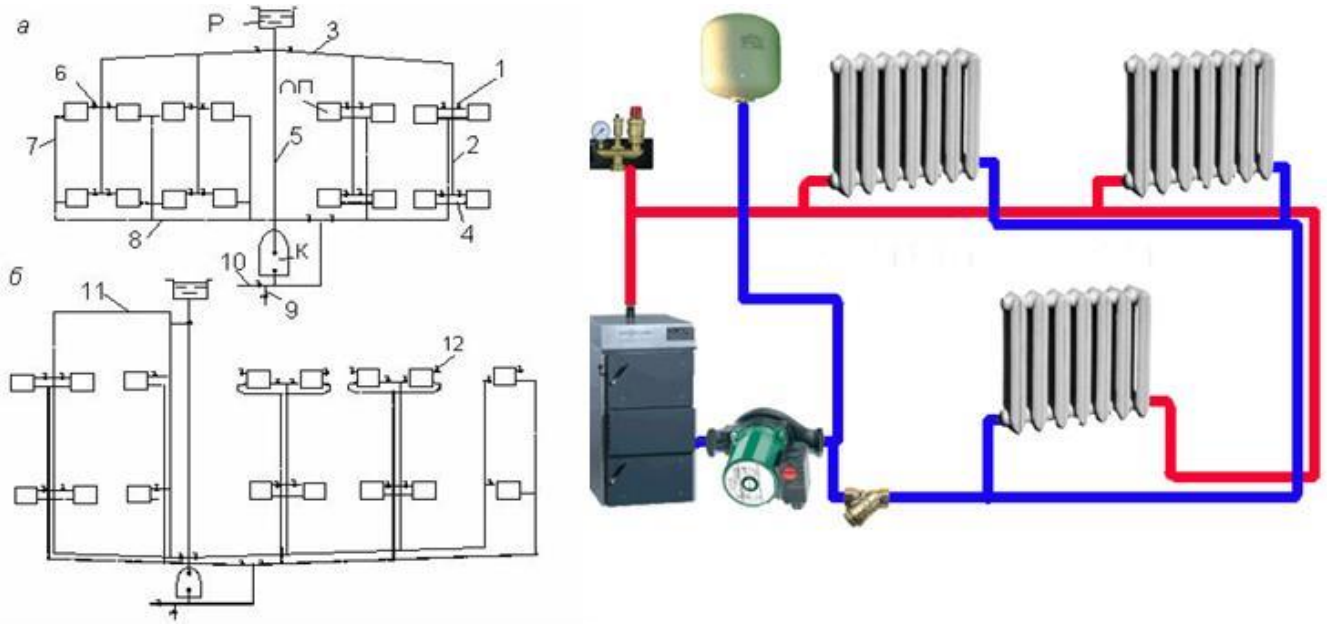
1.5.1.2 Системи водяного опалення завдяки високим санітарно-гігієнічним якостям, надійності і довговічності найпоширеніші у житлових, громадських і виробничих будинках. Системи водяного опалення поділяють:

- за розташуванням подаючих трубопроводів: з верхнім і нижнім розведенням трубопроводів.

Система водяного опалення з верхнім розведенням і природною циркуляцією (рис. 1.5.1.1, а) працює таким чином. Вода з котла головними стояками потрапляє в подаючий магістральний трубопровід, а з нього – в подаючі стояки. Із стояків вода по підведеннях надходить в опалювальні прилади, в яких, охолоджуючись, віддає тепло повітрю приміщення і через зворотні підведення потрапляє у зворотні стояки, зворотний магістральний трубопровід і повертається в котел.

Система водяного опалення з нижнім розведенням і природною циркуляцією (рис. 1.5.1.1, б) отримала таку назву через розташування подаючого магістрального трубопроводу в нижній частині будинку (у підвалі, у каналі під підлогою, технічному підпіллі). Виконується така система за двома варіантами, які відрізняються схемами видалення повітря: з централізованим відведенням повітря через повітровідвідні труби (ліва частина схеми на рисл. 1.5.1.1, б) і з відведенням

повітря на кожному опалювальному приладі через повітряні крани (права частина схеми). Повітровідвідні трубопроводи (діаметр 15 або 20 мм) забезпечують транспортування повітря до розширювального баку, де воно видаляється із системи.



К – водогрійний котел; ОП – опалювальні прилади; РБ – розширювальний бак; 1 – регулювальні крани; 2 – подаючі стояки; 3 – подаючий магістральний трубопровід; 4 – зворотні відведення від опалювальних приладів; 5 – головний стояк; 6 – підведення до опалювальних приладів; 7 – зворотні стояки; 8 – зворотний магістральний трубопровід; 9 – дренажна труба; 10 – з'єднання з водопроводом; 11 – повітряні лінії; 12 – повітряні крани

Рисунок 1.5.1.1 – Принципова схема системи водяного опалення з верхнім (а) і нижнім (б) розведенням і природною циркуляцією

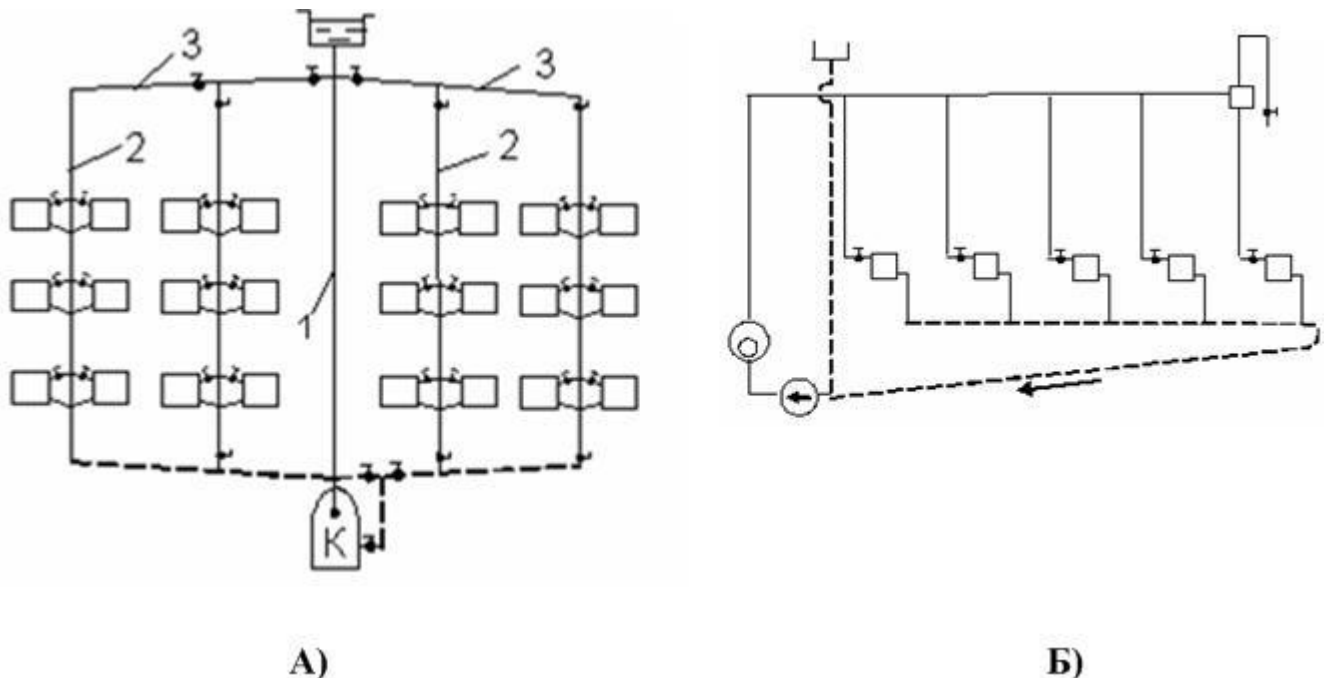
Повітряні крани влаштовані таким чином, що пропускають при повному відкритті тільки повітря. Розширювальний бак в обох схемах використовується для створення додаткової ємності, необхідної для компенсації розширення води при нагріванні, видалення повітря і підтримування гідростатичного тиску води в системі опалення.

Двотрубні системи водяного опалення з природною і насосною циркуляцією характеризуються наявністю двох стояків. Одним із них, подаючому, вода надходить в опалювальні прилади, а іншим (зворотнім), вода, яка віддала тепло в опалювальних приладах, надходить в зворотний магістральний трубопровід і далі – в котел або тепловий пункт. Таким чином, різниця температур води на вході і виході з опалювальних приладів максимальна (приблизно дорівнює різниці температур води в подаючій і зворотній магістралях), а отже потрібна

площа опалювальних приладів в цій системі менша порівняно з однотрубною системою водяного опалення.

Однотрубні системи водяного опалення (рис. 1.5.1.2) характеризуються наявністю тільки одного стояка; внаслідок чого гаряча вода проходить послідовно через декілька опалювальних приладів по вертикалі, а потім надходить в котел. Частина води підведеннями потрапляє в опалювальні прилади, а частина перемичкою проходить повз них. Перемичка називається *замикаючою ділянкою*.

За напрямком руху води в магістральному подаючому і зворотному трубопроводах: тупикові і з попутним рухом води. Усі приведені вище схеми систем опалення є *тупиковими* системами водяного опалення. Характерні ознаки тупикових систем – різний напрямок руху води в магістральних подаючому і зворотному трубопроводах і різна довжина циркуляційних кілець системи опалення. *Циркуляційним кільцем* називається замкнутий трубний контур потоку гарячої води від вводу в будинок (або від котла) в будь-якому напрямку і до будь-якого опалювального приладу (або декількох послідовно з'єднаних) і потоку зворотної води, який повертається до теплового пункту (або котла). Різна довжина кілець викликає нерівні умови для нормальної роботи опалювальних приладів. Якщо кільце довге, то створюються умови для недоотримання цим приладом необхідної кількості води, а отже і тепла. Правильним підбором діаметрів труб цього можна уникнути.



А) схема однотрубної системи водяного опалення з осьовими замикаючими ділянками: К – котел; 1 – головний стояк; 2 – стояк; 3 – подаючий магістральний трубопровід; Б) Схема системи водяного опалення з попутним рухом води

Рисунок 1.5.1.2 – Принципова схеми систем водяного опалення

Системи з попутним рухом води (рис.1.5.1.2, Б) характеризуються такими показниками: однаковим напрямком руху води в подаючому і зворотному трубопроводах та однаковою довжиною циркуляційних кілець. Завдяки останньому через всі опалювальні прилади проходить приблизно однакова кількість води, що забезпечує розрахункову тепловіддачу. Недоліком цих систем є велика довжина труб, а отже менша економічність. Такі системи використовують у великих громадських будинках і в довгих (у плані) виробничих будинках.

За способом циркуляції: з природною і насосною циркуляцією. Системи з природною циркуляцією інакше називають гравітаційними системами. Циркуляція води в таких системах виникає за рахунок різниці гідростатичного тиску двох стовпів води однакової висоти. Різні гідростатичні тиски виникають через різні густини води внаслідок охолодження води в трубопроводах і опалювальних приладах. Рух води в насосних системах здійснюється за рахунок роботи насосів. Насос влаштовується на зворотному магістральному трубопроводі перед водопідігрівачем, розташованим у тепловому пункті (або котлом). Завдяки тому, що рух води здійснюється за допомогою насоса, швидкість руху води в трубопроводах значно вище, ніж в гравітаційній системі. Це дозволяє зменшити діаметри трубопроводів, що здешевлює систему опалення і дозволяє збільшити радіус її дії.

Завдяки збільшенню швидкостей руху води до 1–1,5 м/с (громадські будівлі) і 3 м/с (промислові будівлі) для видалення повітря із всіх точок системи приймаються такі конструктивні рішення: ухили подаючих магістралей влаштовують у напрямку, зворотньому руху води; у верхніх точках системи (кінці подаючих магістральних трубопроводів) влаштовують повітрозбірники; розширювальний бак приєднують до зворотного трубопроводу перед насосом за ходом води. Регулювальні крани влаштовують не тільки на підведеннях до кожного радіатора, але й на кожному подаючому і зворотному стояках. Насосні системи можуть не мати насоса в межах будинку. Насоси в кожному будинку можуть бути замінені одним насосом на ТЕЦ або в районній котельні. Замість відцентрового насоса може бути встановлений елеватор.

1.5.1.3. Вихідні дані для виконання проєктних робіт на відповідній стадії замовник надає до початку виконання проєктно-вишукувальних робіт. Ці роботи виконуються на підставі договорів (контрактів), узгоджених між замовниками і проєктувальниками. Договір – основний організаційно-правовий документ, що регламентує взаємини між замовником і проєктувальником. Договір можна заключати на виконання передпроєктних робіт, комплексу проєктних робіт, дослідницьких робіт, окремих стадій і розділів проєкту.

До складу вихідних даних входить:

- архітектурно-планувальне завдання;
- технічні умови щодо інженерного забезпечення об'єкта;
- завдання на проєктування та інше.

Завдання на проєктування замовник складає сам або доручає проєктувальникові. Технічні умови повинні передбачати винятково ті роботи й у тих об'ємах, які необхідні для здійснення інженерного забезпечення об'єкта, що проєктується. Технічні умови можуть передбачати роботи з будівництва додаткових об'єктів, розширення або реконструкції системи відповідних інженерних мереж населеного пункту у випадку, якщо ці умови й роботи необхідні для приєднання об'єкта до відповідних інженерних мереж і комунікацій. Замовлення на проєктування об'єкта проєктувальник одержує через замовника або за підсумками архітектурного конкурсу або торгів (тендерів), порядок проведення яких встановлений чинним законодавством.

Проєктування може виконуватися:

- в одну стадію – робочий проєкт (РП), що включає робочі креслення для виконання будівельно-монтажних робіт;
- у дві стадії – для об'єктів *громадського призначення* – ескізний проєкт (ЕП), а для об'єктів виробничого призначення - техніко-економічний розрахунок (ТЕР) і робоча документація (РД).

Погодження із зацікавленими організаціями і затвердження інвестором підлягають РП при одностадійному проєктуванні або ЕП або ТЕР – при двостадійному проєктуванні.

Для *технічно складних об'єктів* щодо містобудівних, архітектурних, художніх й екологічних вимог, технології, інженерного забезпечення, впровадження нових будівельних конструкцій і матеріалів, проєктування виконується *в три стадії*: для об'єктів громадського призначення – ЕП, а для об'єктів виробничого призначення – техніко-економічне обґрунтування (ТЕО);

Погодженню і схваленню замовником підлягають ЕП або ТЕО. Проєкт підлягає погодженню і затвердженню інвестором. У випадку проєктування технічно складних комплексів виробничих об'єктів затвердженню підлягає ТЕО комплексу і стадія П окремих виробничих об'єктів. Замовник має право доручити проєктувальникам виконати передпроєктні розробки щодо розміщення об'єкта на будь-якій території без спеціальних дозволів і погоджень (за винятком зон з особливим режимом). Такі передпроєктні розробки не можуть бути стадією проєктування та підлягають тільки розгляду і схваленню замовником та органами містобудування і архітектури. Склад і об'єм цих робіт визначаються відповідним контрактом (договором).

Проєктувальники при розробці проєктної документації повинні забезпечувати:

- відповідність архітектурним і містобудівним вимогам, високу якість виконання;
- відповідність діючим нормативним документам, а при відхиленні від них виконувати погодження у встановленому порядку;
- захист навколишнього природного середовища, екологічну безпеку і раціональне використання природних ресурсів;
- відповідність вимогам енергозбереження;

- експлуатаційну надійність і безпеку;
- ефективність інвестицій;
- патентоспроможність і патентну чистоту технічних рішень і застосованого обладнання;
- відповідність всіх проєктних рішень вихідним даним і дозвільним документам.

Стадія ЕП розробляється для концептуального визначення вимог до містобудівного, архітектурного, художнього, екологічного і функціонального рішення об'єкта, принципового затвердження можливості створення об'єкта громадського призначення. У складі ЕП для обґрунтування ухвалених рішень відповідно до завдання замовника можуть додатково виконуватися інженерно-технічні розробки, схеми інженерного забезпечення об'єкта, розрахунки кошторисної вартості і обґрунтування ефективності інвестицій. ЕП розробляється на підставі завдання на проєктування й вихідних даних. Матеріали ескізного проєкту передаються замовникові в чотирьох екземплярах.

Стадія ТЕО (ТЕР) розробляється для об'єктів виробничого призначення, які мають потребу в детальному обґрунтуванні відповідних рішень і визначення доцільності будівництва об'єкта. ТЕР застосовується для технічно складних об'єктів виробничого призначення і розробляються на підставі завдання на проєктування і вихідних даних. ТЕО (ТЕР) обґрунтовує потужність виробництв, номенклатуру і якість продукції, якщо вони не задані директивно, кооперації виробництва, забезпечення сировиною, матеріалами, напівфабрикатами, паливом, електро- і теплоенергією, водою й трудовими ресурсами, включаючи вибір конкретної ділянки для будівництва, розрахункову вартість будівництва та основні техніко-економічні показники.

Стадія П розробляється для визначення містобудівних, архітектурних, художніх, екологічних, технологічних, інженерних рішень об'єкта, кошторисної вартості будівництва і техніко-економічних показників. До складу проєктної продукції, що передається замовникові, не входять інженерно-технічні, техніко-економічні, екологічні й інші розрахунки, матеріали проєктів-аналогів, а також матеріали інженерних вишукувань. Ці матеріали зберігаються у проєктувальника відповідно до вимог нормативних документів і можуть бути надані замовникові на його вимогу у вигляді копій за умови оплати послуг за розмноження або у експертний орган у тимчасове користування на його вимогу.

Стадія РП розробляється для визначення містобудівних, архітектурних, художніх, екологічних, технологічних, інженерних рішень об'єкта, розрахункової вартості будівництва, техніко-економічних показників і виконання будівельно-монтажних робіт (робочі креслення). Застосовується для технічно складних об'єктів, а також об'єктів з використанням проєктів масового застосування.

Стадія РД розробляється для виконання будівельно-монтажних робіт. РД розробляється на підставі затвердженої попередньої стадії. До складу РД повинні входити робочі креслення, які розробляються відповідно до вимог державних

стандартів – комплексу А.2.4 “Система проектної документації для будівництва” (СПДБ).

Приклад етапів розробки проекту по опаленню

ЕТАПИ РОБІТ З РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ ОПАЛЕННЯ

1. Вихідні дані для проектування й аналіз існуючої системи опалення:

- а) натурні обмірювання приміщень;
- б) специфікація приміщень проєктованих будинків - виконуються виконавцями робіт шляхом натурних вимірів й інформації замовника;
- в) обстеження існуючої системи опалення (по будинках);
- г) аналіз і пропозиції по модернізації або використанню існуючої системи опалення будинків;
- д) обстеження існуючої системи гарячого водопостачання (по будинках);
- е) аналіз і пропозиції по модернізації або використанню існуючої системи гарячого водопостачання будинків. Результати виконаних робіт – плани будинків в об’ємі, необхідному для проектування системи опалення (для внутрішнього користування).

2. Розрахунок і проектування систем опалення та кондиціонування включає наступні етапи:

- а) теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій;
- б) розрахунок основних, додаткових тепловтрат і теплонадходжень;
- в) визначення трасування й погодження із замовником принципової схеми системи опалення;
- г) гідравлічний розрахунок системи опалення;
- д) підбір обладнання системи опалення (діаметрів труб, запірно-регулюючої арматури);
- е) вибір і розрахунок необхідної кількості опалювальних приладів.

3. Замовникові передається наступна технічна документація:

- а) плани поверхів будинків (по необхідності - розрізи, фрагменти) із системами опалення;
- б) аксонометричні схеми системи опалення;
- в) специфікація основного обладнання систем опалення.

1.5.1.4 Трубопроводи. У цей час замість сталевих (чорних і оцинкованих) труб, що традиційно використовувалися в системах опалення і гарячого водопостачання, широко використовуються мідні і полімерні труби. Гідравлічний опір систем, змонтованих із цих труб значно менше, що дозволяє збільшити швидкість руху теплоносія, тобто забезпечити більшу пропускну здатність при однаковому перетині труби [5]. Для компенсації лінійних подовжень трубопроводів застосовуються П-подібні компенсатори.

Запірна арматура

Номенклатура запірної арматури для сучасних систем опалення і гарячого водопостачання досить велика і містить у собі, крім засувки, що традиційно

застосовувалися раніше, вентилів і пробкових кранів, широкий спектр кульових кранів, а також поворотних кранів і дискових затворів [4, 12]. Арматура повинна вибиратися з урахуванням відповідності її параметрів максимально можливим граничним значенням температури і тиску в системі.



Рисунок 1.5.1.3 – П-подібні компенсатори на тепловій мережі

Балансувальні вентиля

Вентилі, що мають видимі пристрої для визначення положення запірного клапана, вираженого в числах обертів маховика, і в яких для кожного положення визначені характеристики опору називаються балансувальними (рис. 1.5.1.4,А).

Балансувальні вентиля застосовуються [4, 12]:

- для гідравлічного ув'язування паралельних циркуляційних контурів у проектах систем опалення і гарячого водопостачання;
- для створення фіксованого гідравлічного опору, що дозволяє створити необхідний перепад тиску перед терморегуляторами, тобто забезпечити регулювання тепловіддачі опалювальних приладів для підтримки заданої температури в приміщенні;
- для визначення фактичних витрат води на тих ділянках трубопроводної системи, на яких установлені вентиля.

Ручні балансувальні вентиля добре справляються з гідравлічним ув'язуванням тільки при постійних витратах води в стояках. При установці потрібно виходити з можливості зменшення витрати води в режимі, коли частина клапанів закриється.



А)



Б)

Рисунок 5.1.4 – Балансувальний вентиль (А) та регулятор тиску (Б)

Регулятори витрати і перепаду тиску

У цьому випадку при фіксованому положенні маховика балансувального вентиля перепад тиску на інших термостатичних клапанах даного циркуляційного кільця, може збільшитися, що в деяких випадках викликає виникнення шуму [4]. Щоб уникнути цього, при проєктуванні сучасних опалювальних систем використовують автоматичні регулятори витрати і регулятори перепаду тиску (рис. 1.5.1.4, Б). Регулятори витрати прямої дії працюють за принципом підтримки постійної величини перепаду тиску на вбудованому в регулятор або виносному фіксованому дроселі (рис. 1.5.1.5).

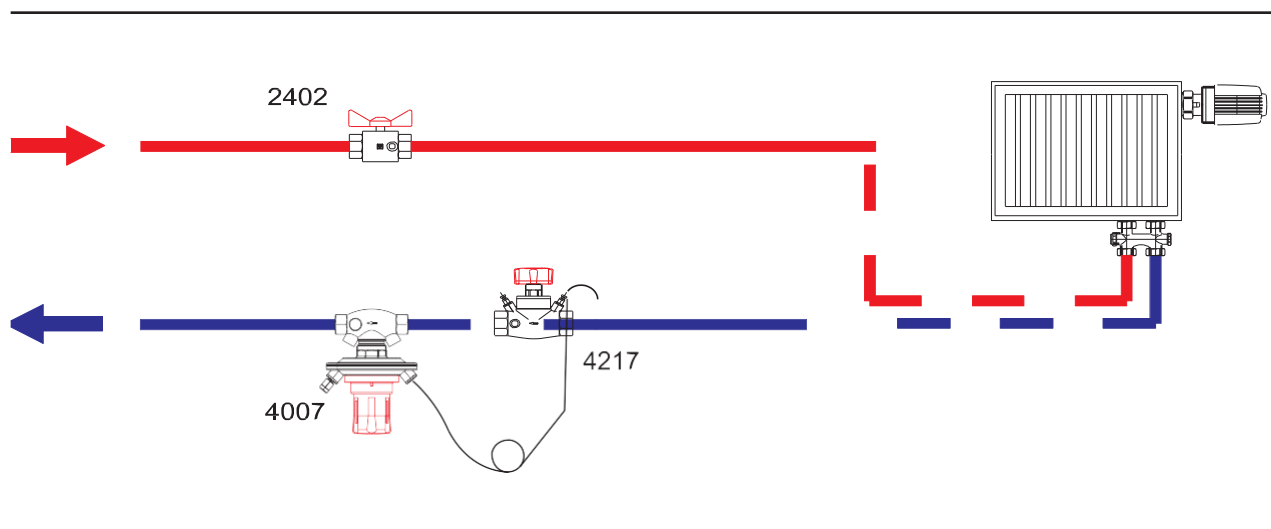
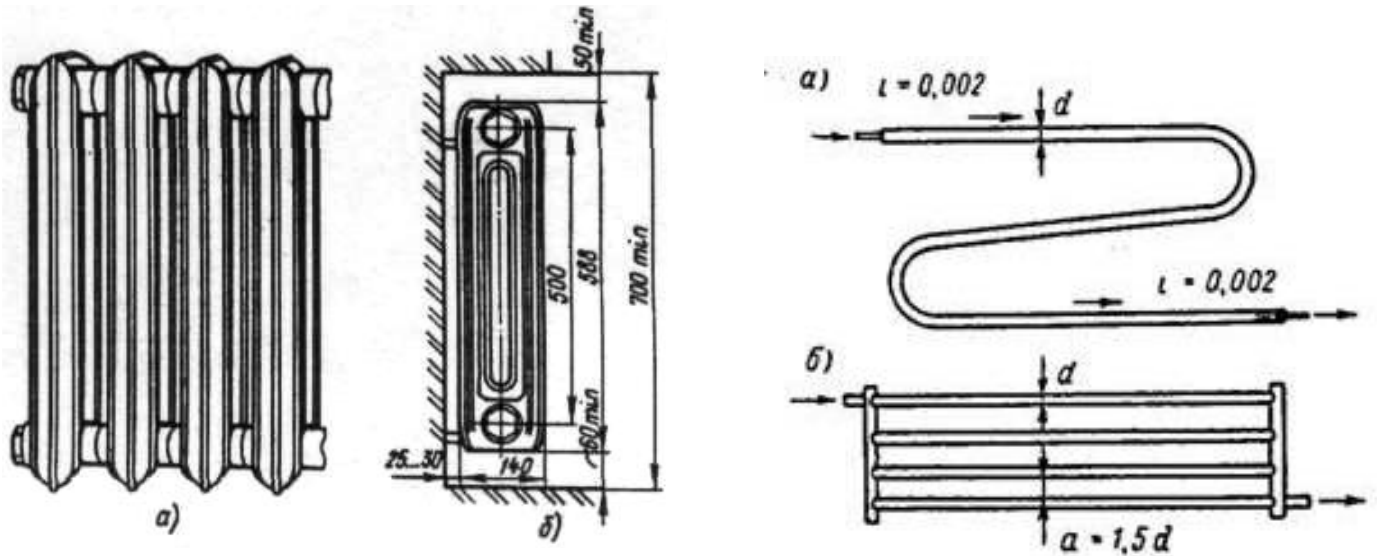


Рисунок 1.5.1.5 – Підтримка постійної величини перепаду тиску в системах, обладнаних термостатами з попереднім гідравлічним налаштуванням

Опалювальним приладом називають пристрій, призначений для передачі тепла від теплоносія до повітря огорожуючих конструкцій опалювального приміщення. Опалювальний прилад є елементом санітарно-технічного обладнання будинків будь-якого цільового призначення, тому при виборі його виду, необхідно

враховувати ряд вимог, по яких проводиться порівняння конструктивних розв'язків і аналізується ступінь досконалості.

Чавунні радіатори складаються з окремих секцій, з'єднаних спеціальними різьбовими з'єднаннями в опалювальні прилади потрібної поверхні нагріву. В даний час застосовуються декілька типів радіаторів (МС-140, МС-90, М-90).



А)

Б)

Рисунок 1.5.1.6 – Чавунний радіатор (А) та гладкі труби (Б) для опалення

На рис. 1.5.1.6, А показаний чавунний радіатор. Секції цих радіаторів мають дві колонки, з'єднані зверху і знизу порожнистими циліндричними частинами з двосторонньою внутрішньою різьбою. Циліндричні частини двох суміжних секцій з'єднуються за допомогою ніпелів у вигляді порожнинного циліндру із зовнішньою, також двосторонньою, різьбою. В комплект одного радіатора входять два прохідних радіаторних корка для приєднання до радіатора підвідних труб від стояків системи опалення і два глухих радіаторних корка. Щільність ніпельного з'єднання забезпечується використанням ущільнюючих прокладок (картон, просочений оліфою, або пароніт). За монтажною висотою радіатори поділяють на високі – 1000 мм, середні – 500 мм і низькі – 300 мм. Глибина секції – 140 і 90 мм. Найчастіше використовують середні радіатори. Виробництво чавунних радіаторів вимагає великої витрати металу, вони трудомісткі у виготовленні і монтажі.

При встановленні радіаторів обов'язковим є дотримання відстаней від поверхні радіатора до підлоги, верха і поверхні ніші (не менше 2,5-6 см); до бокових стінок ніші відстань приймають не менше 20–30 см. До чавунних опалювальних приладів відносять також *ребристі труби*, які приєднують до трубопроводів за допомогою фланців.

Гладкі труби у вигляді змійовика або регістра (рис. 1.5.1.5, Б) встановлюються на промислових і деяких комунальних підприємствах.

Ребристі труби виготовляють довжиною 0,5; 0,75; 1; 1,5 і 2 м з круглими ребрами і поверхнею нагріву 1; 1,5; 2; 3 і 4 м². Ребристість приладу збільшує поверхню тепловіддачі, але ускладнює очищення його від пилу і знижує коефіцієнт теплопередачі. Ребристі труби влаштовують у виробничих приміщеннях, комунальних підприємствах тощо.

До сталевих опалювальних приладів відносять: гладкі труби; радіатори, штамповані із листової сталі; калорифери і конвектори.

Сталеві панельні радіатори (рис. 1.5.1.7, А) порівняно з литими чавунними радіаторами мають приблизно вдвічі меншу масу, на 25÷30% дешевші, потребують менші затрати на транспортування і монтаж. Завдяки малій будівельній глибині їх зручно влаштовувати відкрито під вікнами і біля стіни. Застосування сталевих панельних радіаторів обмежено системами опалення, що використовують підготовлену теплофікаційну воду, яка має незначну корозійну дію. Для запобігання корозії сталеві радіатори покривають спеціальним антикорозійним фосфатним ґрунтом з нанесенням пиловідштотвуючої емалі з високим лиском або фосфатом заліза, потім катафорезним лаком і нарешті білим епоксиполіефірним лаком для корозійної і механічної стійкості.



А)



Б)

Рисунок 1.5.1.7 – Радіатори: А)металевий; Б) алюмінієвий

Алюмінієві радіатори (рис. 1.5.1.7,Б) мають високу тепловіддачу і вдвічі швидше, ніж чавунні, нагрівають приміщення. Недоліком їх є необхідність уникнення ударів. Міцнішими є *біметалеві радіатори*. За зовнішнім виглядом і конструкцією вони нагадують алюмінієві, проте відрізняються тим, що верхній і

нижній колектори виконані з 3-міліметрової сталі, що дозволяє експлуатувати їх при вищих тисках в системі.

Мідно-алюмінієві водяні радіатори влаштовані з горизонтальних мідних трубок і вертикальних алюмінієвих пластин, щільно насаджених на ці трубки (рис. 1.5.1.8).

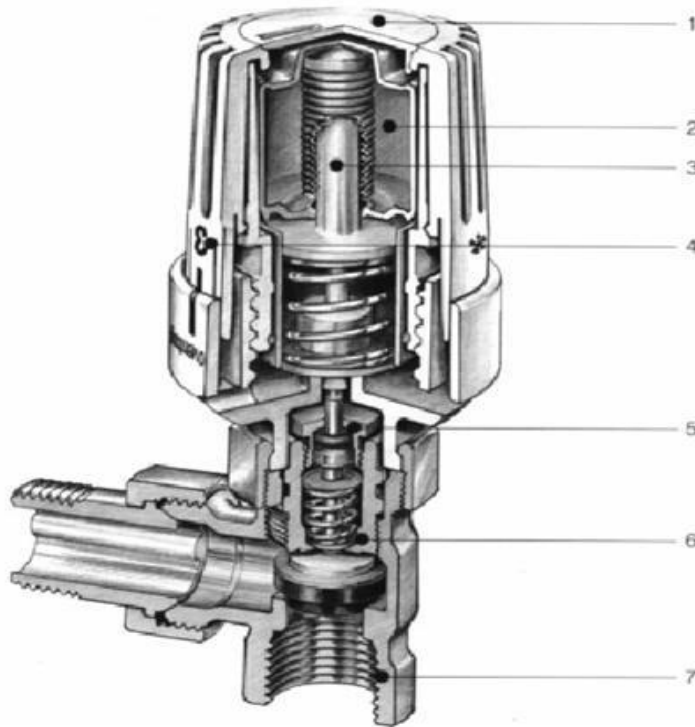


Рисунок 1.5.1.8 – Мідно-алюмінієвий радіатори: А)прямолінійний; Б) кутовий

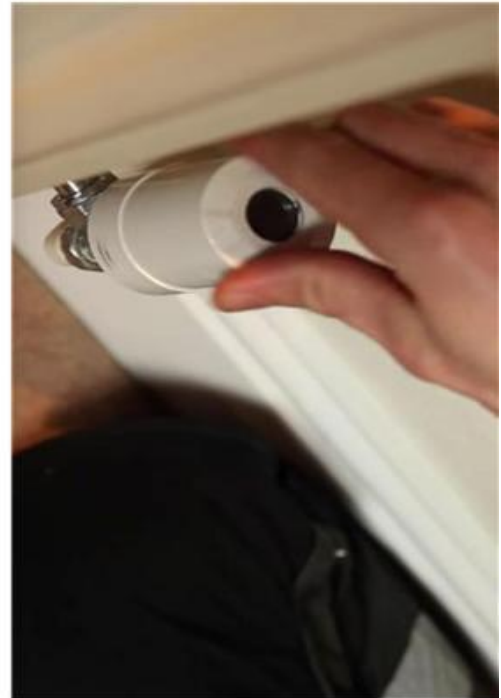
Передня і задня панелі, а також верхня декоративна кришка радіатора виготовлені з алюмінію і надають приладу стильного вигляду, завдяки чому радіатор є декоративною прикрасою приміщення. Радіатори мають повітровипускний ручний кран (кран Маєвського) [12]. До переваг таких радіаторів відносять: корозійну стійкість, завдяки чому радіатори можна встановлювати в приміщеннях з підвищеною вологістю (басейн, кухня, ванна кімната); набагато менший, ніж у панельних радіаторах об'єм води в приладі. Найбільший радіатор довжиною 2 м і тепловою потужністю понад 4 кВт вміщує всього 1,5 л теплоносія, що призводить до найменшої теплової інерції (митт'єве нагрівання і швидке охолодження) даних радіаторів, радіатори моментально нагріваються і швидко охолоджуються, не перегріваючи повітря без необхідності. Передача тепла від радіатора здійснюється шляхом конвекції, повітря приміщення активно переміщується, забезпечуючи рівномірність температури. Важливе значення має невелика маса радіатора. Згаданий вище радіатор має масу близько 16 кг, що полегшує транспортування, монтажні роботи, дозволяє встановлювати їх навіть на тонких гіпсокартонних перегородках.

В сучасних системах опалення для автоматичного підтримування температури повітря в приміщенні застосовують терморегулятори (рис.1.5.1.9, А), які встановлюються на вході в радіатор (рис.1.5.1.9, Б). Терморегулятори дозволяють зекономити до 20% теплової енергії і забезпечують підтримування постійної температури приміщення з точністю до 1 °С. Наприклад, радіаторні терморегулятори фірми Danfoss використовуються для будь-яких систем водяного опалення будинків. Вони обладнані вмонтованим датчиком, захистом від морозу, з діапазоном температури 6–26 °С, пристроєм для обмеження та фіксації

налаштованої температури. Конструкція терморегулятора показана на рис.5.1.9, А. Чутливим елементом є термобалон, заповнений рідиною з високим коефіцієнтом об'ємного розширення. Під дією температури повітря відбувається стискання або розширення сильфону термобалону, який діє на шток, закриваючи або відкриваючи клапан.



А)



Б)

Рисунок 1.5.1.9 – Конструкція терморегулятора

В двотрубній схемі з розподільовачем (рис. 1.5.1.10) трубопроводи прокладаються в штробах підлоги і стінах в спеціальних захисних гофрованих трубах (“пешель”). До кожного приладу влаштовується індивідуальне підведення від розподільовача по найкоротшій відстані. Розподільовачі монтуються в шафках або шахтах. Лічильник тепла влаштовується перед розподільовачем. Видалення повітря повинне здійснюватись з кожного опалювального приладу і з розподільовача.

Підключення труб до розподільовача може здійснюватись за допомогою роз'ємних з'єднань. Схема є матеріалоємною. Стояки для зменшення некорисних тепловтрат розміщують вздовж внутрішніх стін будинку, наприклад, на сходовій клітці.

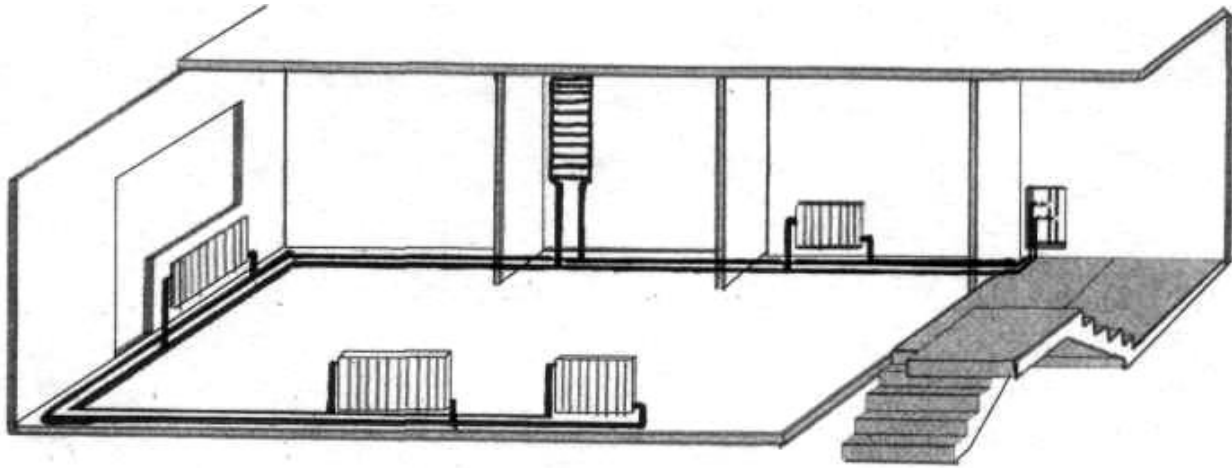


Рисунок 1.5.1.10 – Двотрубна схема водяного поквартирного опалення в горизонтальній петлі

Опалювальні прилади, що встановлюються біля зовнішніх стін, підключають до приладу і з розподільвача. Підключення труб до розподільвача може здійснюватись за допомогою роз'ємних з'єднань. Схема є матеріалоемною.

? Питання для самоконтролю

1. Яким чином здійснюється природна та штучна циркуляція?
2. Як працюють системи опалення з верхнім розведенням?
3. Як виконується проектування теплових мереж для технічно складних об'єктів?
4. З яких конструктивних елементів складається система опалення?
5. Які схеми прокладання застосовують для горизонтальних трубопроводів?

Тема 1.5.2 Обладнання зовнішніх теплових мереж

Мета вивчення теми: ознайомлення із властивостями матеріалів для теплових трубопроводів, засвоєння теоретичних знань з основних методів прокладки теплових мереж, розуміння особливостей улаштування теплоізоляції теплових мереж, розширення знань щодо принципів застосування арматури на теплових мережах.

План

- 1.5.2.1 Типи труб для теплових мереж.
- 1.5.2.2 Канали для прокладки теплових мереж.
- 1.5.2.3 Безканальна прокладка.
- 1.5.2.4 Теплоізоляція мереж.

 **Ключові терміни:** теплові трубопроводи; прохідні та непрохідні канали; теплоізоляційні матеріали; теплові подовження; арматура.

1.5.2.1 Для прокладки теплових мереж найбільше поширення одержали сталеві електрозварні (ГОСТ 10704-76), сталеві безшовні труби (ГОСТ 8732-78, ГОСТ 8734-75). Сталеві труби з'єднуються, як правило, зварюванням, що забезпечує міцність не меншу, чим міцність труби. Також застосовуються труби з поліетилену PE-RT неізольовані та попередньо ізольовані “термоізол (рис. 1.5.2.1, А), які відповідають вимогам [27, табл. Б1]. Поліетиленові труби мають переваги у застосуванні: зменшення витрат тепла при транспортуванні до 1,5-2,5%; термін експлуатації теплотраси становить 30-40 років; зменшення капітальних витрат на 15-20 %; зменшення експлуатаційних витрат у 9 разів; зменшення ремонтних витрат у 3 рази. Для надземної прокладки нових теплопроводів та при реконструкції існуючих застосовуються трубопроводи в оцинкованій (spiro) оболонці з провідною трубою з поліпропілену PP-R (рис. 1.5.2.1, Б), з подвійною сталевією провідною трубою (рис. 1.5.2.1, В), якщо місця для прокладки двох окремих трубопроводів недостатньо.

Трубопроводи теплових мереж прокладаються паралельно рельєфу місцевості з мінімальним ухилом 0,002. У нижніх точках мережі передбачаються випуски для спорожнення мереж, у верхніх – вантузи для випуску повітря.

1.5.2.2 Прокладка теплових мереж може бути підземною і надземною. Підземна прокладка теплових мереж може здійснюватися в прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах, як показано на рис. 1.5.2.2. Прокладка в прохідних каналах застосовується при великій кількості мереж.

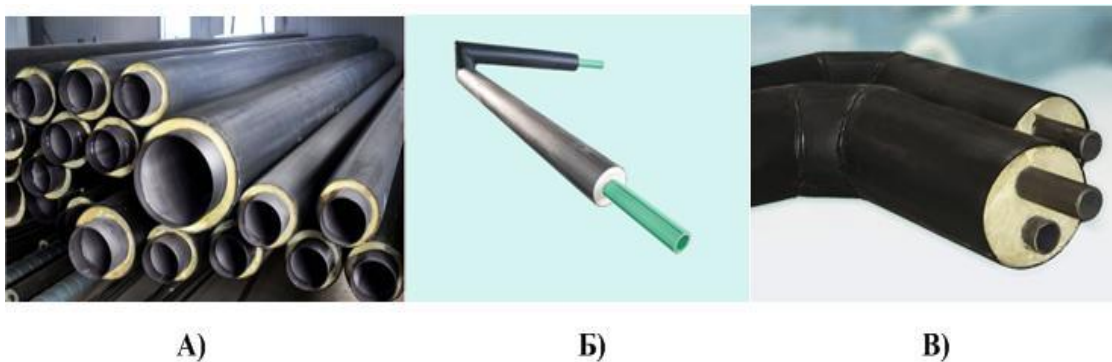
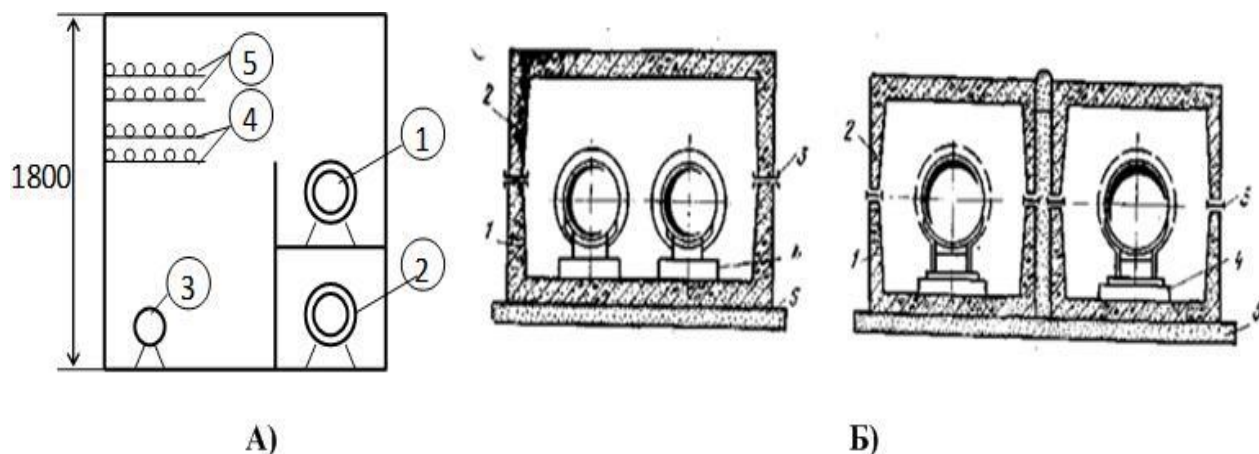


Рисунок 1.5.2.1. – Трубопроводи для теплових мереж: А) труби з поліетилену PE-RT неізольовані та попередньо ізольовані “термоізол; Б) з провідною трубою з поліпропілену PP-R; В) з подвійною сталевією провідною трубою.

Такі канали обладнуються вентиляцією з метою підтримки температури повітря не вище 30°C, електричним освітленням з напругою до 30 і пристроями для швидкого відводу води з каналів.

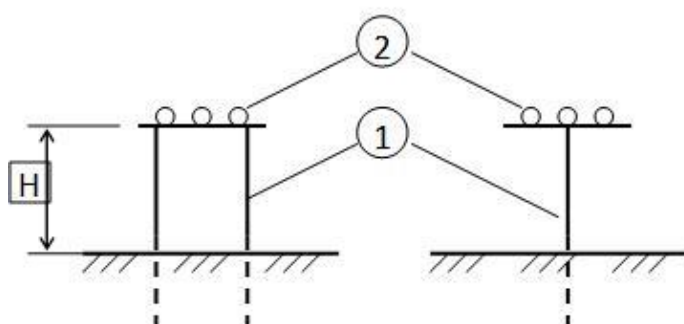
При невеликій кількості трубопроводів для забезпечення доступу до інженерних мереж влаштовуються напівпрохідні канали. Висота таких каналів повинна бути не менше 1400 мм.



1 – трубопровід, який подає теплоносії, 2 – зворотний трубопровід, 3 – водопровід, 4 – силові кабелі, 5 – кабелі зв'язку

Рисунок 1.5.2.2 – Прокладка теплових мереж у прохідних А) та непрохідних Б) каналах

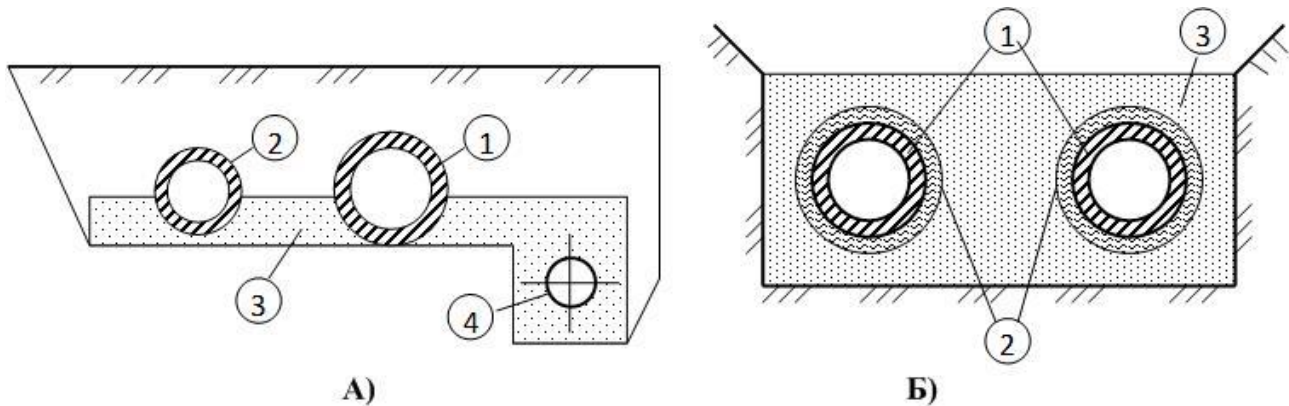
1.5.2.3 Прокладка теплопроводів в непрохідних каналах здійснюється безпосередньо у ґрунті (безканальна прокладка) та на опорах вище поверхні землі. При прокладанні трубопроводів у непрохідних каналах найбільше поширення одержали канали лоткового і збірного типів. Застосовуються також цегельні канали. Наземна прокладка може здійснюватися на низьких ($H=0,5\ldots 2,0\text{м}$) і високих опорах ($H=2\ldots 3\text{м}$) (рис. 1.5.2.3). Цей вид прокладки застосовується на виробничих підприємствах, в районах вічної мерзлоти, а також і в інших випадках при необхідному обґрунтуванні.



1 – опори, 2 – трубопроводи мережі.

Рисунок 1.5.2.3 – Прокладка теплових мереж на опорах

При застосуванні безканальної прокладки ізольовані трубопроводи укладаються безпосередньо у ґрунт на спеціальну підготовку.



1 – трубопровід, який подає теплоносій, 2 – зворотний трубопровід, 3 – піщана підготовка, 4 – дренажний трубопровід

Рисунок 1.5.2.4 – Безканальна прокладка: А) з водозниженням; Б) прокладка в засипних порошках

Для зниження рівня ґрунтових вод (рис. 1.5.2.4 А) прокладаються дренажні трубопроводи. Ухил дренажних труб повинен бути не менш 0,003.

При застосуванні безканальної прокладки теплопроводів у засипних порошках компонентом для виготовлення порошку, який спікається, служить природний бітум-асфальтит або штучний бітум.

Труби укладають в такий спосіб: спочатку засипають порошкоподібним асфальтоізолом, потім нагрівають трубу до температури його плавлення ($140...150^{\circ}\text{C}$) і підтримують цю температуру протягом 30...40 год. У період розігріву трубопроводу безпосередньо на поверхні труби утворюється щільний шар з розплавленого асфальтоізола, що має адгезію до зовнішньої поверхні сталевих трубопроводів та захищає її від зволоження і корозії. За цим щільним шаром утвориться другий запечений шар, що має пористу структуру та є основним теплоізоляційним матеріалом. Зовнішній, третій, порошкоподібний незапечений шар асфальтоізола служить додатковою тепловою та гідроізоляцією.

Безканальна прокладка теплопроводів може бути виконана також з литих конструкцій з пінобетону або перлітобетону. Змонтовані в траншеї сталеві трубопроводи заливають рідкою композицією ізолюючого матеріалу, яка підготовлена безпосередньо на трасі або доставлена в контейнері з виробничої бази. Після затвердіння композиції траншея засипається ґрунтом.

Глибина укладки теплових мереж в каналах приймається не менш 0,5 м до верху перекриття каналів, при безканальній – не менш 0,7 м до верху ізоляційної оболонки трубопроводу.

1.5.2.4 У прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах теплоізоляційний шар наноситься безпосередньо на трубопровід або поверх гідрофобного рулонного матеріалу.

Для теплоізоляції застосовують мінераловатні матеріали, вироби із скляного і штапельного волокна, пінопласт, перлітоцемент. Теплопроводи, прокладені в непрохідних каналах і тунелях, захищаються рулонним склопластиком, армованими пластмасовими матеріалами, фольгорубероїдом, алюмінієвою фольгою, азбестоцементною штукатуркою.

При наземній прокладці для теплоізоляції конструкцій застосовуються алюмінієві сплави, тонколистова сталь, углеродиста сталь загального призначення, склопластик рулоний.

Для сприйняття теплових подовжень трубопроводів теплових мереж застосовуються компенсатори: лінзові, сальникові, сильфонні, гнучкі компенсатори із труб (П-подібні компенсатори і кути поворотів).

Повне теплове подовження розрахункової ділянки трубопроводу (мм) визначається за формулою:

$$\Delta l = \alpha \times \Delta t \times L, \quad (1.5.2.1)$$

де α – середній коефіцієнт лінійного розширення сталі при нагріванні від 0° до $t^\circ\text{C}$;

Δt – розрахунковий перепад температур, прийнятий як різниця між робочою температурою теплоносія та розрахунковою температурою зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

L – відстань між нерухомими опорами, м.

? Питання для самоконтролю

1. Які матеріали застосовують для будівництва теплових мереж?
2. Які матеріали застосовують для теплоізоляції трубопроводів?
3. Які методи застосовують для прокладання теплових мереж?
4. Що таке теплове подовження труби?
5. В яких випадках застосовують арматуру на теплових мережах?

Розділ 1.6 Вентиляція будівельних об'єктів

Тема 1.6.1 Основи вентиляції та кондиціювання будівельних об'єктів

План

Мета вивчення теми: ознайомлення із видами систем вентиляції будівель, засвоєння теоретичних знань з основних вимог до систем вентиляції та кондиціювання приміщень, розуміння особливостей улаштування систем вентиляції, розширення знань щодо принципів трасування вентиляційних мереж.

1.6.1.1 Задачі системи вентиляції.

1.6.1.2 Система кондиціювання.

1.6.1.3 Вимоги до вентиляції та кондиціювання.

1.6.1.4 Класифікація систем вентиляції та кондиціювання.



Ключові терміни: система вентиляції; система кондиціювання; приточно-втяжна вентиляція; вентиляційні канали; загальнообмінна система вентиляції.

1.6.1.1 Під дією низки різних факторів повітря всередині приміщення може змінювати свій склад, температуру та вологість, що призводить до погіршення самопочуття людей або порушення нормального протікання технологічних процесів. Для того, щоб запобігти надмірному погіршенню якості внутрішнього повітря слід здійснювати обмін повітря в приміщенні, при якому з кімнати видаляється забруднене повітря, а на його місце надходить чистіше, як правило, зовнішнє повітря. Тому основна задача вентиляції полягає в забезпеченні обміну повітря для підтримання розрахункових параметрів внутрішнього повітря. Вентиляцією називають сукупність заходів та пристроїв, які забезпечують розрахунковий обмін повітря в приміщеннях (рис. 1.6.1.1).

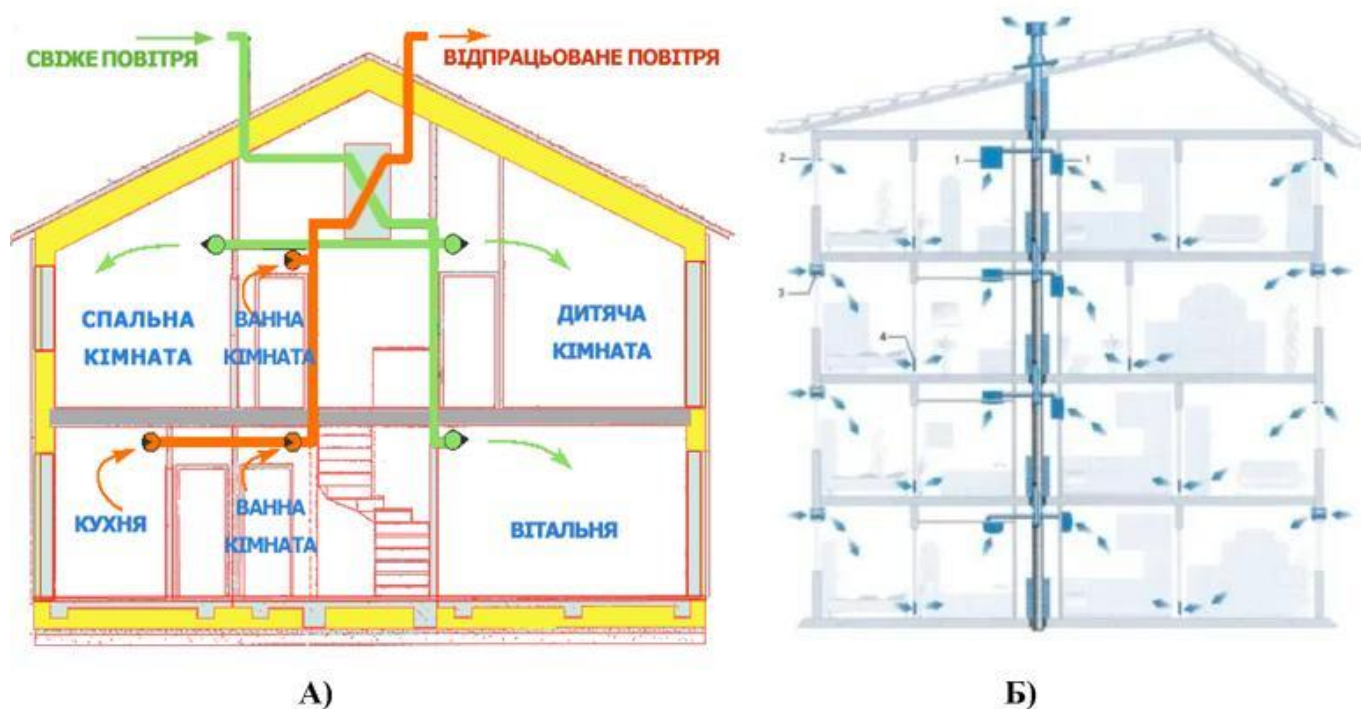


Рисунок 1.6.1.1 – Система вентиляції: А) приватний будинок; Б) багатоповерховий будинок

Вентиляція приміщень зазвичай забезпечується однією або кількома спеціальними інженерними системами – системами вентиляції, які складаються з технічних пристроїв. Такі пристрої виконують окремі задачі – нагрівання повітря, очищення, транспортування, розподіл повітря в приміщенні, зниження рівня шуму та інше. Окрім застосування технічних пристроїв, для нормального функціонування вентиляції потрібна реалізація певних технічних та організаційних заходів, наприклад, нормування швидкості руху повітря для

зменшення рівня шуму, якісне виготовлення повітропроводів для запобігання витокам тощо. Слід наголосити на тому, що вентиляція повинна забезпечувати не просто обмін повітря, а розрахунковий обмін, тобто влаштування системи вентиляції вимагає обов'язкового попереднього проєктування, під час якого визначається розрахунковий обмін повітря, конструкція системи та режими роботи всіх її пристроїв [2]. Тому вентиляція – це не просте провітрювання, яке забезпечує неорганізований обмін. Якщо мешканець відчиняє квартиру в кімнаті, то це ще не вентиляція, оскільки невідомими є потрібна кількість повітря та скільки насправді його надходить. Якщо ж виконані попередні спеціальні розрахунки, за допомогою яких встановлено, яку кількість повітря потрібно подати та на який кут відчинити квартиру, то тоді слід вести мову про влаштування природної вентиляції в цій кімнаті. Системи вентиляції забезпечують мікроклімат приміщень і в загальній ієрархії знаходяться між системами опалення та системами кондиціонування повітря.

1.6.1.2 Кондиціонування – це створення та автоматичне підтримання в приміщеннях параметрів повітря на певному рівні з метою забезпечення оптимальних умов, сприятливіших для самопочуття людей (рис. 6.1.2).



Рисунок 1.6.1.2 – Система кондиціонування

Автоматизована система кондиціонування підтримує заданий стан повітря в приміщенні незалежно від атмосферних умов. Основне обладнання системи компонується в один агрегат, який називають кондиціонером. Система вентиляції здатна забезпечувати на потрібному рівні температуру, рухливість, відносну вологість, запиленість та концентрації шкідливих виділень. Традиційна система, як правило, не має пристроїв для охолодження та осушення повітря, тому в теплий

період року вона не завжди забезпечує дотримання температури і вологості в приміщенні на оптимальному рівні.

Враховуючи це, система вентиляції розраховується на підтримання не оптимальних, а допустимих параметрів внутрішнього повітря. Складнішою, досконалішою та потужнішою є система кондиціювання повітря, яка здатна забезпечити в приміщенні дотримання всіх параметрів повітря на заданому рівні з потрібним ступенем забезпеченості. Чіткої межі між системами вентиляції та кондиціювання провести неможливо. Традиційно система кондиціювання відрізняється від системи вентиляції наявністю джерела холоду та охолоджувача повітря тієї чи іншої конструкції. Обидві системи досить часто використовують для повітряного опалення, подаючи в приміщення перегріте повітря. Рух повітря зовні, в самому приміщенні та з нього об'єднуються поняттям повітряного режиму будівлі. Всі питання, пов'язані з повітряним режимом поділяють на три задачі – внутрішню, крайову та зовнішню. Внутрішня задача вирішує питання розрахунку параметрів повітря та його руху в самому приміщенні (розрахунок потрібного обміну повітря, його розподіл в приміщенні і т.п.), крайова – руху повітря із атмосфери в приміщення (вибір способу обробки повітря та вентиляційного обладнання) і зовнішня - руху повітря в атмосфері після його викиду (розрахунок гранично допустимих викидів, вибір місця розташування викидних пристроїв тощо)

1.6.1.3 Системи вентиляції та кондиціювання повинні відповідати санітарно-гігієнічним, економічним , енергетичним та іншим вимогам. Однак, на жаль, створення ідеальної системи, яка задовольнить всі вимоги, принципово неможливо. Наприклад, встановлення додаткового обладнання підвищує можливості системи, але зростає її вартість, ускладнюється ремонт тощо. Тому слід пам'ятати, що будь-яке технічне рішення, в тому числі і система вентиляції, є певним компромісом між виконанням вимог, які часто протирічать одна одній.

Системи вентиляції і кондиціювання повітря повинні задовольняти: санітарно-гігієнічним, технологічним, енергетичним, економічним, конструктивним, експлуатаційним, пожежної безпеки, екологічним, архітектурно-будівельним та будівельно - монтажним вимогам.

Санітарно – гігієнічні вимоги полягають в дотриманні стану внутрішнього повітря, який відповідає санітарним нормам.

Технологічні – якість внутрішнього повітря повинна задовольняти вимогам технологічних процесів, які відбуваються у приміщенні. В окремих випадках для виконання цих вимог потрібно використовувати не систему вентиляції, а систему кондиціювання повітря.

Енергетичні вимоги полягають в тому, що системи вентиляції та кондиціювання повинні виконувати свої функції з мінімальним споживанням теплової та електричної енергії.

Економічні – вартість самих систем та їх експлуатація повинні бути якомога нижчими. Конструктивно-технологічні вимоги передбачають сучасні ефективні

способи виробництва систем вентиляції та кондиціонування. Мінімально можливі втрати праці під час експлуатації передбачають експлуатаційні вимоги.

Вимогами пожежної безпеки передбачається унеможливлення виникнення пожежі при експлуатації систем вентиляції та перекидання полум'я з одного приміщення в інше через систему вентиляції. Робота систем вентиляції та кондиціонування не повинна забруднювати довкілля (екологічні вимоги), їх елементи не повинні порушувати внутрішній інтер'єр приміщення (архітектурно – будівельні) та монтуватися із застосуванням технологічних способів, які забезпечують високу якість системи (будівельно-монтажні).

1.6.1.4 Системи вентиляції класифікують за функціональним призначенням та відповідно до принципових конструктивних особливостей.

За призначенням вентиляційні системи поділяють на припливні та витяжні. Насправді, це поділ за напрямком руху повітря – припливні системи подають повітря в приміщення, витяжні - видаляють повітря з нього. Цей поділ достатньо умовний, оскільки крім чисто припливних та витяжних систем, які є прямоточними, існують і змішані системи з рециркуляцією повітря – припливно – витяжні, як показано на рис.1.6.1.3.

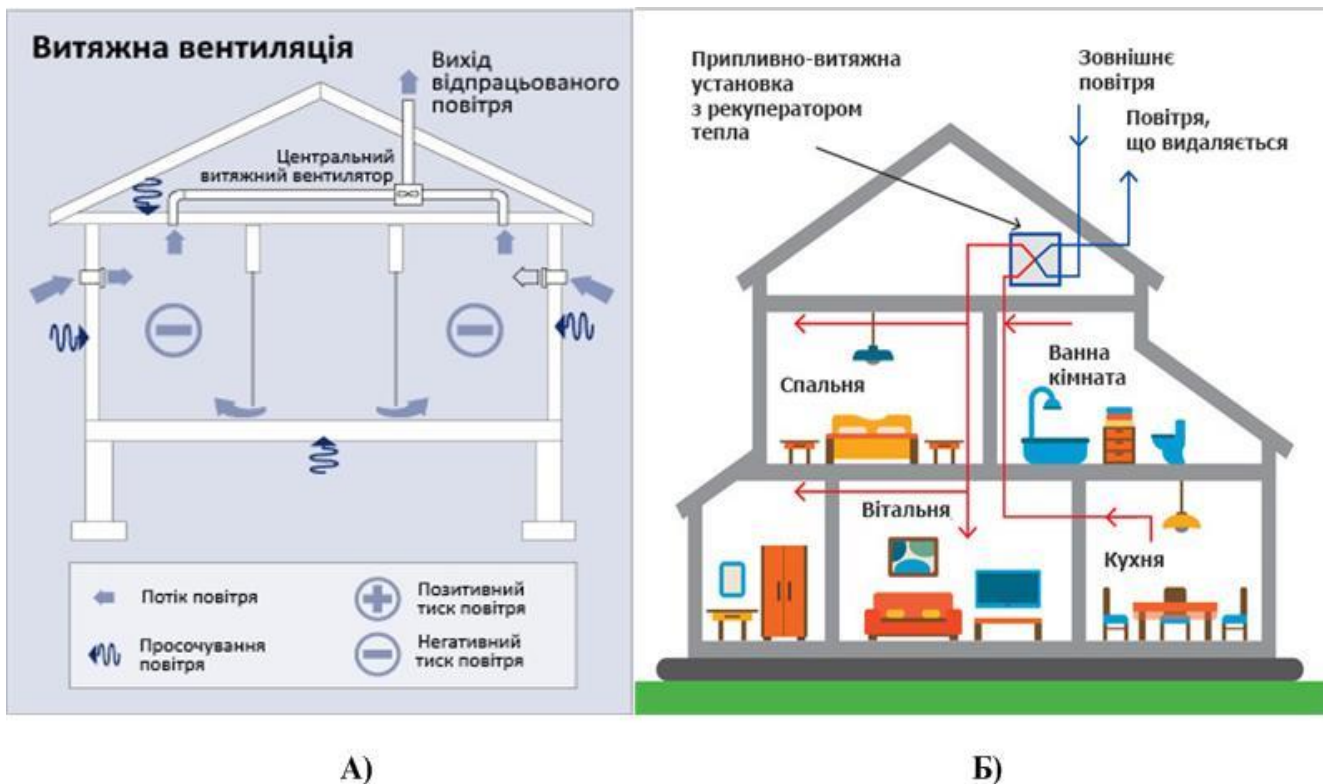
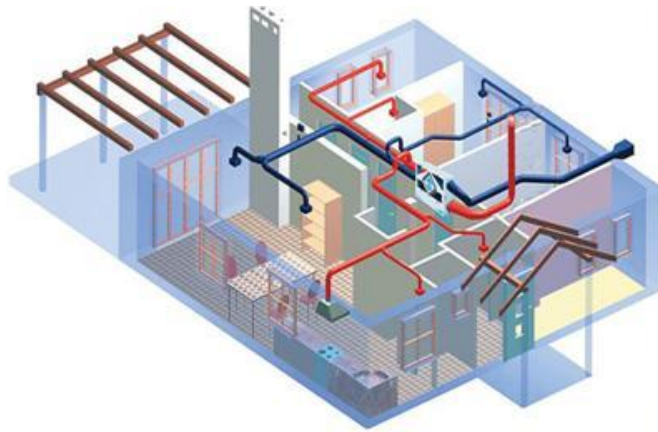


Рисунок 1.6.1.3 – Системи вентиляції: А)витяжна; Б) приточно-витяжна

За зоною обслуговування системи поділяють на загальнообмінні та місцеві. Загальнообмінні системи обслуговують весь об'єм приміщення (рис. 6.1.4, А), а місцеві системи подають або видаляють повітря з окремих робочих зон, чи від

джерел виділення шкідливих речовин, особливо, у виробничих приміщеннях, як показано на рис. 1.6.1.4, Б.



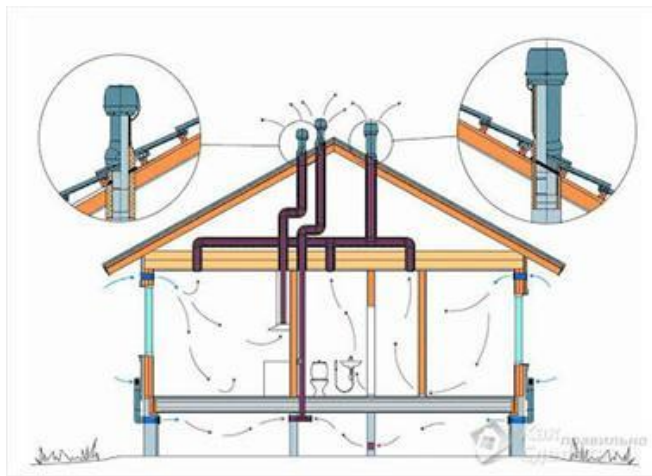
А)



Б)

Рисунок 1.6.1.4 – Системи вентиляції: А)загальнообмінна; Б) місцева спонукальна

За способом збудження руху повітря системи поділяють на системи з природним та системи з механічним збудженням. В перших рух повітря здійснюється під дією гравітаційного тиску, в других – за допомогою вентиляторів (рис. 1.6.1.4).



А)

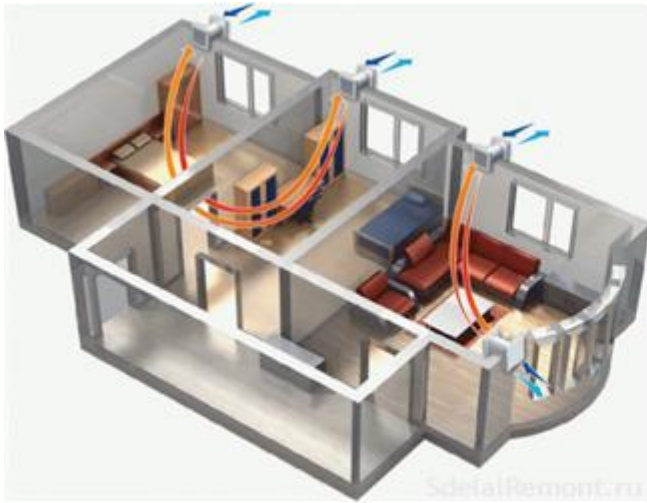


Б)

Рисунок 1.6.1.4 – Системи вентиляції: А)природна; Б) механічна

За наявністю повітропроводів системи вентиляції поділяють на каналні та безканалні.

Залежно від конкретних умов обирають такий тип системи, який забезпечує виконання поставлених задач з мінімальними витратами. Досить часто приміщення обслуговуються кількома системами.



А)



Б)

Рисунок 1.6.1.4 – Системи вентиляції: А) безканалъна; Б) каналъна система

Системи кондиціювання кваліфікують:

1. За призначенням – комфортні та технологічні. Комфортні призначені для створення та підтримання параметрів повітря, які задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам, технологічні -вимогам технологічних процесів.
2. За режимом роботи системи поділяють на сезонні та такі, яка працюють протягом року.
3. За характером зв'язку з приміщенням, яке обслуговується – на центральні та місцеві.
4. За схемою обробки повітря – прямооточні, рециркуляційні та комбіновані.
5. За тиском - низького, середнього та високого тиску.
6. За кількістю зон обслуговування - однозональні та багатозональні
7. За забезпеченням метеорологічних умов в приміщенні - першого, другого та третього класу.
8. За наявністю власного джерела тепла та холоду-автономні і неавтономні.

? Питання для самоконтролю

- 1.3 якою метою здійснюють обмін повітря в приміщенні?
2. Чим система вентиляції відрізняється від системи кондиціювання?
3. Яким вимогам повинні відповідати системи вентиляції та кондиціювання?
4. За якими ознаками класифікують системи вентиляції?
5. За якими ознаками класифікують системи кондиціювання?

Тема 1.6.2 Вентиляційне обладнання та аксесуари

Мета вивчення теми: ознайомлення з конструктивними особливостями вентиляторів різних типів, ознайомлення з особливостями улаштування повітропроводів різних видів, розуміння особливостей улаштування вентиляційних повітряних фільтрів, ознайомлення з конструктивними особливостями та улаштуванням повітророзподільників.

План

1.6.2.1 Вентилятори, їх конструктивні особливості та особливості улаштування.

1.6.2.2 Види повітропроводів.

1.6.2.3 Вентиляційні повітряні фільтри.

1.6.2.4 Повітророзподільники.



Ключові терміни: вентилятор; повітропровід; вентиляційні фільтри; вентиляційні канали; панельний повітророзподільник.

1.6.2.1 Вентилятор – це механічний пристрій, призначений для транспортування повітря в системах механічної вентиляції.

За конструкцією та принципом дії вентилятори поділяють на осьові (аксіальні), радіальні (відцентрові) та діаметральні (тангенційні).

За повним тиском, який вони створюють, вентилятори бувають низького (до 1кПа), середнього (до 3 кПа) та високого (до 12 кПа) тиску, за напрямком обертання робочого колеса – правого та лівого обертання.

Залежно від того, для транспортування якого середовища вони призначені, вентилятори поділяють на звичайні, корозійностійкі, термостійкі, вибухобезпечні та пилові.

За способом з'єднання робочого колеса з електродвигуном вентилятори можуть бути з безпосереднім з'єднанням, зі з'єднанням через еластичну муфту, з клиноремінною передачею та з регульованою безступеневою передачею. За місцем встановлення вентилятори поділяють на звичайні, встановлені на спеціальній опорі, каналні, встановлені безпосередньо в повітропроводі та дахові, встановлені на даху.

Основними характеристиками вентиляторів є такі параметри:

- витрата повітря, м³/год; повний тиск, Па;
- частота обертання, об/хв.;
- споживана потужність, кВт;
- коефіцієнт корисної дії;
- рівень звукового тиску, дБ.

Осьовий вентилятор (рис.1.6.2.1) – це розташоване в циліндричному корпусі колесо із консольних лопатей, закріплених під кутом до площини обертання. Робоче колесо найчастіше закріплюється на валу електродвигуна. При обертанні колеса повітря захоплюється лопатями і транспортується в осьовому напрямку. Порівняно з іншими типами, осьові вентилятори мають більший ККД і застосовуються в основному для подачі значної кількості повітря при малих опорах мережі.



Рисунок 1.6.2.1 – Осьовий (А) та діаметральний (Б) вентилятори

Діаметральний вентилятор (рис. 1.6.2.1,Б) складається з робочого колеса барабанного типу з загнутими вперед лопатями та корпусу, який має патрубок на вході та дифузор на виході. Повітряний потік через робоче колесо проходить двічі. Такі вентилятори створюють плоский рівномірний потік повітря великої ширини і досить широко використовуються в установках кондиціонування та вентиляції.

Радіальний вентилятор (рис. 1.6.2.2, А) – це розташоване в спіральному корпусі робоче колесо, при обертанні якого повітря потрапляє в простір між лопатями, рухається в радіальному напрямку і стискається.

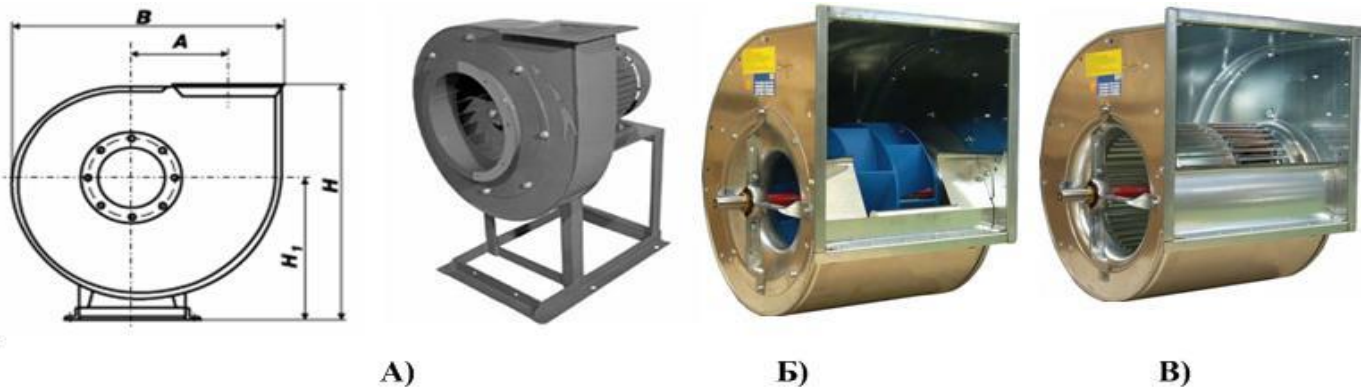


Рисунок 1.6.2.2 – Радіальні вентилятори: А) конструкція; Б) із загнутими вперед лопатями; В) із загнутими назад лопатями

Під дією відцентрової сили повітря відкидається в спіральний корпус і спрямовується в нагнітальний отвір. Лопатки робочого колеса виготовляють загнутими вперед чи назад. В системах вентиляції та кондиціонування застосовують такі радіальні вентилятори: одностороннього чи двостороннього всмоктування, на одному валу з двигуном чи ні, із загнутими вперед (рис. 1.6.2.2, Б) чи назад лопатками (рис. 1.6.2.2, В).

Вентилятори підбирають за індивідуальними характеристиками, наведеними в каталогах фірм – виробників, таким чином, щоб при заданих значеннях витрати та тиску ККД вентилятора був максимальним.

1.6.2.2 Повітропровід – пристрій, який використовують для транспортування повітря з природним або механічним імпульсом, має форму труби. Призначення і схеми вентиляційних систем, а також від властивості і параметри повітря, визначають матеріал, розміри та форму повітропроводів.

Повітропроводи поділяють на металеві, металопластикові і неметалеві. Крім цього, повітропроводи можуть бути гнучкі, напівгнучкі і такі, що виконують роль шумоглушника [2].



А)



Б)

Рисунок 1.6.2.3 – Повітропроводи: А)металеві; Б) металопластикові

За конструкцією поділяють на прямошовні та спіральні.

За способом з'єднання на фланцеві, безфланцеві та зварні.

Основні характеристики повітропроводів – це площа «живого перетину», форма (кругла або прямокутна) і жорсткість (жорсткі, напівгнучкі, гнучкі). Жорсткі виготовляють з оцинкованої сталі, вони можуть мати прямокутну або круглу форму. В окремих випадках виготовляють з нержавіючої сталі. Металеві повітропроводи виготовляють із листової оцинкованої або неіржавіючої сталі. В поперечному перерізі вони бувають круглі і прямокутні. Із всіх конструкцій

круглих повітропроводів найбільш і розповсюджені прямошовні із сталевого листа. Виконують повітропроводи круглого перерізу також із стрічки – спірально - навивні.

Металопластикові повітропроводи виготовляють із листових панелей, які мають наступну конструкцію: між двома зовнішніми стінками з термообробленого гофрованого алюмінію товщиною 80мкм наповнено шар жорсткого спіненого пластика товщиною 20мм. Листові панелі мають розміри 4000×1200×21мм, питому масу панелі 1,4 кг/м², максимальну температуру повітря, яке може транспортуватися по повітропроводу, 110°C, коефіцієнт теплопередачі 0,888 Втм²/°C. Перевагами металопластикових повітропроводів є їх легкість та висока міцність. Напівгнучкі та гнучкі мають круглу форму і переважно виготовлені з багат шарової алюмінієвої фольги. Недоліком таких повітропроводів є високий аеродинамічний опір, тому їх використовують на невеликих ділянках [2]. Пластикові повітропроводи часто застосовують для систем вентиляції з невеликою витратою потоку повітря; повітропроводи сталеві - вентиляційні канали з оцинкованої або нержавіючої сталі для великих промислових систем вентиляції будівель, у тому числі зовнішнього виконання; повітропроводи гнучкі - вентиляційні канали з алюмінію (повітропроводи напівжорсткі алюмінієві або гнучкі алюмінієві повітропроводи) або зі спеціального матеріалу (гофрований повітропровід), який дозволяє надавати будь-яку зручну для прокладання повітропроводів форму.

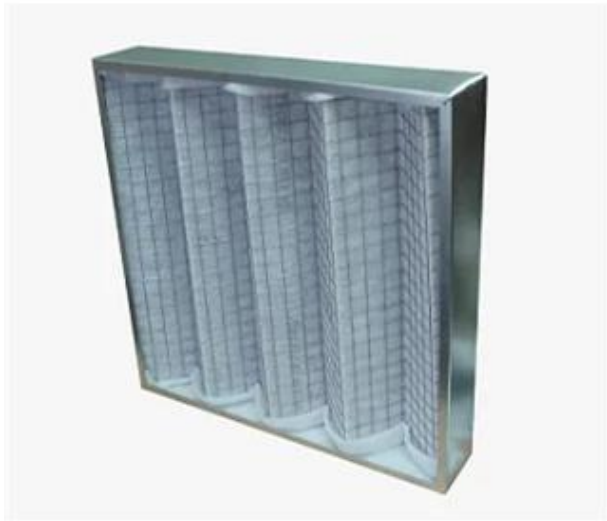
1.6.2.3. Повітряний фільтр є пристроєм для очищення повітря, в якому частки пилу затримуються на поверхні або в товщі пористого середовища. Ефективність вловлення часток пилу залежить від розмірів пор фільтрувального матеріалу. За європейськими стандартами фільтри поділяються на три класи – грубого, тонкого та особливо тонкого очищення. На фільтрах грубого очищення затримуються частки розміром 100 мкм тонкого – 1 мкм і більше, особливо тонкого - частки менших розмірів. Крім того, в кожному класі виділяють кілька типів фільтрів.

Фільтрувальним матеріалом у фільтрах грубого очищення є металізовані сітки та тканина із синтетичного волокна. Конструктивно фільтри оформляють у вигляді панелей (рис. 6.2.5), гофрованих листів тощо.



Рисунок 1.6.2.4 – Кишенькові фільтри

У фільтрах тонкого очищення використовується склотканина, іноді спеціально просочена. За конструкцією фільтри можуть бути кишеньковими (рис. 1.6.2.4), складчастими, панельними (рис. 1.6.2.5, А), зі змінними пластинами (рис. 1.6.2.5, Б). Кишенькові фільтри складаються із металевої рами, зовнішніх прокладок із сітки та кишень з фільтруючого матеріалу.



А)



Б)

Рисунок 1.6.2.5 – Повітряні фільтри: А) панельний; Б) зі змінними пластинами

Швидкість руху повітря в площині фільтрування в 5 разів менша за фронтальну швидкість. В складчастих фільтрах використовують гофровану склотканину. У фільтрах тонкого очищення використовують також активоване вугілля. Такі фільтри – це набір касет, заповнених активованим вугіллем. Цей фільтр має здатність поглинати запахи. У фільтрах надтонкого очищення можуть використовувати спеціально просочене активоване вугілля, клеєне скловолокно, клеєний папір. Найчастіше вони оформляються у вигляді складчастих чи сухих панельних фільтрів. Фільтри грубого очищення EU 1 використовують тоді, коли вимоги до якості повітря невисокі. Фільтри EU 2 - EU 4 призначені для зменшення концентрації пилу в повітрі, яке подається в приміщення зі звичайними вимогами, і використовуються для захисту вентиляційного чи кондиційного обладнання від пилу, для зменшення забруднення стін та стелі поблизу розподільників повітря, як попереднє очищення перед фільтрами з високою ефективністю.

1.6.2.4 Подача (видалення) повітря в приміщення будівель відбувається через входні (вихідні) отвори відповідних вентиляційних систем. Пристрої, через які повітря надходить у приміщення із припливних вентиляційних систем, називаються повітророзподільниками. Пристрої для видалення повітря - це приймальні отвори витяжного і рециркуляційного повітря, які обладнуються витяжними елементами.

За конструктивним виконанням повітророзподільники і пристрої для видалення повітря різноманітні: решітки (рис. 1.6.2.6, А), плафони (рис. 1.6.2.6, Б), повітропроводи рівномірної подачі та видалення повітря, перфоровані повітропроводи (рис. 1.6.2.6, В) і панелі, панелі з направляючими елементами тощо.



А)



Б)



В)

Рисунок 1.6.2.6 – Повітророзподільники: А) панельний; Б) зі змінними пластинами

Розподільники повітря бувають припливними і витяжними, регульовані і нерегульовані. Можуть бути круглої, квадратної і прямокутної форми, металеві (сталеві, алюмінієві) і пластмасові. Залежно від конструкції ґрати можуть створювати компактні, плоскі, неповні, віялові струмені та ін. Швидкості руху повітря в припливних та витяжних пристроях рекомендується брати: для витяжних решіток при механічній вентиляції в межах 1,5+3,0 м/с, при природній вентиляції- 0,5+1,0 м/с, для припливних решіток біля стелі при механічній вентиляції 1,0-4-3,0 м/с, біля підлоги – 0,2+0,5 м/с, при природній вентиляції для припливних решіток біля стелі в межах 0,5+1,0 м/с, біля підлоги -0,2+0,5 м/с

? Питання для самоконтролю

1. Яку функцію виконують вентилятори?
2. Назвіть основні характеристики вентиляторів.
3. Чим відрізняються конструкції діаметральних та радіальних вентиляторів?
4. Від чого залежить вибір матеріалу, розмірів та форми повітропроводів?
5. Які матеріали застосовують для вентиляційних повітряних фільтрів?

Частина 2. Розрахунки інженерно-технічних систем будівель

Виконання практичних занять забезпечує формування умінь застосовувати теоретичні знання на практиці, розвиває вміння виконувати розрахунки систем інженерного забезпечення будівель, вибирати інженерне обладнання, проєктувати системи водопостачання, теплопостачання, водовідведення, вентиляції будівель.

Розділ 2.1 Розрахунок системи внутрішнього водопостачання будівель

2.1.1 Практичне заняття №1

Розміщення елементів систем водопостачання на планах типових поверхів і підвалів

Мета заняття: набути навички з проєктування мереж холодного водопостачання; засвоїти принципи проєктування водопровідних стояків.

Завдання. Показати розташування основних елементів внутрішнього водопроводу і каналізації на плані типового поверху і на плані підвалу житлового будинку.

Вихідні дані: див. додаток В, Г.

Згідно із завданням накреслити у масштабі 1:100 або 1:200 плани типового поверху і підвалу, позначити місця розташування водопровідних і каналізаційних стояків, уводів холодної води.

Методичні вказівки для виконання завдання

Об'єктом проєктування вважається мережа холодного водопроводу житлового будинку. Водопровід підводиться до ванни, умивальнику, унітазу та мийки.

Робота з планом типового поверху та підвалу

За планом типового поверху визначають розташування санітарних вузлів, кухонь, ванн, та інших приміщень де передбачається встановлення санітарних приладів. Зазвичай в квартирах житлових приміщень передбачаються наступні санітарні прилади:

- мийка на кухні;
- ванна та умивальник у ванній кімнаті;
- унітаз у санвузлі.

При сумісному санвузлі з ванною кімнатою ванна та унітаз встановлюються в одному приміщенні.

Проєктування стояків

Після вивчення архітектурної частини вирішується питання про розміщення стояків. Слід пам'ятати, що стояки проходять по всіх поверхах біля санітарних

приладів. Водопровідний стояк слід встановлювати із розрахунку можливості встановлення на відгалуженні від нього в квартирі водопровідного лічильника. Зазвичай в одній квартирі водопровідні та каналізаційні стояки монтують у санвузлі біля унітазу, по можливості на рівній відстані від санітарно-технічних приладів і магістрального трубопроводу, переважно в місцях скупчення санітарних приладів. Стояки приєднуються до магістральної мережі за найкоротшим шляхом під прямим кутом.

На плані підвалу після позначення стояків обирають місце введення водопровідної мережі, який слід влаштовувати переважно посередині довгої сторони будівлі з метою зменшення втрат напору у мережі, так щоб він був у центрі гідравлічного навантаження. Потім встановлюється водомірний вузол з обвідною лінією і за необхідністю передбачається відгалуження на водонагрівач (для будинків без централізованої системи гарячого водопостачання). В будівлі з підвалом труби введення води в будинок прокладаються з бічної внутрішньої капітальної стіни.

На плані мережі в підвалі необхідно передбачати розташування поливальних кранів, які виводяться до зовнішньої стіни. По периметру будівлі поливальні крани повинні бути розташовані через кожні 60÷70 м. Зазвичай поливальні крани встановлюються біля під'їздів і приєднуються до трубопроводів трубами діаметром 15, 20 або 25 мм, виводяться в цокольних стінах на зовнішню сторону будинку на висоті від землі 0,3÷0,35 м.

Введення водопроводу, поливальні крани повинні бути прив'язані до вісей будівлі, що дозволить передбачати отвори у фундаменті будівлі.

Магістральні трубопроводи прокладають таким чином, щоб вони об'єднували всі стояки і трубу введення води. Магістралі прокладають найкоротшим шляхом, по внутрішніх стінах, колонах, балках. При нижній розводці їх розміщують в підвалі під стелею. При верхній розводці вони монтуються на горищі або під стелею верхнього поверху. Магістральні трубопроводи монтують по стінах або під стелею підвалу (при нижній розводці) так, щоб труби не перетинали прорізи дверей, або по підлозі горища (при верхній розводці). Трубопроводи магістральної мережі прокладаються вздовж внутрішніх капітальних стін під стелею на відстані 300 мм (для зручності експлуатації).

Умове позначення трубопроводів складається з графічного зображення у вигляді лінії та літерно-цифрового позначення, яке характеризує призначення трубопроводу.

Позначення господарсько-питного водопроводу В1 вставляється в розрив ліній трубопроводів: ————— В1 —————.

Після розрахунків вказують діаметр: Введення В1 Ø 80;

Позначення протипожежного водопроводу ————— В2 —————

Стояки системи позначають маркуванням «Ст» із додаванням позначення системи та порядкового номеру: Ст В1-1; Ст В1-2. Нумерація стояків виконується за годинковою стрілкою зліва направо. Позначаються стояки на кресленнях плану

типового поверху та підвалу жирною крапкою. Біля кожного стояка на виносній лінії вказують: найменування, номер та діаметр (після розрахунку).

Ст В1-1: стояк водопровідний, № 1

Ст К1-1: стояк каналізаційний, № 1

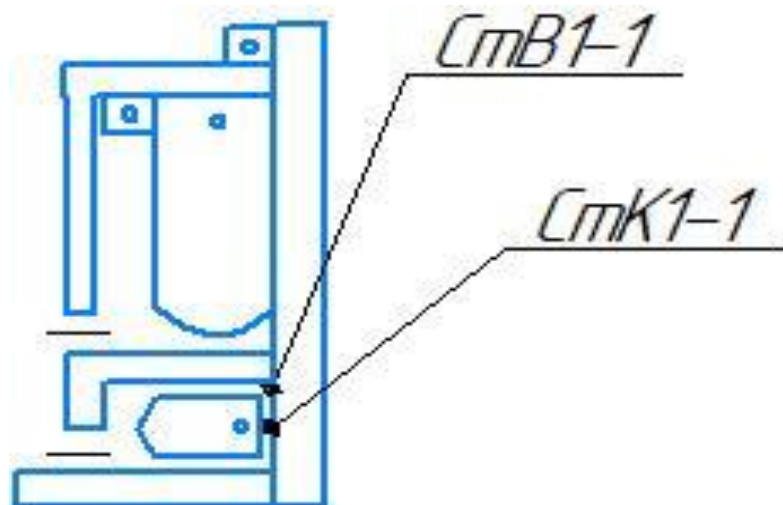
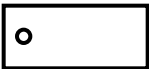


Рисунок 2.1.1.1 – Позначення водопровідних та каналізаційних стояків

*Примітка: умовні позначення на плані санітарно-технічних приладів повинні відповідати вимогам [32]:

Ванна	мийка	умивальник	унітаз	водогрійний апарат
				

Нанесення на плані типового поверху елементів мереж водопроводу необхідно починати з вибору місця розташування каналізаційних стояків.

На плані підвалу після нанесення водопровідних та каналізаційних стояків:

- для водопровідної мережі вказуються: магістральні трубопроводи (нижня розводка), підводки до стояків, введення води до будинку (В1-1). Зазвичай магістральний трубопровід прокладається посередині вздовж довгої сторони будинку.

- для каналізаційної мережі показують трубопроводи, які з'єднують каналізаційні стояки у підвалі (горизонтальні ділянки) і випуски.

Приклад розміщення елементів системи водопостачання та каналізації на плані типового поверху та підвалу показано на рис. 2.1.1.2

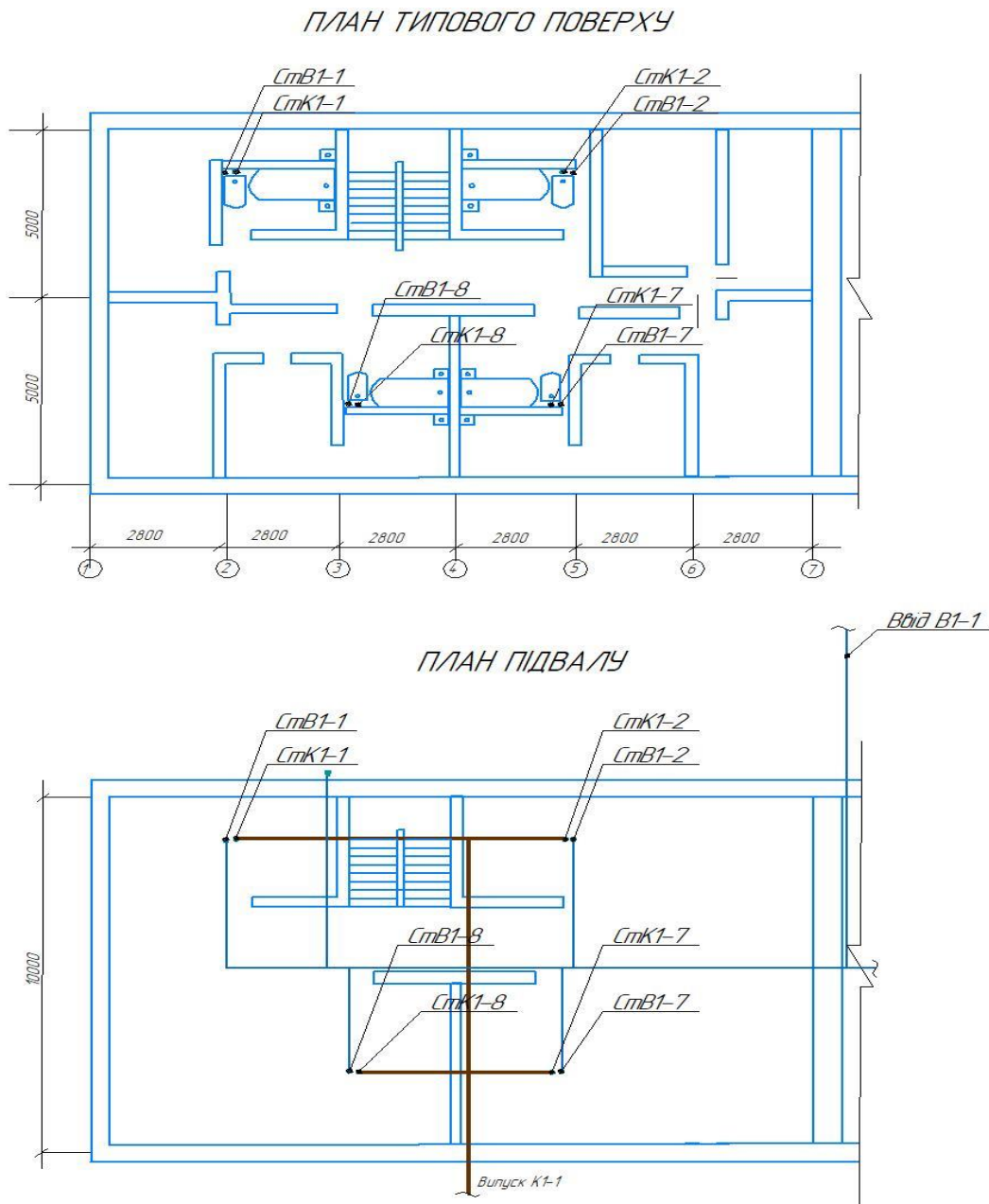


Рисунок 2.1.1.2 – Приклад розміщення елементів водопровідної та каналізаційної мережі на плані типового поверху та підвалу

? Питання для самоконтролю

1. З яких елементів складається система внутрішнього водопроводу?
2. За якими принципами трасують водопроводи?.
3. З яких елементів складається увід холодної води?
4. У яких місцях розміщують водопровідні стояки?

2.1.2 Практичне заняття №2

Розробка аксонометричної схеми та гідравлічний розрахунок

Мета заняття: набути навички виконання аксонометричної схеми внутрішнього холодного водопроводу; навчитися визначати витрати води по ділянках мережі.

Завдання. Розробити аксонометричну схему мережі. Позначити розрахункові ділянки на аксонометричній схемі водопостачання; для кожної ділянки визначити розрахункову кількість приладів та споживачів води; розрахувати витрату води на кожній ділянці. Визначити розрахункові витрати води по ділянках мережі згідно із аксонометричною схемою (розрахунку підлягають диктуючий стояк та всі інші стояки). Визначити діаметри труб, втрати напору на розрахункових ділянках мережі.

Вихідні дані: план типового поверху та підвалу (практичне завдання №1).

Методичні вказівки до виконання завдання

Схема водопроводу та каналізації застосовується не тільки для монтажу мереж, але і для їх розрахунку. Аксонометрична схема викреслюється для кожної мережі системи окремо відповідно до плану мереж із збереженням необхідних розташувань об'єктів та їх довжини. На основі планів підвалу і типового поверху розробляють аксонометричні схеми мереж. Аксонометричні схеми виконують у масштабі 1:100 або 1:200 під кутом 45° без зміни розмірів по вісях. За розрахунковими витратами води підібрати діаметри труб, визначають швидкість течії води, питомі втрати напору, втрати напору по ділянках внутрішньої мережі.

Основні принципи побудови аксонометричної схеми. Для просторового зображення аксонометричної схеми вводиться додаткова вісь Y , яка проходить під кутом 45° .

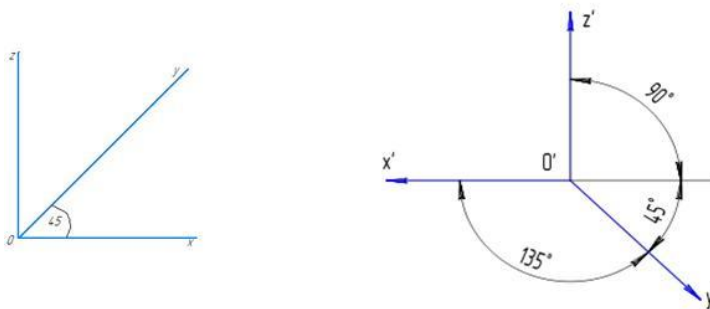


Рисунок 2.1.2.1 – Просторове зображення аксонометричної схеми

Тому всі елементи, які зображені на плані горизонтально, на схемі також викреслюються горизонтально. Елементи, які на плані вказані вертикально, на схемі будуть викреслюватися під кутом 45° . І відповідно, елементи, які на плані були вказані крапкою, тобто стояки, на схемі будуть викреслюватися вертикально. Все елементи аксонометричної схеми за величиною (розмірами) повторюють величину (розміри) елементів плану без змін (за виключенням вентилів та лічильників води). На аксонометричній схемі, таким чином, вказують всі елементи мережі, які розміщені на плані і навіть ті, які на планах показати неможливо: стояки, вентиля.

Аксонометричну схему холодного водопостачання викреслюють від введення води до диктуючої точки (по диктуючому напрямку). Якщо розташування приладів на всіх поверххах однотипове, викреслюють квартирну розводку тільки на одному (верхньому) поверсі, а на інших вказують місця відгалужень у квартири. Зазвичай, в житлових квартирах за диктуючу точку (прилад що розташовуються на найвищому поверсі та є найвіддаленіший і потребує найбільшого робочого тиску) приймається душ самого віддаленого від точки вводу стояка.

В тому разі, коли всі стояки у будівлі однотипові, викреслюють тільки один (диктуючий) стояк, інші стояки тільки позначають на магістралі як відгалуження з вказівкою, аналогічний якому є даний стояк.

Якщо ж у будинку є декілька типів стояків на аксонометричній схемі, викреслюють всі типи стояків, що відрізняються.

При симетричному розташуванні стояків відносно уводу, на аксонометрії викреслюють тільки одну половину мережі з позначкою місця приєднання іншої половини.

Розміри вертикальних та горизонтальних ділянок визначають згідно з планом підвалу і положень [24] щодо розміщення мереж, стояків, випусків.

Крім того, на аксонометричній схемі викреслюють водомірний вузол та трубопровідну арматуру. Запірну арматуру встановлюють трубопроводах після водомірного вузла, на відгалуженнях магістралі, в основі стояків, на уводах у кожну квартиру, на підводці до унітазу.

На схемах вказують всю необхідну водопровідну арматуру, також вказують позначки поверхів по одному із стояків, введення води, водомірного вузла (зазвичай на висоті 1м від підлоги підвалу), магістральних ліній, поливальних кранів.

Примітка. Позначка введення водопроводу залежить від двох факторів:

- глибини промерзання ґрунту;
- позначки землі.

Згідно нормативів мінімальної глибини прокладання труби вводу $H_{\min}$, м, повинна визначатися:

$$H_{\min} = h_{\text{пр}} + (0,3-0,5). \quad (2.1.2.1)$$

Тоді, при глибині промерзання 1,5 м

$$H_{\min} = 1,5 + 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (2.1.2.2)$$

Для визначення позначки введення водопроводу відносно нульової позначки підлоги першого поверху, необхідно від позначки землі відрахувати $H_{\min}$, тобто:

$$(-1,15) - 2,0 = -3,15 \text{ м.}$$

Якщо висота підвалу відома величина, позначку встановлення лічильника води приймають вище позначки підлоги на 1,0 м (для зручності експлуатації).

Позначка магістральної мережі визначається із розрахунку підйому трубопроводу до стелі підвалу (також із міркування зручності експлуатації та виконання ремонтних робіт). Розвідні лінії водопровідної мережі прокладаються на $0,25 \div 0,3$ м вище підлоги поверху. Висота підводок до санітарно-технічних приладів залежить від монтажної висоти установки приладів:

- до унітазу воду подають до змивного бачку – запірний вентиль встановлюється на висоті 0,55 м від підлоги;
- ванна – запірний вентиль встановлюється на висоті 1,0 м від підлоги;
- умивальник – запірний вентиль встановлюється на висоті 0,8 м від підлоги;
- мийка – запірний вентиль встановлюється на висоті 0,9 м від підлоги.

Умовні позначення для санітарно-технічних приладів для аксонометричної схеми наводяться на рис. 2.1.2.2.

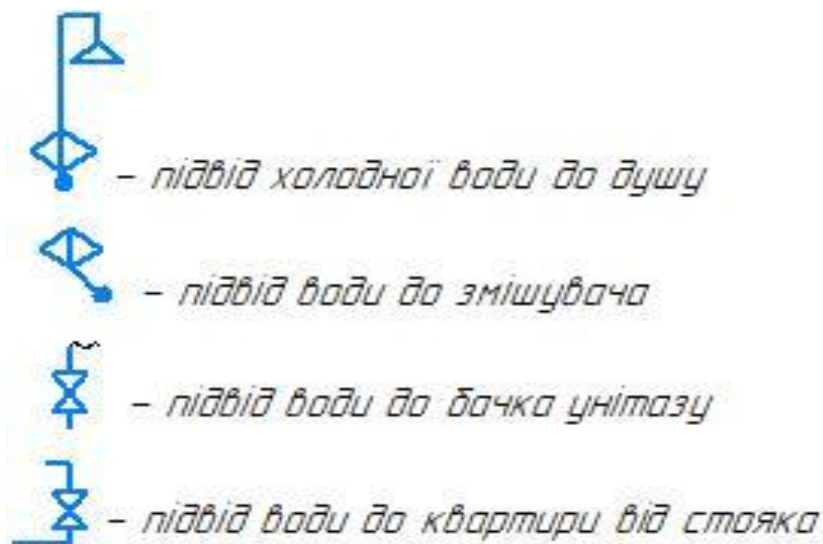


Рисунок 2.1.2.2 – Умовні позначення санітарно-технічних приладів для аксонометричної схеми водопроводу

Запірні вентиля також встановлюються на відгалуження до кожної квартири, окрім цього їх передбачають біля основи кожного стояка (для відключення стояків під час виконання ремонтних робіт або аварії), а також перед дворовими поливальними кранами (для попередження розриву труби в зимовий період). На сьогодні згідно діючих норм проектування [24] в кожній квартирі передбачається установка лічильників води. Для забезпечення встановлення лічильників води в квартирі обов'язково передбачається прямий ділянка довжиною 0,15÷0,2м на відгалуженні від стояка.

Приклад виконання аксонометричної схеми водопровідної мережі житлового будинку показано на рис. 2.1.2.3.

Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі

Водопровідна мережа господарсько-питного призначення розраховується на випадок максимального господарського водоспоживання. Основним завданням гідравлічного розрахунку вважається забезпечення необхідного напору біля всіх водорозбірних приладів, які знаходяться в будівлі. Витрата води, яка виходить із водорозбірної арматури при повністю відкритому крані, залежить від гідравлічного опору та від величини напору перед арматурою. Кожний вид водорозбірної арматури має свою нормативну витрату. Ця нормативна витрата забезпечується при відповідному вільному нормативному тиску перед арматурою. Величина діючого вільного тиску H_p перед водорозбірною арматурою визначається різницею між гарантованим тиском в міській мережі H_{zap} та сумарними втратами напору при руху води до відповідної водорозбірної точки $\sum h$, із врахуванням геометричної висоти підйому H_z .

$$H_p = H_{zap} - (\sum h + H_z) \quad (2.1.2.3)$$

Іншими словами, вільний напір – це те, що залишається після забезпечення гарантованого напору та подолання всіх втрат напору на підйом води на відповідну висоту при її руху до водорозбірної точки.

Отже, в найбільш невідгодному стані буде розташована водорозбірна точка, яка є найбільш віддаленою та найвище розташованою від трубопроводу введення води, до неї сумарні втрати напору будуть найбільшими. Ця точка отримала назву диктуючої. Саме відносно неї і виконуються розрахунки.

Втрати напору на кожній ділянці внутрішнього водопроводу залежать від витрати води, яка буде проходити по розрахунковій ділянці, довжини ділянки та діаметру трубопроводів. За результатами гідравлічного розрахунку визначаються найбільш економічні діаметри та потрібний напір для пропуску розрахункових витрат води.

Для виконання розрахунків аксонометричну схему розподіляють на розрахункові напрями. При однакових стояках достатньо розрахувати тільки один напрям – найбільш віддалений від введення води в будівлю. Розрахунковий напрям розбивається на розрахункові ділянки від введення до диктуючої точки.

За розрахункову ділянку приймається частина мережі з постійною витратою та діаметром, яка розташована між двома водорозбірними точками. Кожна розрахункова ділянка водопровідної мережі позначається цифрами 1–2, 2–3, 3–4 і т. д. , нумерація проводиться від дикуючого приладу зверху вниз.

Після визначення витрат води на всіх розрахункових ділянках призначають діаметри трубопроводів. Діаметр кожної розрахункової ділянки призначається з урахуванням забезпечення економічних швидкостей руху води. За визначеною витратою q для кожної розрахункової ділянки, діаметру d та швидкості V знаходять втрати напору на одиницю довжини.

При призначенні діаметрів слід дотримуватись таких рекомендацій: діаметр розводки у квартиру приймати не менший за 15 мм; діаметр стояка призначати по витратах у нижній частині стояка. Весь розрахунок внутрішнього водопроводу зводять в розрахункову таблицю. Після заповнення таблиці втрати напору по довжині складають за розрахунковим напрямком.

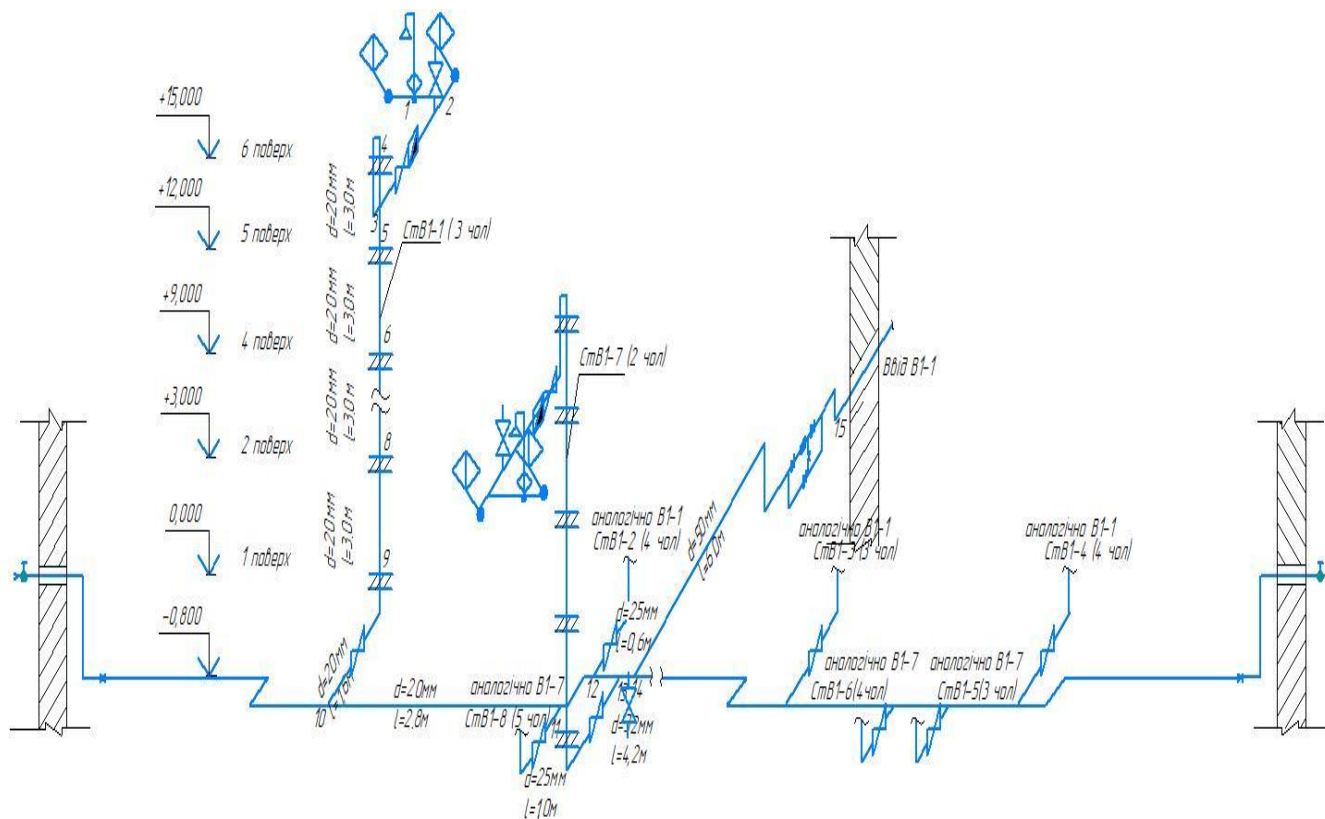


Рисунок 2.1.2.4 – Аксонетрична схема водопровідної мережі.

Таблиця 2.1.2.1– Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі.

Ділянка	q л/с	d , мм	L , м	v , м/с	$1000i$	$1+K$	$H_L = i \times L \times$ $\times (1+K), \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Приклад розрахунку до рис.2.1.2.4.

Вибір системи та схеми

До розрахунків для шестиповерхової будівлі приймається розгалужена тупикова схема холодного водопостачання із одним введенням води, яке розташовується посередині будинку та нижньою розводкою магістралей.

Введення води, мережа та арматура

Введення В1 прокладається в центрі будинку перпендикулярно до довгої сторони фасаду будинку для забезпечення рівномірного розподілу води по водопровідним стоякам. Матеріал труби введення – чавун.

Для обліку витрат води одразу після введення розміщують водомірний вузол, який складається із крильчастого лічильника, запірної арматури, спускного крану, манометру та обвідної лінії. Водомірний вузол встановлюється у зовнішньої стіни будівлі в приміщенні з штучним освітленням.

Внутрішня водопровідна мережа складається із магістральної лінії, яка прокладається у підвальному приміщенні (нижня розводка) і закріплюється на кронштейнах та стінах та стояків, які подають воду до квартирної розводки по всіх поверхах будинку. Водопровідні стояки прокладаються у каналах із можливим доступом до них із сходових площадок будинкових під'їздів. В основі стояків встановлюється вентиля.

Поповерхові (квартирні) підводки подають воду від стояків до водорозбірної або змішувальної арматури: до кранів, змішувачів, та змивних бачків. Діаметр підводки приймається 15 мм. Безпосередньо біля стояка на підводках встановлюється ventиль запірний 15 мм та квартирний лічильник. Всі трубопроводи холодної води прокладаються на висоті 250 мм від підлоги. Перед змивним бачком також встановлюється додатковий ventиль для ручного регулювання напору перед поплавковим клапаном.

Матеріал труб – сталеві водогазопровідні.

Для визначення діаметру трубопроводів та необхідного тиску внутрішньої водопровідної мережі виконується гідравлічний розрахунок. Розрахунок витрат виконується за вимогами [24] в табл. 2.

Розрахункова максимальна секундна витрата холодної води q^c визначається в залежності від кількості споживачів води – U відповідно до [24, табл. А8], при розрахунковій середній добовій витраті 250 л/добу на одну людину.

Діаметри труб приймаються за розрахунковими витратами води з урахуванням економічних швидкостей (0,8÷1,5м/с).

Втрати тиску по довжині кожної ділянки визначаються:

$$H = i \times K_l \times L, \quad (2.1.2.4)$$

де i – гідравлічний ухил, м, приймається за [17];

L – довжина розрахункової ділянки, м;

K_l – коефіцієнт, який враховує місцеві опори:

$K_l=0,3$ – для холодного господарсько-питного водопостачання;

$K_l=0,2$ – в мережах об'єднаного господарсько-питного і протипожежного водопроводу в тих самих будинках;

$K_l=0,15$ – в мережах об'єднаних виробничо-протипожежних водопроводів;

$K_l=0,1$ – в мережах протипожежних водопроводів.

Таблиця 2.1.2.2. – Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі.

Ділянка	Кількість мешканців, U	Витрата, q л/с	Довжина, L , м	Діаметр, D , мм	Швидкість, V , м/с	$1000i$	$H=13 \cdot i \cdot L$
1-2	3	0.2	0.4	15	1.13	325	0.169
2-3	3	0.2	1.6	15	1.13	325	0.67
3-4	3	0.2	0.6	15	1.13	325	0.25
4-5	3	0.2	3.0	20	0.63	77.35	0.3
5-6	6	0.22	3.0	20	0.7	92.102	0.35
6-7	9	0.26	3.0	20	0.82	125	0.48
7-8	12	0.28	3.0	20	0.89	143	0.55
8-9	15	0.31	3.0	20	0.98	173	0.67
9-10	18	0.33	1.6	20	1.05	194	0.4
10-11	18	0.33	2.8	20	1.05	194	0.7
11-12	48	0.55	1.0	25	1.12	164	0.21
12-13	72	0.7	0.6	32	0.87	74	0.05
13-14	84	0.76	4.2	32	0.94	86.9	0.47
14-15	128	1.02	6.0	50	0.52	16	0.12
15-16	128	1.02	3.0	50	0.52	16	0.06

На аксонометричній схемі проставляють номери ділянок, починаючи від диктуючої точки, їх довжини, ухили і діаметри.

? Питання для самоконтролю

1. В якій системі координат виконується аксонометрична схема?
2. Як визначаються розрахункові ділянки?
3. Від чого залежить визначення розрахункових витрат?
4. За якими принципами призначаються діаметри ділянок мережі?

Розділ 2.2. Розрахунок системи внутрішнього водовідведення будівель

2.2.1 Практичні заняття 3-4

Розробка аксонометричної схеми та розрахунок внутрішньої каналізаційної мережі

Мета заняття: навчитися розробляти аксонометричну схему внутрішньої каналізації; набути навички розрахунку витрат води по ділянках мережі.

Завдання. Розробити аксонометричну схему каналізаційної мережі. Визначити розрахункові витрати води по ділянках мережі згідно із аксонометричною схемою. Визначити діаметри труб, виконати перевірочний розрахунок для визначення пропускної спроможності стояків та випуску.

Вихідні дані: план типового поверху та підвалу (практичне завдання №1).

Методичні вказівки для виконання завдання

На основі планів підвалу і типового поверху розробити аксонометричні схеми каналізаційної мережі. За розрахунковими витратами води підібрати діаметри труб, визначити швидкість течії води та виконати перевірочні розрахунки для визначення пропускної спроможності стояків та випуску.

Система водовідведення будівлі потрібна для збору та відведення стічної води від санітарних приладів до міської каналізаційної мережі. До основних елементів відносяться: санітарні прилади, горизонтальні ділянки, стояки, пристрої для прочистки, випуски в дворову мережу. До санітарних приладів відносяться: ванни, унітази, мийки та інші. Горизонтальні ділянки мережі з'єднують санітарні прилади із стояками.

Збірні трубопроводи збирають воду від приладів і відводять до стояків, їх треба прокладати в перекриттях, по підлозі або під стелею (крім житлових приміщень, продуктових складських приміщень і над кухонними плитами). Приєднання приймальників стічних вод до збірних труб здійснюється тільки через гідрозатвори. Відвідні (збірні) лінії каналізації виконують із труб діаметром 50 мм (від раковини, ванни, умивальника) і 100 мм (від унітазу). Не дозволяється приєднання до однієї збірної труби приладів із суміжних квартир.

Стояки – це вертикальні трубопроводи мережі, які транспортують стічні води з верхніх поверхів в нижню частину будинку, зазвичай підвалу. В підвальному приміщенні стояки з'єднуються горизонтальними ділянками.

Випуск – горизонтальна ділянка каналізаційної мережі, яка виходить за межі будинку і з'єднується з каналізаційним колодязем. Випуски виконують із чавунних труб, прямими, з дотриманням необхідних ухилів, прокладають їх під стелею або підлогою підвальних приміщень.

Робота з планом типового поверху та підвалу. Проєктування стояків

Не дозволяється розташовувати стояки в приміщеннях житлових кімнат, учбових класів, кабінетів, лікувальних палат, тощо [24]. До одного стояка можна приєднувати збірні труби із одного або двох суміжних приміщень. Для забезпечення вентиляції стояки виводять за межі покрівлі на висоту 0,2 м згідно із [24, п.19.17]. Випуск приєднується до найближчого оглядового колодязя. Кількість випусків повинна бути мінімальною і забезпечувати мінімальну довжину збірних горизонтальних труб. Влаштування одного торцевого випуску не рекомендується, бо погіршуються умови експлуатації. У будівлях секційного типу рекомендується проєктувати випуски із кожної секції. Стояки до випусків приєднують із плавним закругленням з використанням фасонних частин (колін або відводів). Відстань між введенням води та випуском приймається не менше 1,5 м.

Позначення господарсько-фекальної каналізації K1 вставляється в розрив ліній трубопроводів: _____ K1 _____. Після розрахунків на випусках каналізації вказують діаметр: Випуск K1 Ø 100;

Позначення дощової каналізації _____ K2 _____

Стояки системи позначають маркуванням «Ст» із додаванням позначення системи та порядкового номеру: Ст K1-1; Ст K1-2. Позначаються стояки на кресленнях плану типового поверху та підвалу жирною крапкою. Біля кожного стояка на виносній лінії вказують найменування, номер та діаметр (після розрахунку).

Порядок проєктування аксонометричної схеми внутрішньої каналізації такий же, як і для холодного водопостачання. На схемі показують всі елементи, починаючи від вентиляційної труби аж до випуску. Умовними позначеннями показують всі фасонні частини (коліна, відводи, відступи, гідрозатвори, трійники, хрестовини, ревізії, прочистки, тощо). Умовні позначення для санітарно-технічних приладів для аксонометричної схеми показані на рис. 2.2.1.1.

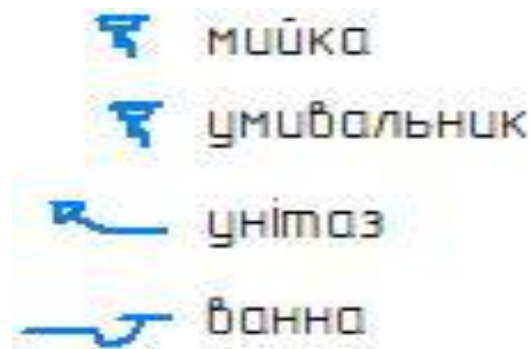


Рисунок 2.2.1.1 – Умовні позначення санітарно-технічних приладів для аксонометричної схеми каналізації.

Розрахунок мережі

Розрахунок мережі виконується на основі аксонометричної схеми. Діаметри поповерхових горизонтальних ділянок приймаються в залежності від того, які санітарні прилади обслуговують відповідну ділянку: мийка, ванна, умивальник, унітаз. Діаметри стояків приймаються за максимальною пропускною спроможністю, але не менше діаметра Ø100 мм, якщо в квартирах встановлені унітази. Горизонтальні ділянки в підвалі, які з'єднують стояки позначають: Ø 100 мм. Розрахунок мережі відведення будинку зводиться до розрахунку випуску. Діаметр випуску приймають 100 мм і виконується його перевірка на пропуск розрахункової витрати стічної води.

Розрахунковою величиною є максимальна кількість стічних вод за секунду з урахуванням кількості приєднаних до стояків санітарно-технічних приладів. Витрата води визначається як сума розрахункової максимальної секундної витрати від усіх приладів, яка визначається відповідно із [24, п 5.1] і максимальної секундної витрати від приладу з максимальним водовідведенням [24].

Розрахункова витрата стічних вод визначається за формулою

$$Q^s = q^{tot} + q_0^s \quad (2.2.1.1)$$

де q^{tot} – загальна максимальна витрата води, л/с [24, табл. А8].

q_0^s – максимальна секундна витрата стічних вод від приладу з максимальним водовідведенням, л/с [24].

Для горизонтальних ділянок відвідної мережі розрахункова витрата визначається з урахуванням кількості санітарно-технічних приладів N, які приєднуються до ділянки за формулою:

$$Q^{sL} = q^{tot} + k_s \times q_0^s \quad (2.2.1.2)$$

де q^{tot} – загальна максимальна секундна витрат води, л/с [24, табл.8].

k_s – коефіцієнт, [24, табл. 2].

q_0^s – розрахункова максимальна кількість за секунду стічних вод від приладу з максимальним водовідведенням, л/с [24, табл. А3].

Для розрахунків швидкість руху води приймається не менше 0,7 м/с, а наповнення не менше 0,3 і не більше 0,8. Розрахунки виконуються в таблиці 2.2.1.1.

Таблиця 2.2.1.1 – Розрахунок внутрішньої каналізації

№ ділянки	N	U	Каналізація						Гідравлічний розрахунок			
			q^{tot}	q_0^s	Q^s	L	k_s	Q^{sL}	D	V	i	H/D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Приклад розрахунку. Внутрішня каналізація – це система трубопроводів та приладів, які відводять стічних води від будівель, а також зовнішні випуски до оглядових колодязів. До складу системи внутрішньої каналізації входять: санітарно-технічні прилади та приймальники стічної води; розтрубні трубопроводи; з'єднувальні фасонні частини; пристрої для прочистки мережі. Приймальники стічної води призначені для збору забрудненої води. Квартири будинку обладнуються: умивальниками та ваннами у ванній кімнаті, кухонною мийкою та унітазом. Збірні труби, які з'єднуються із приймальниками стічних вод, відводять воду з квартири до каналізаційних стояків. Вертикальні трубопроводи з'єднуються у підвальному приміщенні і через випуски К1 відводять воду за межі будинку. Випуски проектується з довгої дворової сторони будинку. Від всіх санітарних приладів стічні води відводяться трубами діаметром 50 мм, від унітазів – трубами діаметром 100 мм. Діаметри каналізаційних стояків призначаються за результатами гідравлічного розрахунку, але не менше 100 мм, так як всі квартири обладнанні унітазами. Всі каналізаційні стояки виводяться на покрівлю на висоту 0,3 м – для здійснення вентиляції. Для прочистки стояків встановлюються ревізії: на 1-му, 3-му та 6-му поверсі. Для можливості прочистки горизонтальних ділянок використовуються фасонні частини. Матеріал труб – чавун. Аксонометрична схема представлена на рис. 2.2.1.2.

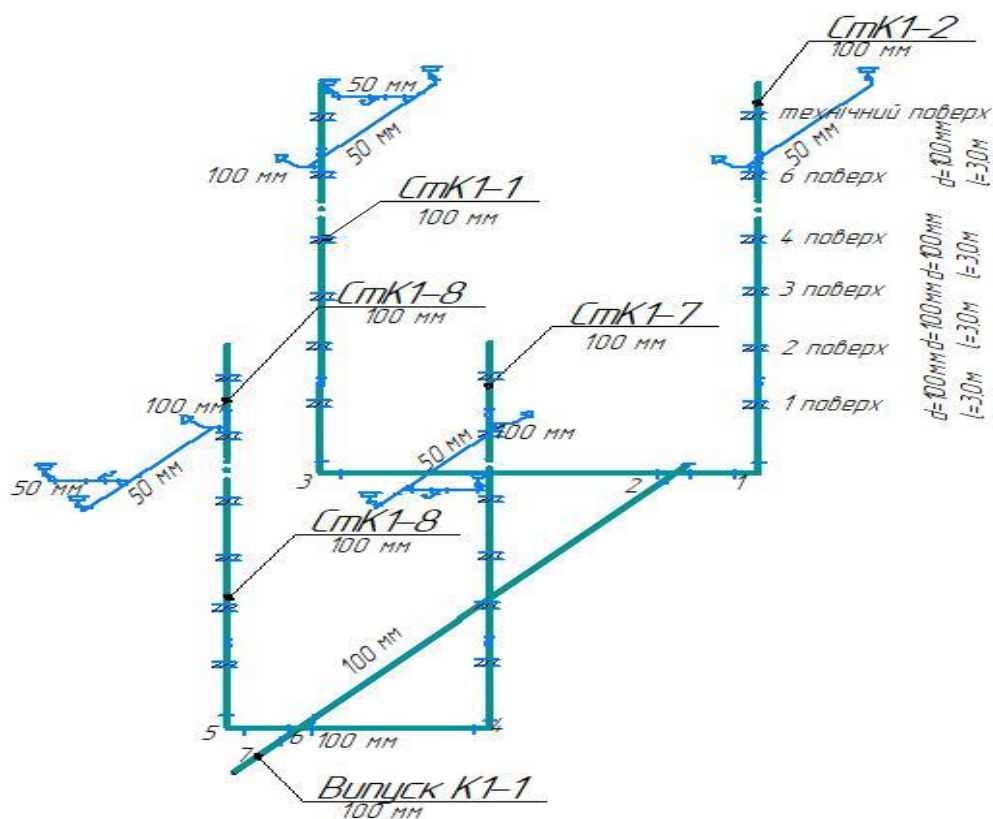


Рисунок 2.2.1.2 – Аксонометрична схема внутрішньої каналізації.

В таблиці 2.2.1.2 виконується перевірочний розрахунок для визначення пропускної спроможності стояків та випуску.

Таблиця 2.2.1.2 – Розрахунок внутрішньої каналізації.

№ ділянки	N	U	Каналізація						Гідравлічний розрахунок			
			q^{tot}	q_0^s	Q^s	L	k_s	Q^{sL}	D	V	i	H/D
K1-1	20	18	0,57	1,6	2,17				100			
K1-2	20	24	0,65	1,6	2,25				100			
K1-7	20	18	0,57	1,6	2,17				100			
K1-8	20	30	0,72	1,6	2,32				100			
випуск	80	90	1,3	1,6		7,6	0,58	2,23	100	0,97	0,035	0,35

? Питання до самоконтролю

1. З яких елементів складається система внутрішньої каналізації?
2. Які особливості трасування каналізаційних мереж?
3. Які відстані приймаються між випусками та введеннями води в будівлі?
4. Які фасонні частини застосовуються для улаштування каналізаційних мереж?
5. Який порядок розрахунку системи внутрішньої каналізації?

Розділ 2.3 Проектування елементів зовнішньої системи водовідведення

2.3.1 Практичні заняття 5-6

Гідравлічний розрахунок дворової каналізаційної мережі та побудова поздовжнього профілю

Мета заняття: навчитися будувати поздовжній профіль каналізаційної дворової мережі.

Завдання. визначити розрахункові витрати стічних вод по ділянках дворової каналізаційної мережі; призначити діаметр трубопроводів; визначити втрати напору на ділянках; побудувати профіль каналізаційної мережі.

Вихідні дані: генплан дворової мережі (за даними практичного заняття №3).

Методичні вказівки до виконання завдання

Профіль будується на основі генплану з урахуванням позначок землі, глибини промерзання ґрунту та ухилу. Для цього визначається напрямок розрахунку дворової каналізаційної мережі від найвіддаленішого випуску

розрахункового будинку до контрольного колодязя на міському колекторі, потім визначаються розрахункові витрати стічних вод по ділянках мережі аналогічно розрахункам внутрішньої мережі.

Оглядові колодязі влаштовують в місцях приєднання випусків із будівель, на поворотах, в місцях зміни ухилів або діаметрів труб, а також на прямих ділянках через 35 м ($d \leq 150$ мм) або 50 м ($d = 200 \dots 400$ мм).

На дворовій мережі перед приєднанням до міської (вуличної) влаштовують контрольний колодязь, який розміщують на відстані $1 \div 1,5$ м від червоної лінії забудови.

Слід пам'ятати, що мінімальний діаметр труби дворової каналізаційної мережі дорівнює 150 мм.

Спочатку будується профіль поверхні землі за трасою у вигляді розгортки у масштабі 1:100 по вертикалі та 1:1000 по горизонталі.

Розрахунок дворової каналізаційної мережі має за мету визначення діаметрів труб, їх ухилів і заглиблення.

Наповнення труб діаметром 150÷300 мм приймають не більшим за $h/d \leq 0,6$; швидкість – не меншою за $v \geq 0,7$ м/с. Мінімальний ухил труб діаметром $d=150$ мм дорівнює $i = 0,008$, діаметром $d = 200$ мм – $i = 0,005$ [26]. Слід мати на увазі, що на початкових ділянках дворової мережі можуть бути незначні витрати стічної води, тому для труб $d \leq 150$ мм наповнення може бути меншим, ніж $0,3d$. Якщо абсолютне значення рівня води в трубі менше за 5 см, то труби у колодязях вирівнюють по лотках. Ці ділянки називають безрозрахунковими, і швидкість у них може бути меншою за 0,7 м/с. При глибині потоку, що більша за 5 см, труби з'єднують по рівнях води, а ділянки називають розрахунковими. При приєднанні безрозрахункової ділянки до розрахункової позначку лотка першої вирівнюють з позначкою води наступної ділянки.

Перший випуск у дворову мережу вирівнюють по шелигах. Інші випуски можуть бути виведені в оглядові колодязі з перепадом.

Приєднання дворової мережі до міської виконується по шелигах або з перепадом.

Розраховується мінімальне заглиблення дворової мережі за формулами

$$H \geq h_{np} - (0,3 \dots 0,5), \quad (2.3.1.1)$$

$$H \geq 0,7 + d, \quad (2.3.1.2)$$

де h_{np} – глибина промерзання ґрунтів, м;

d – діаметр труби, м;

0,3м – для труб діаметром до 500 мм включно;

0,5м – для труб більшого діаметру.

Із двох значень H до розрахунків приймається більше значення.

Визначаються позначки лотка та шелиги труби на початку першої ділянки:

$$Z_{\text{л}}^n = Z_3 - H, \quad (2.3.1.3)$$

$$Z_{ui}^n = Z_{\pi}^n + d. \quad (2.3.1.4)$$

Отримані значення наносяться на профіль.

Далі призначається ухил. У всіх випадках для зменшення об'єму земельних робіт слід прагнути до укладання трубопроводів за ухилом, що забезпечує мінімальне заглиблення.

На плоскому рельєфі слід призначати мінімальний ухил:

$$i \approx 1 / d. \quad (2.3.1.5)$$

Гідравлічний розрахунок виконується із використанням таблиць [14]. Призначаючи діаметр та ухил трубопроводу на ділянці, треба перевіряти швидкість течії, яка повинна бути не меншою за самоочисну і не більшою за руйнуючу, наповнення, значення якого повинно бути не більшим за нормативне [26]. Швидкість на наступній ділянці рекомендується приймати не меншою, ніж на попередній.

За таблицями [14] для прийнятого діаметру « d », призначеного ухилу « i » та розрахункової витрати « q » визначити швидкість « v » та наповнення « h/d ». Якщо значення « v » та « h/d » не відповідають нормативним, треба змінити ухил або діаметр труби. Виконується перевірка на самоочищення за формулою:

$$v \times \sqrt{h/d} \geq 0,6. \quad (2.3.1.6)$$

Потім визначається абсолютне наповнення:

$$h_i = (h/d) d. \quad (2.3.1.7)$$

Визначається позначка поверхні води:

$$Z_{\theta}^n = Z_{\pi}^n + h_i. \quad (2.3.1.8)$$

Визначаються втрати тиску на ділянці:

$$\Delta h_i = i_i l_i. \quad (2.3.1.9)$$

Визначається позначки лотка, шелиги та рівня води у кінці першої ділянки:

$$Z_{\pi}^{\kappa} = Z_{\pi}^n - \Delta h_i. \quad (2.3.1.10)$$

$$Z_{ui}^{\kappa} = Z_{\pi}^{\kappa} + d_i \quad (2.3.1.11)$$

$$Z_{\theta}^{\kappa} = Z_{\pi}^{\kappa} + h_i \quad (2.3.1.12)$$

Отримані дані позначаються на профілі.

Визначається заглиблення у кінці першої ділянки і позначають на профілі:

$$H_{(1-2)}^{\kappa} = Z_2 - Z_{\pi}^{\kappa} \quad (2.3.1.13)$$

Розрахунки наступних ділянок виконуються аналогічно, але залежать від способу поєднання труб:

- по шелигам,
- по рівням води або за перепадом.

Для прикладу на другій ділянці розглянуто варіант з'єднання по рівню води, а на третій – по шелигам.

Якщо з'єднання труб виконується по рівнях води:

$$Z_{в(2-3)}^n = Z_{в(1-2)}^k.$$

Призначивши ухил i_2 , треба визначити значення « v_{2-3} », « $(h/d)_{2-3}$ » за таблицями [14], потім розрахувати значення $h_{2-3} = (h/d)_{2-3} \times d_{2-3}$; $\Delta h_{2-3} = i_{2-3} \times l_{2-3}$.

Звідси

$$Z_{л(2-3)}^n = Z_{в(2-3)}^n - h_{2-3}, \text{ а далі як раніше.}$$

$$Z_{л(2-3)}^k = Z_{л(2-3)}^n - \Delta h_{2-3}, \quad Z_{ш(2-3)}^k = Z_{л(2-3)}^k + d_{2-3}.$$

Якщо з'єднання труб виконується по шелигам:

$$Z_{ш(3-4)}^n = Z_{ш(2-3)}^k, \text{ звідси } Z_{л(3-4)}^n = Z_{ш(3-4)}^n - d_{3-4}; \quad H_{(3-4)}^n = Z_3 - Z_{л(3-4)}^n.$$

Усі розрахунки виконуються в таблицях 2.3.1.1 – 2.3.1.2.

Таблиця 2.3.1.1 – Гідравлічний розрахунок дворової каналізаційної мережі

№ ділянки	L	N	U	q^{tot}	q_0^s	k_s	Q^{sl}	D	V	i	H
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблиця 2.3.1.2 – Вихідні дані для побудови поздовжнього профілю

№ ділянки	Позначки поверхні, м						Заглиблення, H , м	
	Землі		Лотка		Шелеги (або води)			
	початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець
1	13	14	15	16	17	18	19	20

Побудова поздовжнього профілю ділянки мережі

Втрати напору на ділянці визначають із врахуванням ухилу та довжини ділянки.

Визначають позначку лотка труби на початку розрахункової ділянки, віднімаючи із позначки поверхні землі на початку ділянки початкове заглиблення; отримане значення вносять в таблицю.

Позначку лотка труби в кінці ділянки визначають, віднімаючи із позначки лотка труби на початку ділянки втрати напору. Позначки шелеги на початку і в кінці ділянки отримують шляхом додавання до позначок лотка труби її діаметру. Заглиблення у кінці ділянки дорівнює різниці позначок поверхні землі та лотка на

кінці ділянки. На цьому розрахунок першої ділянки закінчений.

Гідравлічний розрахунок і побудова поздовжнього профілю на наступних ділянках

При розрахунках другої та наступних ділянок мережі діаметри, ухили, наповнення та швидкості визначають аналогічно. Труби в розрахункових точках (колодязях) поєднують, головним чином, по шелигах труб, іноді – по розрахункових рівнях води. З'єднання по рівнях води дозволяє дещо зменшити заглиблення мереж у порівнянні із з'єднанням по шелигах, застосовується в несприятливих умовах (наприклад, при плоскому рельєфі).

В обох випадках позначка шелиги труби (або рівня води) в кінці попередньої ділянки переносяться відповідно на початок наступної ділянки.

Конструювання мережі

При розрахунках початкового заглиблення та глибини закладання трубопроводів необхідно перевіряти, щоб відстань від поверхні землі до верху труби була не меншою за 0,7 м.

При призначенні ухилів необхідно дотримуватися умови, за якої швидкість на кожній наступній ділянці буде не меншою, ніж на попередній. Зменшення швидкості на 15÷20% без погіршення умов експлуатації мережі дозволяється лише при швидкості, більшій за 1,5 м/с. Будь-яке зменшення швидкості, але в межах самоочисної, дозволяється при улаштуванні на мережі перепадних колодязів. Максимальне заглиблення головного колектора може становити у сухих ґрунтах до 7÷8 м; у вологих, слабких та скелястих – до 5÷6 м. Якщо заглиблення мереж перевищує вказані величини, то слід запроєктувати насосну станцію для підкачування стічних вод, або спробувати зменшити заглиблення. Для зменшення ухилів і, відповідно, заглиблення трубопроводів, іноді доцільно збільшити діаметри труб. Однак при цьому слід враховувати, що можуть зменшуватися швидкості течії рідини. Зменшення ухилу викликає зменшення швидкості, що приводить до підпорів на мережі та її замулювання. В таких випадках для зменшення швидкості рекомендується влаштувати перепадний колодязь з невеликою (300÷500 мм) висотою перепаду. За результатами гідравлічного розрахунку викреслюють поздовжній профіль каналізаційної мережі.

Оформлення поздовжнього профілю мереж

Поздовжній профіль будується на основі гідравлічного розрахунку мережі і зображується у вигляді розгортки по вісі трубопроводу.

На кресленні вказують:

- над профілем: наземні споруди (наприклад, насосні станції, естакади); заглиблення мережі від планувальної позначки поверхні землі до лотка самопливних трубопроводів, або до низу труби для напірних; номери бурових свердловин;
- на профілі: проєктну поверхню землі показують тонкою суцільною лінією; натурну – тонкою штриховою; рівень ґрунтових вод – тонкою штрих-пунктирною лінією; показують також підземні інженерні споруди і мережі, які впливають на

прокладання трубопроводів, що проєктуються; автомобільні, залізничні дороги та трамвайні шляхи, кювети, які перехрещуються із трубопроводами і впливають на їх прокладання; футляри на трубопроводах із позначенням діаметрів, довжин та прив'язок до вісей доріг або до мереж і споруд, що проєктуються;

- під профілем: розміщують таблицю основних даних для прокладання трубопроводів по формі додатку Л.

Довжину трубопроводу, відстань між колодязями, точками, кути поворотів, а також глибину закладання труб вказують в метрах з точністю до двох десятинних знаків; проєктні та натурні позначки землі, позначки низу або лотка труби – в метрах з точністю до трьох десятинних знаків; величину ухилів – у відсотках або проміллі. Прийнятий масштаб зображення профілів вказують зліва від профілю.

Приклад розрахунку. З усіх випусків будинку вода відводиться у найближчий оглядовий колодязь і транспортується до каналізаційної мережі за найкоротшим шляхом. Труби та колодязі розташовуються на відстані 3 м від будинків. Оглядові колодязі розташовуються в місцях приєднання випусків із будівель, в місці приєднання до міської мережі влаштовується контрольний колодязь. Розрахунок дворової мережі зводиться до визначення діаметрів труб, їх ухилів та заглиблення. Наповнення приймається не більшим за 0,6, швидкість – не меншою за 0,7 м/с. Розрахунки виконуються у формі табл.2.3.1.2. Для точки 1 початкове заглиблення з урахуванням довжини випуску 3м визначається таким чином: $3 \times 0,035 + 0,7 = 0,8$ м.

Приклад генплану для розрахунків приводиться на рис. 2.3.1.1.

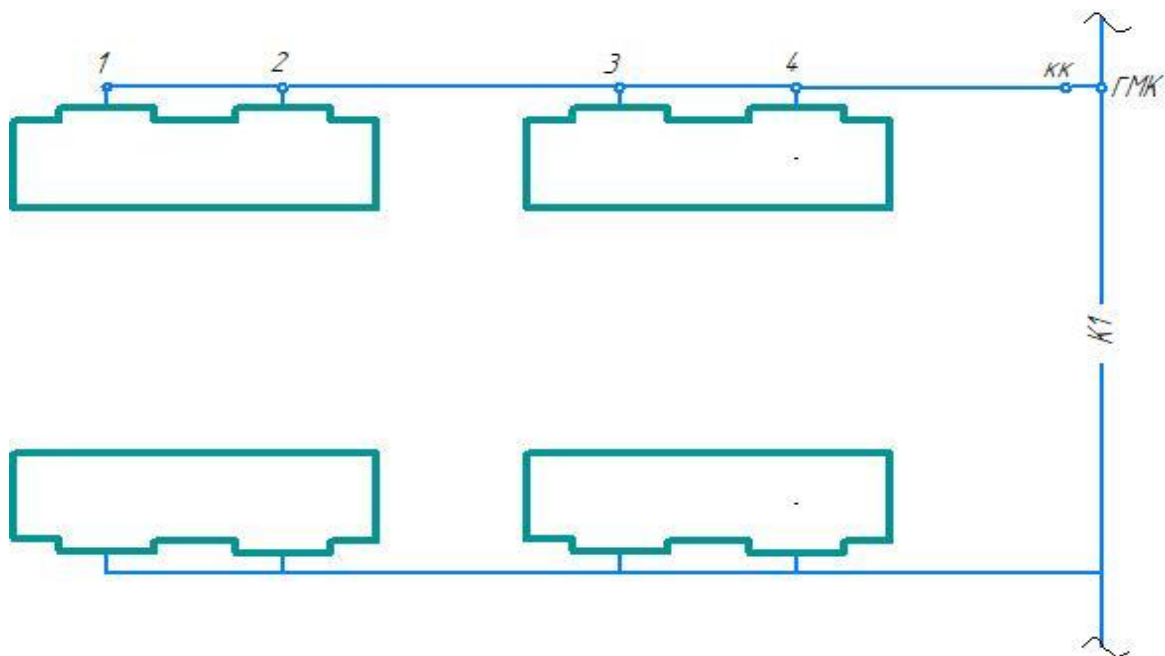


Рисунок 2.3.1.1 – Генплан дворової каналізаційної мережі

На рис. 2.3.1.2 показано поздовжній профіль мережі.

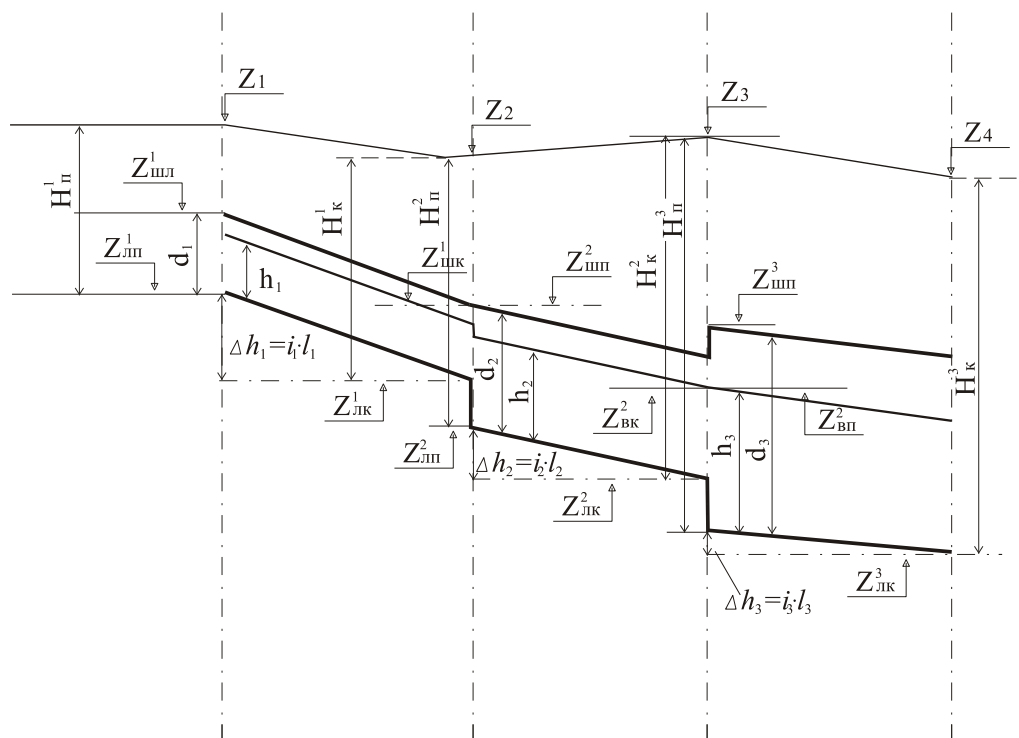


Рисунок 2.3.1.2 – Поздовжній профіль дворової мережі водовідведення

Приклад профілю дворової каналізаційної мережі за розрахунками табл. 2.3.1.2 показано на рис. 2.3.1.3.

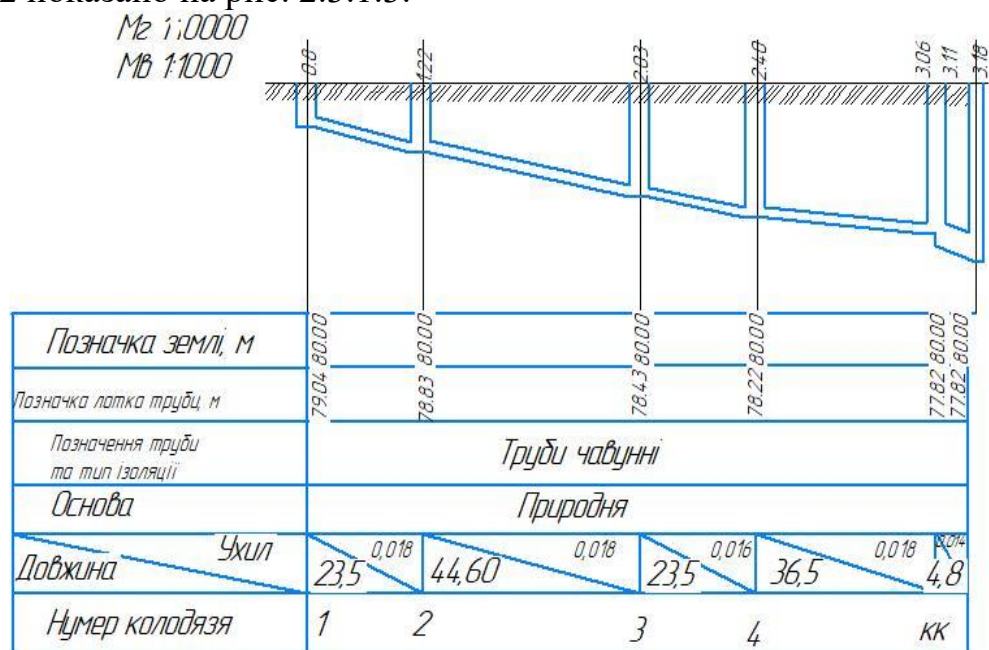


Рисунок 2.3.1.3 – Результати розрахунку профіля дворової каналізаційної мережі

Таблиця 2.3.1.3 – Гідравлічний розрахунок дворової каналізаційної мережі

№ ділянки	L	N	U	q^{tot}	q_0^s	k_s	Q^{sL}	D	V	i	H
1-2	23,5	80	90	1,3	1.6	0,46	2,036	100	0,79	0,018	0,423
2-3	44,6	160	174	1,95	1.6	0,38	2,558	100	0,79	0,018	0,803
3-4	23,5	240	264	2,6	1.6	0,7	3,72	100	0,81	0,016	0,376
4-кк	36,5	320	348	3,2	1.6	0,72	4,352	100	0,89	0,018	0,657
кк-ГМК	4,8	320	438	3,7	1.6	0,85	5,06	150	0,86	0,014	0,067

Продовження таблиці 2.3.1.3

№ ділянки	Позначка землі	Позначка лотка		Позначка шелиги		Заглиблення	
		початкова	кінцева	початкова	кінцева	початкове	кінцеве
1-2	80,00	79,2	78,77	79,3	78,88	0,8	1,22
2-3	80,00	78,77	77,97	78,87	78,07	1,22	2,03
3-4	80,00	77,97	77,59	78,07	77,70	2,03	2,40
4-кк	80,00	77,59	76,94	77,69	77,04	2,40	3,06
кк-ГМК	80,00	76,89	76,82	77,04	76,97	3,11	3,18

? Питання до самоконтролю

1. Як приймаються розрахункові швидкості та ухили?
2. За якими принципами обирається граничне наповнення труб?
2. Як обирається мінімальне та максимальне заглиблення труб?
4. Які способи поєднання труб у вертикальному перетині застосовуються при будівництві каналізаційних мереж?

Розділ 2.4 Розрахунок системи гарячого водопостачання

2.4.1 Практичне заняття 7

Розміщення елементів системи гарячого водопостачання на планах типових поверхів і підвалів

Мета заняття: навчитися проектувати мережі гарячого водопроводу; засвоїти принципи визначення розрахункових витрат води на ділянках мереж внутрішнього водопостачання.

Завдання. Показати розташування основних елементів внутрішнього гарячого водопроводу на плані типового поверху і на плані підвалу житлового будинку.

Вихідні дані: план типового поверху та підвалу (практичне завдання №1).

Методичні вказівки до виконання завдання

Об'єктом проектування є мережа гарячого водопроводу житлового будинку. Гаряча вода підводиться до ванної, умивальнику та мийки.

Робота з планом типового поверху та підвалу. Розташування стояків

При вирішенні питання про розташування стояків слід пам'ятати, що стояки встановлюють по всіх поверхах біля санітарних приладів. Водопровідний стояк гарячої води слід встановлювати по можливості на рівній відстані від санітарно-технічних приладів і магістрального трубопроводу, переважно в місцях розташування санітарних приладів. Місце розташування стояків гарячого водопостачання залежить від прийнятої схеми, розташування рушникосушарок, циркуляційних стояків, вони можуть бути розташовані як в туалетних, так і у ванних кімнатах.

Залежно від режиму і обсягу споживання гарячої води приймають централізовані системи гарячого водопостачання або місцеві (децентралізовані) із місцевими водонагрівачами.

Усі централізовані системи і деякі місцеві проектують із циркуляційними трубопроводами.

Тупикові системи (без циркуляції) дозволені тільки в місцевих системах або в системах з тривалим безперервним споживанням води (наприклад, у лазнях).

Вибір схеми централізованого гарячого водопостачання залежить від багатьох факторів.

Типова схема гарячого водопостачання містить: водонагрівач, водорозбірні та циркуляційні трубопроводи, водорозбірні вузли, циркуляційний насос.

У житлових будинках із кількістю поверхів до 4 включно при відсутності рушникосушарок циркуляцію передбачають тільки в магістральних трубах. В будівлях висотою 5 поверхів і більше проектують циркуляцію по стояках.

Найбільш поширеною є двохтрубна схема та схема з поєднанням у секційні вузли.

За першою схемою кожному водорозбірному стояку відповідає свій циркуляційний стояк. За другою схемою від 3 до 6 водорозбірних стояків з'єднують у вузол із одним циркуляційним стояком. Для забезпечення однакових умов циркуляції по стояках водорозбірні стояки закріплюють між собою. Застосування схеми із поєднанням у вузли дозволяє значно зменшити довжину труб у порівнянні із двотрубною схемою. Але якщо довжина кільцюючої перемички більша за сумарну довжину циркуляційних трубопроводів при двохтрубній схемі, поєднання у вузли стає недоцільним. Приєднання водорозбірних приладів до циркуляційних стояків і магістралей не дозволяється. При висоті будівлі до 12 поверхів застосовують нижню розводку труб до вузлів і верхнє кільцювання стояків. В будівлях висотою більшою за 12 поверхів віддають перевагу верхній розводці з нижнім кільцюванням. На плані підвалу після позначення стояків вибирається місце введення гарячої мережі. Введення гарячого водопроводу слід влаштовувати переважно посередині довгої сторони будівлі з метою зменшення втрат напору у мережі, так щоб він був в центрі гідравлічного навантаження. Після труби введення гарячої води встановлюється водомірний вузол з обвідною лінією. В будівлі з підвалом введення гарячого водопроводу в будинок прокладається із бічної внутрішньої капітальної стіни.

Позначення гарячого водопроводу Т3 вставляється в розрив ліній трубопроводів: ————— Т3 —————. Після розрахунків на гарячому водопроводі вказують діаметр: Т3 Ø 100.

Позначення циркуляційного трубопроводу ————— Т4 —————

Примітка: Позиції Т1 та Т2 відповідають системі опалення.

Стояки системи позначають маркуванням «Ст» із додаванням позначення системи та порядкового номеру: Ст Т3-1; Ст Т3-2. Позначаються стояки на кресленнях плану типового поверху та підвалу жирною крапкою. Біля кожного стояка на виносній лінії вказують: найменування, номер та діаметр (після розрахунку).

Ст Т3-1: прямий (подаючий) стояк гарячого водопостачання, № 1

Ст Т4-1: стояк водопровідний циркуляційний, № 1

Приклад розрахунку.

Вибір системи і схеми

Проектується централізована схема гарячого водопостачання, за якою гаряча вода подається до будинків із ЦТП (центрального теплового пункту).

За планом типового поверху з урахуванням кількості поверхів будинків – 6, приймається циркуляційна схема подачі гарячої води із об'єднанням у вузли в секціях і на 4 робочі стояки проектується один циркуляційний стояк Т4-1. Робочі водорозбірні стояки обладнуються рушникосушарками. Труби Т3 для подачі гарячої води до будинку та труби Т4 – для її відведення з метою повторного підігріву прокладаються по центру з довгої сторони фасадної частини будинку, поряд із трубопроводом холодної води В1. Внутрішня

водопровідна мережа складається із магістральної лінії, яка прокладається у підвальному приміщенні (нижня розводка) і закріплюється на кронштейнах по стінам та стояків, які подають воду до квартирної розводки по всіх поверхах будинку. Водопровідні стояки прокладаються у каналах житлового приміщення із можливим доступом до них із сходових площадок будинкових під'їздів. В основі стояків встановлюються вентилі. Діаметр трубопроводів в межах квартири приймається 15 мм. Безпосередньо біля стояка на підводящому трубопроводі встановлюється вентиль запірний 15 мм та квартирний лічильник. Всі трубопроводи гарячої води прокладаються на відстані 400 мм від підлоги. Матеріал труб – сталеві водогазопровідні труби. Приклад розміщення елементів системи гарячого водопостачання показано на рисунку 2.4.1.1.

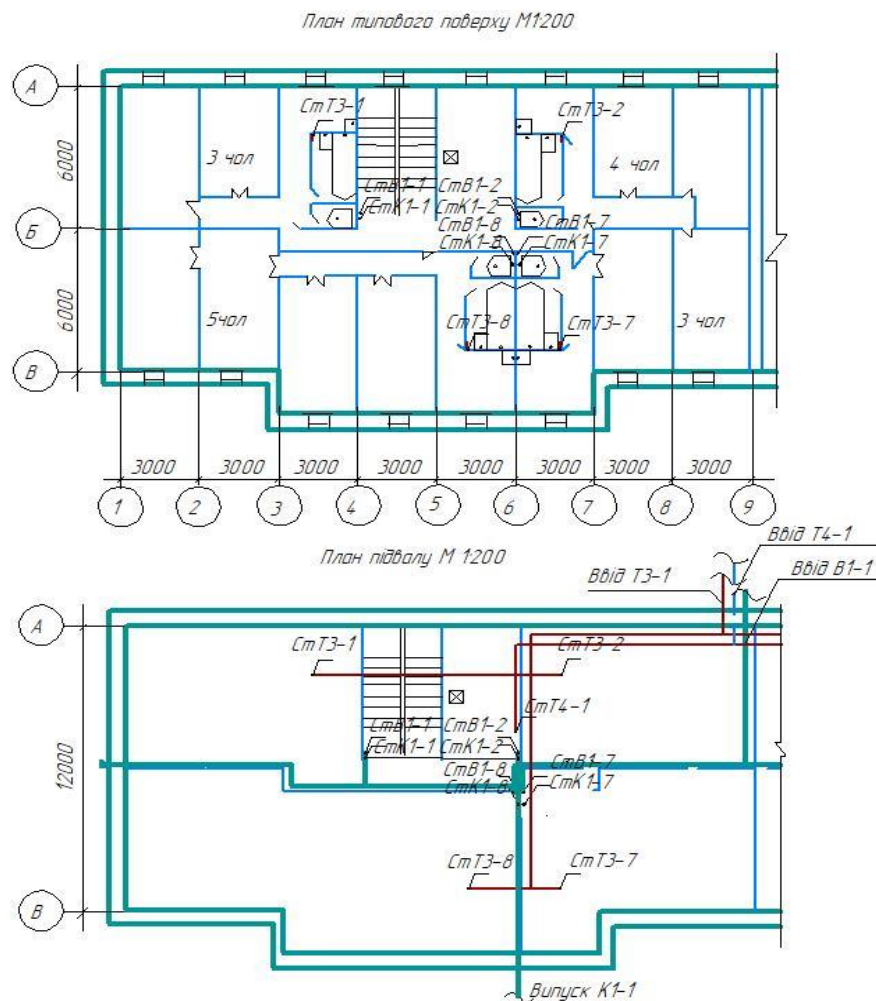


Рисунок 2.4.1.1 – Розміщення елементів системи гарячого водопостачання на плані типового поверху та підвалу

? Питання до самоконтролю

1. З яких елементів складається система гарячого водопроводу?
2. Які особливості трасування трубопроводів гарячого водопостачання?
3. Які схеми застосовують при проєктуванні системи гарячого водопостачання?
4. На які режими розраховує систему гарячого водопостачання?
5. Яким чином забезпечують циркуляцію гарячої води в системі?

2.4.2 Практичне завдання № 8

Розробка аксонометричної схеми та розрахунок централізованої системи гарячого водопостачання

Мета заняття: навчитися проєктувати аксонометричну схему внутрішнього гарячого водопроводу, набути навички розрахунку витрати води по ділянках мережі, навчитися виконувати розрахунки циркуляційних систем гарячого водопостачання, навчитися визначати діаметр циркуляційного трубопроводу.

Завдання. Розробити аксонометричну схему мережі. Визначити розрахункові витрати води по ділянках мережі згідно із аксонометричною схемою. Визначити діаметр циркуляційного трубопроводу.

Вихідні дані: план типового поверху та підвалу (практичне завдання №4).

Згідно завдання необхідно побудувати аксонометричну схему гарячого водопроводу. Аксонометричну схему гарячого водопостачання викреслюють аналогічно схемі холодного водопостачання.

Визначити розрахункові витрати гарячої води у стояках і розвідних трубопроводах та призначити діаметри стояків і розвідних трубопроводів, виходячи із розрахункової витрати та економічних швидкостей (при виборі діаметра трубопроводів гарячого водопроводу слід врахувати їх заростання).

Методичні вказівки до виконання завдання

Розрахунок системи гарячого водопостачання виконується *в режимі водорозбору*, який є аналогічним гідравлічному розрахунку холодного водопроводу та *в режимі циркуляції*. Циркуляція в системі гарячого водопостачання передбачається з метою збереження постійної температури біля найбільш віддаленого водорозбірного крану.

Гідравлічний розрахунок централізованої системи гарячого водопостачання

Визначаються втрати тепла у вузлі Q^{ht}

$$Q^{ht} = \sum Q_i \times l_i \quad (2.4.2.1)$$

де Q_i – питома втрата тепла трубою певного діаметра і призначення;

l_i – довжина цієї труби.

Розраховується циркуляційна витрата за формулою

$$q_{cir} = \frac{\sum Q_i}{c \times \Delta t} \quad (2.4.2.2)$$

де c – теплоємність води, 4190 Вт/кг×град;

Δt – припустиме охолодження води; приймається 8,5 град. для циркуляційних систем і 5 град. для схем з циркуляцією у розвідних трубопроводах.

Далі отримана в розрахунках циркуляційна витрата розподіляється по ділянках вузла за схемою:

ділянки 1-2, 14-15– q_{cir} ;

ділянки 2-3, 7-14, 12-14 – $0,5 q_{cir}$;

всі інші ділянки – по $0,25 q_{cir}$

Визначаються втрати напору по напрямках можливого руху циркуляційної витрати:

$H_{1,2,3,9,11,12,14}$; $H_{1,2,3,10,12,14}$; $H_{1,2,4,7,14}$; $H_{1,2,5,7,14}$.

Враховуючи, що циркуляційна витрата зазвичай менше мінімальної витрати, то втрати напору розраховуються як

$$H_{st,i} = i \times L \times (1 + K_L) \quad (2.4.2.3)$$

$$i = A \times q^2 \times k_i \times k_v, \quad (2.4.2.4)$$

де A – опір ненової труби; k_i , k_v – поправки на заростання і на швидкість.

Значення поправок приведені у таблиці 2.4.2.1.

Таблиця 2.4.2.1 – Параметри для розрахунків питомого опору труб

Діаметр d,мм	A	k_i	k_v
15	7,253	3,87	1,68
20	1,425	2,77	1,48
25	0,3645	2,34	1,38
32	0,08135	1,93	1,28
40	0,03902	1,79	1,26
50	0,01002	1,61	1,20

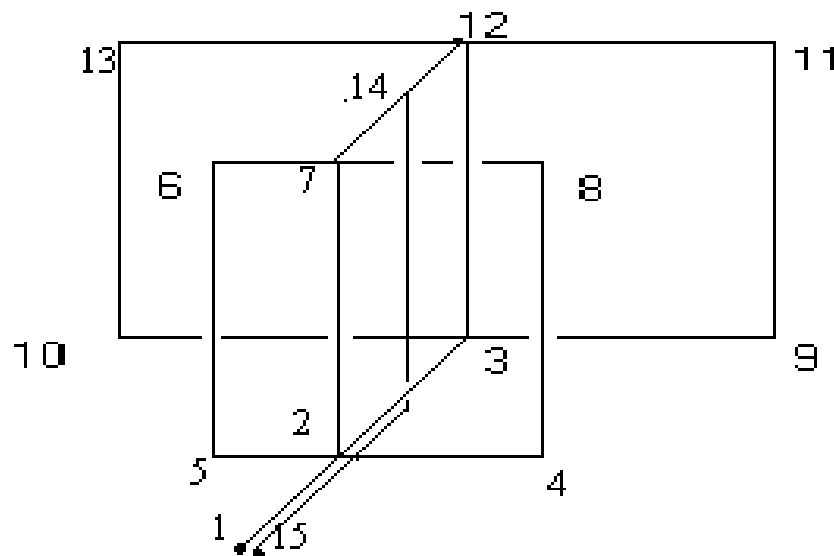


Рисунок 2.4.2.1 – Схема до розрахунку системи гарячого водопостачання

Для систем гарячого водопостачання коефіцієнт місцевих опорів K_L дорівнює:

0,1 – для циркуляційних стояків;

0,2 – для розвідних та циркуляційних магістралей, стояків без рушникосушарок;

0,5 – для стояків з рушникосушарками та трубопроводів у межах ЦТП;

Далі визначаються усереднені втрати напору в подючій частині вузла:

$$H_{st} = \sum H_{st,i} / n, \quad (2.4.2.5)$$

де n – кількість стояків у секційному вузлі.

Сумарні втрати напору у вузлі приймаються $H_{uz} = 3 \div 6$ м. (3 м)

Напір визначається за формулою:

$$H_{cir} = H_{uz} - H_{st}, \quad (2.4.2.6)$$

Далі розраховуються питомі втрати напору для циркуляційного трубопроводу:

$$i = \frac{H_{cir}}{L_{cir} \times (1 + K_L)}, \quad (2.4.2.7)$$

де L_{cir} – довжина циркуляційного трубопроводу.

За відомою витратою q_{cir} та питомими втратами напору i вибирається діаметр труби.

Якщо отримані та розраховані втрати тиску у вузлі відрізняються більше, ніж на 10%, дозволяється проєктувати циркуляційний трубопровід із двох частин різного діаметра: від меншого до більшого за напрямком руху води, за формулою:

$$I = i_{менш} \times x + i_{більш} \times (1 - x) \quad (2.4.2.8)$$

де i , $i_{менш}$, $i_{більш}$ – гідравлічні ухили відповідно потрібний, труби меншого та більшого діаметра;

x – частина труби меншого діаметра від загальної довжини циркуляційного трубопроводу.

Якщо трубою найменшого діаметра (15 мм) не забезпечують потрібні втрати тиску, їх можна отримати або подовжуючи циркуляційний трубопровід, або шляхом встановлення шайби (діафрагми), діаметр якої знаходять за формулою:

$$d = 21,5 \times \sqrt{q / \sqrt{H_{ep}}} \quad (2.4.2.9)$$

де q – циркуляційна витрата, л/с,

H_{ep} – надмірний тиск, який треба зменшити.

Шайби діаметром менше 10 мм замінюють регулюючими кранами

Тепловий і гідравлічний розрахунок системи в режимі циркуляції виконують у формі таблиці 2.4.2.2.

Таблиця 2.4.2.2 – Тепловий і гідравлічний розрахунок системи в режимі циркуляції

Тепловий розрахунок					Гідравлічний розрахунок			
Ділянка	Діаметр d , мм	Питомі втрати тепла, Q_i , Вт/м	Довжина ділянки L , м	Втрати тепла $Q_{ht} =$ $Q_i \times L_i$	Витрата л/с q^{cir}	Питомі втрати тиску, $1000i$	$1 + K_L$	Втрати тиску H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Приклад розрахунку.

Аксометрична схема гарячого водопостачання води із об'єднанням водорозбірних стояків у секційний вузол з одним циркуляційним стояком Т4-1 представлена на рис.2.4.2.2.

Гідравлічний розрахунок

Для визначення діаметра трубопроводів внутрішньої водопровідної мережі виконується гідравлічний розрахунок. Розрахунок витрат виконується за вимогами [24].

Гідравлічний розрахунок для циркуляційних систем гарячого водопостачання виконується в двох режимах:

- у режимі водоспоживання;
- у режимі циркуляції.

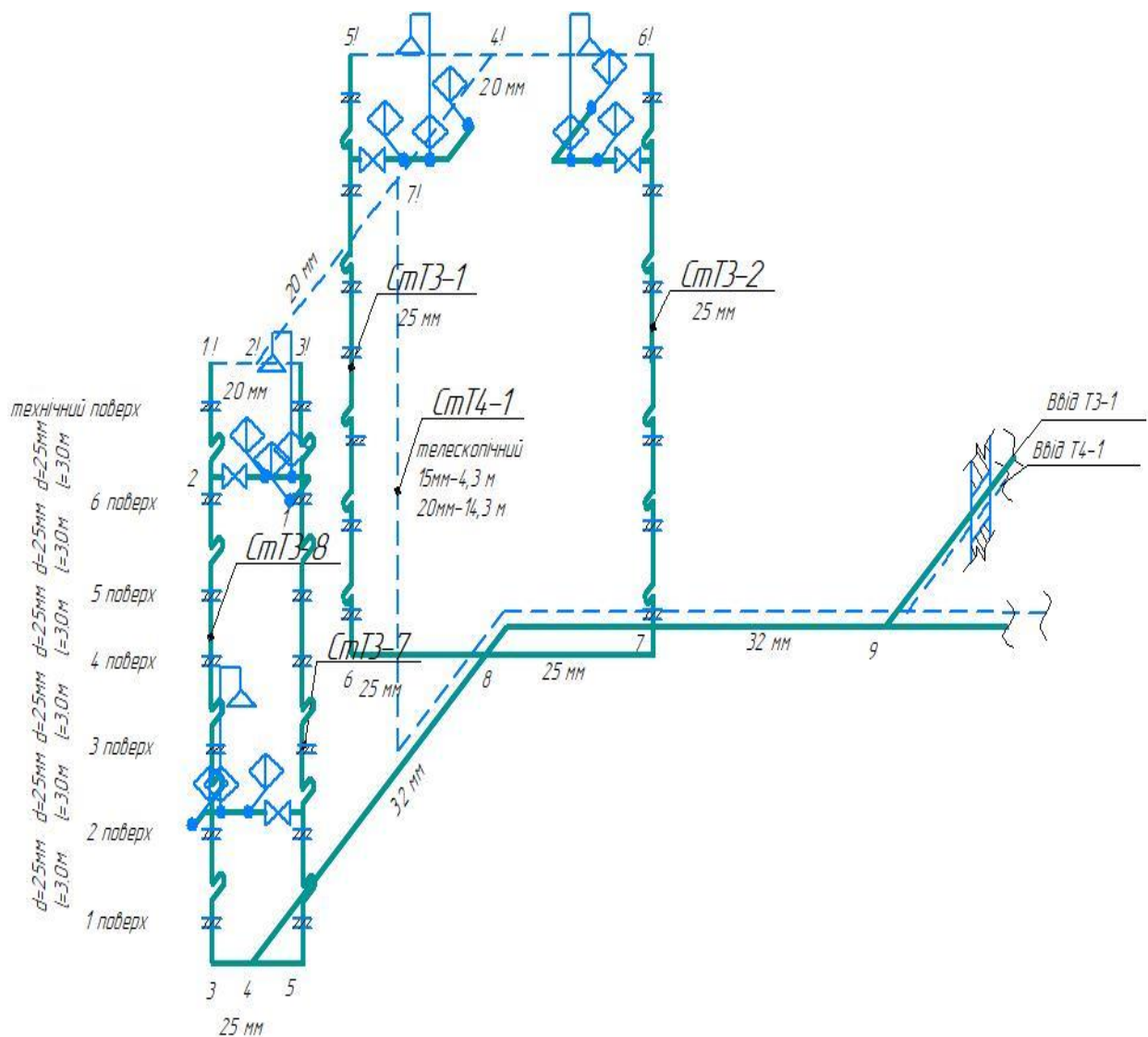


Рисунок 2.4.2.2 – Аксонометрична схема гарячого водопостачання

Розрахунок у режимі водоспоживання необхідний для визначення розрахункової витрати та діаметрів робочих стояків, які подають воду до квартир.

Розрахункова максимальна секундна витрата гарячої води q^h визначається в залежності від кількості споживачів води – U відповідно до [24, табл. А8], при розрахунковій середній добовій витраті 250 л/добу на одну людину.

Діаметри труб приймаються за розрахунковими витратами води з урахуванням економічних швидкостей (0,8–1,5 м/с). Гідравлічний розрахунок в режимі водоспоживання виконується в табл.2.4.2.2.

У режимі водоспоживання довжина стояка розраховується від основи стояка до точки підключення поквартирної розводки із урахуванням загальної довжини труб рушникосушарок. Для розрахунків по всім стоякам довжина труб рушникосушарок приймається 1,44 м. Тоді довжина стояка в режимі водоспоживання становить: $5 \times 3 + 5 \times 1,44 + 0,3 + 0,4 = 22,9$ м. Питома втрата тиску з урахуванням заростання трубопроводів визначається за формулою:

$$I = q_{h2} \times K_v \times K_i \times A, \quad (2.4.2.10)$$

де K_v – поправка на швидкість,

K_i – поправка на заростання, опір труби.

Усі розрахункові коефіцієнти приймаються за даними [14].

Для розрахунку втрат напору коефіцієнт місцевих опорів приймається:

$K=0,5$ – для стояків з рушникосушарками та $K=0,2$ – для водорозбірних та циркуляційних магістралей.

Розрахунок системи в режимі циркуляції виконується для визначення діаметрів циркуляційних стояків та ув'язки тиску в кожному вузлі.

Витрата циркуляційної води визначається за формулою:

$$Q^{cir}=q^{ht}/C \times t, \quad (2.4.2.11)$$

де q^{ht} – теплові втрати в трубах та стояках, кВт;

C – теплоємність води, $C=4,19$ кДж/кг град;

T – дозволене охолодження води на шляху від водонагрівача до диктуючої точки, $t = 8,5^{\circ}\text{C}$.

Втрати тепла визначаються в залежності від призначення трубопроводів та місць їх розташування в будинку за формулою:

$$Q^{ht}=q_i \times L, \quad (2.4.2.12)$$

де q_i – питомі втрати тепла в трубі певного діаметру та призначення,

L – довжина трубопроводу, м

Необхідні розрахунки виконуються в табл.2.4.2.4.

По секції: сумарні Q^{ht} у вузлі стаановлять:

$2199,32+640,86+517,37=3357,56$ кДж.

Циркуляційна витрата:

$3357,56/(4,19 \times 8,5 \times 1000)=0,0943$ л/с.

На один стояк у вузлі:

$0,0943 /4=0,0235$ л/с.

Розраховуються втрати у вузлі від точки підключення до магістралі в підвалі до точки підключення до циркуляційного стояка на горищі.

Тоді втрати напору через стояк ТЗ-7 становлять 0,255 м;

через стояк ТЗ-8 – 0,259 м;

через стояк ТЗ-1 – 0,117 м;

через стояк ТЗ-2 – 0,083 м.

Сумарні втрати в стояках у вузлі для секції Е становлять 0,715 м.

Таблиця 2.4.2.3 – Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі водоспоживання

№ ділянки	U , чол	q^h , л/с	L , м	D , мм	V , м/с	K_v	K_i	A	i	K	H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Секція											
1-2	5	0,27	0,8	15	1,52	1,68	3,87	7,253	3,44	1,0	5,50

Продовження таблиці 2.4.2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2-3	30	0,5	22,9	25	1,016	1,38	2,34	0,364	0,29	1,5	20,19
3-4	30	0,5	1,7	25	1,016	1,38	2,34	0,364	0,29	1,2	1,20
4-5	18	0,4	1,3	25	0,82	1,38	2,34	0,364	0,19	1,2	0,59
4-8	48	0,63	7,76	32	0,783	1,28	1,93	0,081	0,08	1,2	1,48
6-8	18	0,4	7,83	25	0,82	1,38	2,34	0,364	0,19	1,2	3,53
7-8	24	0,45	1,21	25	0,91	1,38	2,34	0,364	0,24	1,2	0,69
8-9	42	0,59	0,6	32	0,73	1,28	1,93	0,081	0,07	1,2	0,10
9-10	96	0,93	12,1	32	1,15	1,28	1,93	0,081	3,44	1,2	5,50
Стояки											
T3-1	18,0	0,4	22,9	25	0,82	1,38	2,34	0,364	0,19	1,5	12,92
T3-2	24,0	0,45	22,9	25	0,91	1,38	2,34	0,364	0,24	1,5	16,35
T3-7	18,0	0,4	22,9	25	0,82	1,38	2,34	0,364	0,19	1,5	12,92

Втрати в режимі циркуляції визначаються за формулою

$$H_{uz/st}=H/N, \quad (2.4.2.14)$$

де N – кількість робочих стояків у секції.

$$H_{uz/st}=0,715/4=0,178 \text{ м}$$

Тоді можливі втрати в циркуляційному стояку складають:

$$H_{st} = 3 \cdot 0,178 = 2,82 \text{ м}$$

Питомі втрати в циркуляційному стояку визначаються за формулою

$$I_{st} = H_{st} / L_{st} \times (1 + K), \quad (2.4.2.15)$$

де L_{st} – довжина циркуляційного стояка, $L_{st}=6 \times 3 + 0,6 = 18,6 \text{ м}$.

K – коефіцієнт місцевих опорів, $K=0,1$ – для циркуляційних стояків.

$$I_{st} = 2,82 / 18,6 \times (1 + 0,1) = 0,137.$$

Для циркуляційної витрати води 0,0943 л/с і стандартного діаметру

$D=20 \text{ мм}$ за розрахунком: $I_{st} = 0,0943^2 \times 5,842 = 0,0519 \text{ м}$.

Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі циркуляції показано у формі таблиці 2.4.2.4..

Перевірочний розрахунок.

Втрати тиску для обраного діаметру складають: $H_{cst}=I \times L \times (1+K) = 0,0519 \times 18,6 \times 1,1 = 1,062 \text{ м}$.

Загальні втрати тиску : $H_{uz} = H_{cst} + H_{uz/st} = 1,062 + 0,178 = 1,24 \text{ м}$.

Таблиця 2.4.2.4 – Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі циркуляції

№ ділянки	Тепловий розрахунок				Гідравлічний розрахунок			
	D, мм	q _i	L, м	Q ^{ht}	Q ^{cir}	I	K	H
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Секція								
стояки	25	24,01	4*22,9	199,32	0,0235	0,000649	1,5	0,02229
підвал								

Продовження таблиці 2.4.2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-4	25	19,14	2,0	38,28	0,0235	0,000649	1,2	0,0016
4-5	25	19,14	1,6	30,624	0,0235	0,000649	1,2	0,0012
4-8	32	21,81	9,0	196,29	0,047	0,000442	1,2	0,0048
6-8	25	19,14	8,4	60,776	0,0235	0,000649	1,2	0,0065
7-8	25	19,14	1,2	22,968	0,0235	0,000649	1,2	0,0009
8-9	32	21,81	8,8	91,928	0,094	0,00176	1,2	0,0186
640,86								
горище								
1!-2!	20	18,09	2,0	36,18	0,0235	0,0032	1,2	0,0077
2!-3!	20	18,09	1,4	25,326	0,0235	0,0032	1,2	0,0054
2!-7!	20	18,09	13,2	38,788	0,047	0,0129	1,2	0,2043
5!-4!	20	18,09	8,4	51,956	0,0235	0,0032	1,2	0,0323
4!-6!	20	18,09	1,2	21,708	0,0235	0,0032	1,2	0,0046
4!-7!	20	18,09	2,4	43,416	0,047	0,0129	1,2	0,0372
517,37								

Циркуляційний стояк для ув'язки тиску виконується із труб двох сумісних діаметрів з переходом від меншого до більшого діаметру за ходом руху води.

Для визначення певної довжини кожної ділянки складається рівняння:

- для витрати 0,0943л/с $D=15$ мм $i=0,0943^2 \times 47,156=0,419$ м;

- для витрати 0,0943л/с $D=20$ мм $I=0,0943^2 \times 5,842=0,052$ м;

$137=419 \times x + 52(1-x)$;

$X=23\%$ – доля труби меншого діаметру

Тоді, L труби $D=15$ мм складає $0,23 \times 18,6=4,3$ м

L труби $D=20$ мм складає $(1-0,23) \times 18,6=14,3$ м

? Питання до самоконтролю

1. Як виконується аксонометрична схема гарячого водопроводу?
2. Для чого проєктують циркуляційні схеми гарячого водопостачання?
3. Які особливості характерні для двохтрубної схеми гарячого водопроводу?
4. Які схеми застосовують для циркуляційних систем гарячого водопостачання?
5. Як виконується гідравлічний розрахунок в режимах водоспоживання та циркуляції?

Розділ 2.5 Системи теплопостачання будівельних об'єктів

2.5.1 Практичні заняття 9-10

Визначення розрахункових умов для проєктування системи опалення Розрахунок тепловтрат та визначення теплової потужності системи опалення

Мета заняття: навчитися працювати з нормативною літературою, отримати навички розрахунку технічних параметрів для проєктування системи опалення, набути навички розрахунку тепловтрати приміщень житлового будинку та теплової потужності системи опалення.

Завдання. Визначити за нормативною літературою розрахункові параметри, виконати теплотехнічний розрахунок огорожень, розрахувати тепловтрати та теплову потужність системи опалення.

Вихідні дані: для виконання практичного заняття: плани поверхів, конструктивні особливості огорожень, висота поверху, географічний пункт будівництва, орієнтація будівлі відносно сторін світу, конструктивні особливості системи опалення.

Методичні вказівки для виконання завдання

Розрахунковими параметрами для проєктування системи опалення та теплотехнічного розрахунку є:

1. Параметри зовнішнього повітря (температура повітря в найбільш холодний період року (параметр Б), температурна в зоні будівництва, кількість градусоднів опалювального періоду, напрямок та швидкість вітру в січні з повторюваністю не менше 15%). Ці дані приймають за нормативною літературою [28, 36].
2. Параметри внутрішнього повітря приміщень (температура та відносна вологість повітря, а також режим вологості приміщень). Для житлових будинків ці параметри визначають за відповідними будівельними нормами [22] і [28].
3. Умови експлуатації огорожень, які залежать від режиму вологості приміщень і визначаються за [28].
4. Теплотехнічні властивості матеріалів огорожень (густина цих матеріалів у сухому стані, розрахункові коефіцієнти теплопровідності) [28].
5. Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожень (зовнішньої стіни підвального та верхнього перекриття, вікна, вхідні двері, тощо) приймають за [28].

З метою визначення фактичного опору теплопередачі зовнішніх огорожень або товщини утеплювача виконують теплотехнічний розрахунок.

Опір теплопередачі огорожень визначають за формулою, м²×К/Вт:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}, \quad (2.5.1.1)$$

де $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні огороження,

приймають за [28, додаток Е];

δ_i – товщина i – того шару огороження, м;

λ_{pi} – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності i – того шару огороження, Вт/(м·К) [28, додаток Л];

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження, [28, додаток Е].

Необхідну товщину шару утеплювача, м визначають за формулою:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \times \left(R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_e} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right) \right), \quad (2.5.1.2)$$

де λ_{yt} – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача, Вт/(м·К) [28, додаток Л];

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі данного огороження, м²×К/Вт [28, табл. 1].

Загальні тепловтрати будівлі Q_1 знаходять як суму тепловтрат крізь окремі огороження Q_a та втрат тепла на нагрівання вентиляційного повітря Q_v , кВт:

$$Q_1 = Q_a + Q_v, \quad (2.5.1.3)$$

Тепловтрати крізь окремі огороження [28, додаток И], Вт:

$$Q_a = \frac{Q}{R} \times A \times (t_a - t_3) \times \left(1 + \sum \beta \right) \times n, \quad (2.5.1.4)$$

де Q_a – тепловий потік крізь огороження, Вт;

R – фактичний опір теплопередачі, м²×К/Вт;

A – розрахункова площа огорожувальної конструкції, м²;

t_v – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

B – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати тепла;

n – коефіцієнт, який залежить від положення зовнішньої поверхні огороження стосовно зовнішнього повітря.

Для приміщень з одним або більше вікном або балконними дверима тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря визначають за формулою, Вт [27, п.6]:

$$Q_v = 0,337 \times A_n \times h \times (t_a - t_3), \quad (2.5.1.5)$$

де A_n – площа підлоги приміщення, м²;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,5 м.

Для сходових кліток втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить крізь відчинені входні двері, знаходять за формулою [27, п.6], Вт:

$$Q_e = 0,7 \times B \times (H + 0,8 \times P) \times [t_v - t_3], \quad (2.5.1.6)$$

де B – коефіцієнт, який враховує кількість тамбурів. Для одного тамбуру (двоє дверей) $B = 1$, для двох тамбурів (троє дверей) $B = 0,6$;

H – висота будинку, м;

P – кількість людей, які знаходяться в будинку.

Теплова потужність системи опалення [27, п.6], кВт:

$$Q = Q_1 \times b_1 \times b_2 + Q_2 - Q_3, \quad (2.5.1.7)$$

де Q_1 – загальні тепловтрати будинку, кВт;

b_1 – коефіцієнт, який враховує додатковий тепловий потік від опалювальних приладів за рахунок заокруглення понад розраховану величину, приймають за [27, п.6];

b_2 – коефіцієнт, який враховує додаткові втрати тепла опалювальними приладами, розташованими біля зовнішніх огорожень, що виникають у разі відсутності теплових екранів, приймають за [27, п.6]. За наявності теплового екрану b_2 приймають рівним 1;

Q_2 – втрати тепла трубопроводами, які прокладено в неопалюваних приміщеннях, кВт, розраховують за [27, п.6], беручи до уваги, що величина цих втрат не може бути розрахована доки не виконаний гідравлічний розрахунок системи опалення, можна прийняти максимально допустиме значення величини тепловтрат трубопроводами – 4% від величини тепловтрат будинку Q_1 [30, п. 10];

Q_3 – тепловий потік, що регулярно надходить від освітлення, обладнання та людей, кВт, визначають в цілому на всю систему опалення будівлі з розрахунку 0,01 кВт на 1 м² загальної площі житлових будинків) [27, п.6]. Розрахункову річну потребу в теплі для системи опалення визначають за формулою, ГДж:

$$Q = 0.086 \times Q \times S \times \frac{a}{(t_a - t_3)}, \quad (2.5.1.8)$$

де Q – теплова потужність системи опалення, кВт, визначена за формулою (2.5.1.7);

S – розрахункова кількість градусодіб;

a – коефіцієнт, який необхідно враховувати у розмірі 0,8, якщо система опалення обладнана приладами автоматичного зменшення теплової потужності в неробочий час. Для житлового будинку $a = 1$;

b – коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними терморегуляторами, за цієї умови він дорівнює 0,9;

c – коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо в системі опалення передбачена можливість фасадного автоматичного регулювання, за цієї умови він дорівнює 0,95.

Приклади розв'язування задач

Задача 2.5.1.1. Визначити опір теплопередачі зовнішньої стіни і зробити висновок про можливість використання такої конструкції для будівництва житлового будинку в I температурній зоні. Зовнішня стіна складається з таких шарів [16]:

- внутрішній тиньк товщиною 0,02 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,7 Вт/(м·°С);
- цегляна кладка товщиною 0,51 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,81 Вт/(м·°С);
- утеплювач товщиною 0,05 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,03 Вт/(м·°С);

- зовнішній тиньк товщиною 0,03 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,9 Вт/(м·°C).

Хід розв'язку:

Опір теплопередачі огороження розраховується за формулою (2.5.1.1), (м²·K)/Вт:

$$R = \frac{1}{8.7} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{0.51}{0.81} + \frac{0.05}{0.03} + \frac{0.03}{0.9} + \frac{1}{23} = 2.52$$

де $\alpha_v = 8,7$ Вт/(м²·K) прийнято для зовнішньої стіни [28, додаток Е];

$\alpha_3 = 23$ Вт/(м²·K) прийнято для зовнішньої стіни [28, додаток Е].

Величини δ і λ для кожного шару задані умовою задачі. Відповідно до [28, табл.1] мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни житлового будинку в I температурній зоні повинно становити 2,8 м²·K/Вт. Отже, використання заданої умовою задачі конструкції зовнішньої стіни в I температурній зоні суперечить вимогам [28].

Задача 2.5.1.2. Визначити тепловтрати приміщення першого поверху житлового п'ятиповерхового будинку з підвалом, розташованим нижче рівня землі. План приміщення та орієнтацію його відносно сторін світу наведено на рисунку 2.5.1.1 [16].

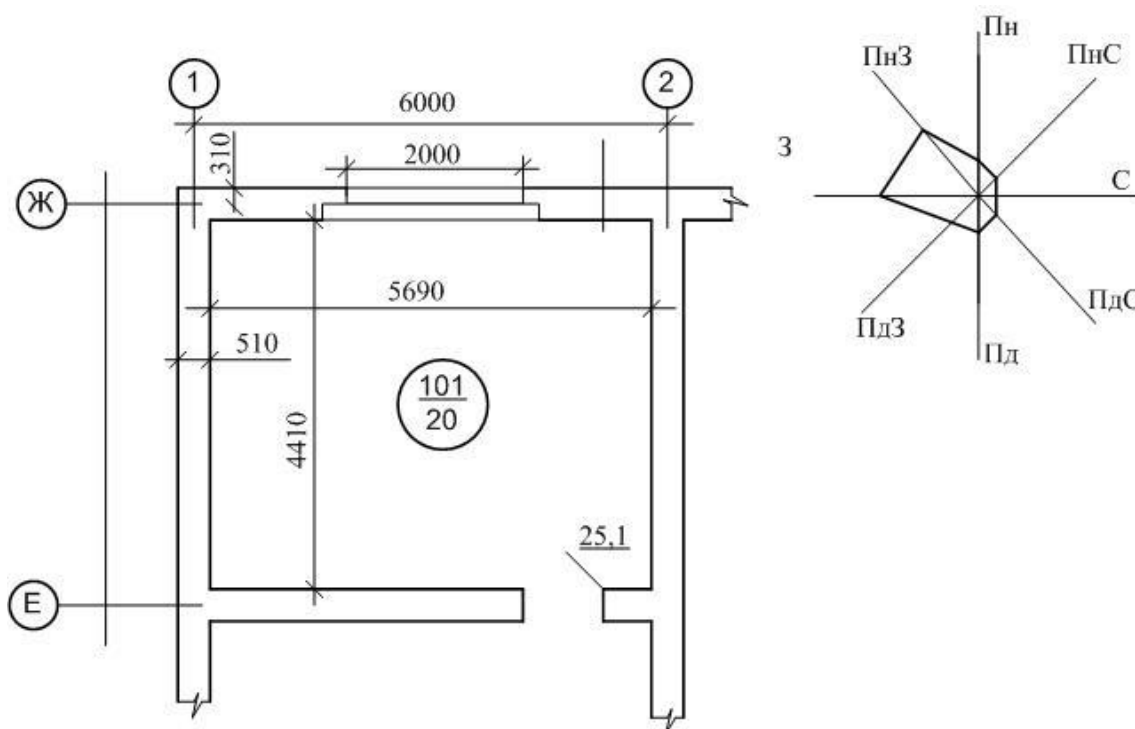


Рисунок 2.5.1.1 – План приміщення першого поверху

Опір теплопередачі зовнішніх огорожень: стін – 2,6 м²·K/Вт, вікон – 0,5 м²·K/Вт, підвального перекриття – 2,5 м²·K/Вт. Товщина зовнішніх стін 0,51 м, розмір вікна 2×1,5 м, висота поверху – 3,0 м, приміщення – 2,7 м, товщина підвального перекриття – 0,4 м. Розрахункова температура повітря в приміщенні становить +20 °C, в підвалі +5 °C. Житлова кімната першого

поверху має такі зовнішні огороження: дві стіни, вікно та підвальне перекриття. Розмір зовнішньої стіни по висоті дорівнює 3,4 м. Довжина північної стіни в плані 6,4 м, західної – 5,1 м (відповідно до правил вимірювання розмірів огорожень). Коефіцієнти теплопередачі: стіни, $K_{ст} = 1/2,6 = 0,38 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, вікна – $K_v = 1/0,5 = 2,0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, підвального перекриття – $K_{пп} = 1/2,5 = 0,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Таблиця 2.5.1.1 – Напрямок і швидкість вітру в січні для міста А

Румби	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність вітру, %	4	4	8	13	18	14	23	16
Швидкість вітру, м/с	3,8	3,7	3,8	4,8	4,9	4,9	6,3	5,9

За даними повторюваності побудовано розу вітрів (рис. 2.5.1.1.). Додаткові тепловтрати на вітер необхідно врахувати як для північної стіни і вікна, які перебувають під дією північно – західного вітру, так і західної стіни, яка зазнає впливу і північно-західного і західного вітру. Зважаючи на швидкість цих вітрів, додаткові тепловтрати слід врахувати коефіцієнтом $\beta = 0,1$.

Коефіцієнт n для підвального перекриття обчислений за формулою:

$$n = \frac{t_e - t_l}{t_e - t_3} = \frac{20 - 5}{20 - (-20)} = 0,4$$

Тепловтрати приміщення розраховано за формулами (2.5.1.4), (2.5.1.5) і наведено в таблиці 2.5.1.2.

Таблиця 2.5.1.1 – Тепловтрати приміщення першого поверху

Тип, номер приміщення, t _{в,о} C	Назва огороження	Розміри огорожен ня		Розрахунок Q _a								Q _a + Q _в Вт
		1-й, м	2-й. м	Площа А, м ²	К , Вт/м ² К	(t _в – t ₃), °C	п	(1 + Σβ)	Q _a , Вт	Площа підлоги , Ап, м ²	Q _в , Вт	
ЖК, 101, 20		6,4	3,0	16,2	0,38	40	1	1,1	270			
	ЗС	5,1	3,0	15,3	0,38		1	1,1	260			
	В	2,0	1,5	3,0	2,0		1	1,1	270			
	ПП	5,9	4,6	27,1	0,4		0,4	1	170			
Для приміщення 101									970	25,1	910	1880

Задача 2.5.1.3. Визначити теплову потужність системи опалення житлового п'ятиповерхового будинку, якщо його тепловтрати становлять 140 кВт. В будинку проєктується однотрубна водяна система опалення з чавунними радіаторамиє МС-140-108, встановленими під вікнами з влаштуванням теплових екранів [16].

Загальна опалювана площа поверху 520 м².

Хід розв'язку:

Номінальна теплова потужність однієї секції чавунного радіатора МС-40-108 (тобто типорозмірний крок) становить 0,185 кВт [8, додаток X]. Мінімальна кількість секцій в опалювальному приладі – два, отже, теплова потужність мінімального типорозміру – 0,37 кВт. Для цих умов коефіцієнт $b_1 = 1,06$ [8, додаток 12, табл. 1]. Коефіцієнт $b_2 = 1$, бо за опалювальними приладами передбачені теплові екрани. Тепловтрати трубопроводами системи опалення прийнято в розмірі 4% від втрат тепла будинку, кВт:

$$Q_2 = 0,04 \times 140 = 5,6.$$

Теплові надходження в житловому будинку, кВт:

$$Q_3 = 0,01 \times (520 \times 5) = 26$$

Теплова потужність системи опалення за формулою (2.5.1.7), кВт:

$$Q = 140 \times 1,06 \times 1 + 5,6 - 26 = 128$$

Задача 2.5.1.4. Житловий будинок в м. Києві обладнано системою опалення з тепловою потужністю 150 кВт. Яку кількість теплової енергії необхідно затратити протягом року для опалення данного будинку, якщо система запроєктована з радіаторними термостатичними клапанами без автоматичного пофасадного регулювання? [16]

Хід розв'язку:

Розрахункове річне теплоспоживання системою опалення будинку (за формулою 2.5.1.8)

$$Q_{річ} = 0,086 \cdot 150 \cdot 3572 \cdot \frac{1 \cdot 0,9 \cdot 1}{20 - (-22)} = 987,4 \text{ кВт,}$$

де Q – за умовою задачі 150 кВт;

$S = 3572$ прийнято для м. Київ [36, таблиця 2].

Для житлового будинку $a = 1$; $b = 0,9$, бо система обладнана радіаторними термостатичними клапанами;

$C = 1$, бо відсутні прилади для фасадного регулювання тепловіддачі,

T_v прийнято 20 °С [36, таблиця 2];

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря.

? Питання до самоконтролю

1. За якими параметрами виконується проєктування системи теплопостачання?
2. Якими нормативними документами слід користуватись при виконанні розрахунків обладнання для системи теплопостачання?
3. Яке обладнання застосовується в системі теплопостачання будівель?
4. Як визначити теплові витрати через огорожі будівель?
5. Як визначити теплову потужність системи опалення?

Розділ 2.6 Розрахунок вентиляції будівельних об'єктів

2.6.1 Практичні заняття 11-12

Проектування та розрахунок системи природної витяжної вентиляції будинку

Мета заняття: оволодіти навичками розрахунку та проектування системи вентиляції в житловому будинку для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях, навчитися виконувати аеродинамічний розрахунок вентиляційних каналів

Завдання: розмістити вентиляційні канали на планах поверхів будинку, розрахувати повітрообмін в будівлі, виконати аеродинамічний розрахунок системи вентиляції.

Вихідні дані для виконання практичного заняття: плани поверхів і конструктивні особливості огорожень, висота поверху.

Методичні вказівки до виконання завдання

Оскільки витяжна вентиляція з природним спонуканням рекомендована [21, п. 5.30] для житлових будинків, то її проектування та розрахунок будуть розглянуті на прикладі саме таких споруд. Повітря видаляється з тих приміщень, де найбільше виділяється шкідливих речовин. Тому з верхньої зони кухні, ванни, туалету або суміщеного санвузла квартири проектують індивідуальний вентиляційний канал з випуском повітря в атмосферу або збірну вентиляційну шахту і приєднанням витяжних каналів до неї на відстані по вертикалі не менше, ніж від 2 витяжних решіток [21, п. 5.31]. Для суміжних приміщень ванної кімнати та туалету однієї квартири допускається проектування одного каналу з встановленням двох витяжних решіток на спільному для цих приміщень повітропроводі [21, п. 5.31]. Компенсація повітря, яке видаляється, передбачається за рахунок неорганізованого припливу зовнішнього повітря, а також за рахунок перетікання повітря з інших приміщень. Приплив зовнішнього повітря відбувається крізь кватирки, вікна, нещільності вікон та дверей, або спеціальні припливні отвори. Витяжні канали розміщують у внутрішніх стінах або їх проектують приставними до цих стін. В панельних будинках вентиляція здійснюється як приставними каналами так і за допомогою спеціальних вентиляційних панелей. У зовнішніх стінах вентиляційні канали не розміщують. Можна робити примикання до зовнішніх стін вентканалів кухні, за умови, що термічний опір ділянки зовнішньої стіни перевищує величину $1,2 \cdot R_{q \min}$ [21, п. 5.31]. Випуск повітря з вентиляційних каналів здійснюють над покрівлею у місцях, де виключається виникнення зони вітрового підпору [21, п. 5.32]. Витяжна вентиляція житлових кімнат у всіх квартирах здійснюється через вентканали кухонь, туалетів, ванних. Кожне вентильоване приміщення обслуговує свій канал, який влаштовують під час кладки цегляної стіни. Мінімальна товщина цегляної стіни, в якій розміщують канали, 380 мм. Розміри каналів визначають аеродинамічним розрахунком і вони повинні бути кратними розмірам цегли. З приміщення повітря надходить у вентканал крізь вентиляційну решітку, яка може бути регульованою

(жалюзійною) або нерегульованою. Перші дозволяють змінювати витрату повітря, яке видаляється з приміщення, їх встановлюють у ванних, туалетах та суміщених санвузлах. В кухнях слід передбачати нерегульовані вентиляційні ґрати [12]. Конструювання системи вентиляції починають з розміщення каналів на планах поверхів та горища, враховуючи наступні фактори:

1. Поперечний переріз каналу повинен бути кратним розміру цегли (140×140 мм, 140×270 мм і т.д.) [7, табл. 22.7].

2. Мінімальна відстань між каналами однакових приміщень – півцеглини, а між каналами, які обслуговують різні за призначенням приміщення – одна цеглина (250 мм) [12].

3. Від отворів в стінах та стиків стін до каналу має бути відстань в 1,5 цеглини (380 мм) [12].

4. Якщо в стіні влаштувати канал неможна, то використовують приставні канали з плит або блоків. Мінімальний розмір приставного каналу – 100×150 мм [12].

5. Горизонтальні повітропроводи, які сполучають вентиляційні приміщення з вертикальними витяжними каналами, влаштовують підвісними або підшивними.

6. Щоб уникнути перевертання тяги під час вітру витяжні канали виводять на 0,5 м вище плоскої покрівлі, а для скатного даху положення гирла витяжного каналу знаходять так, як показано на рис. 5.2.2.1.

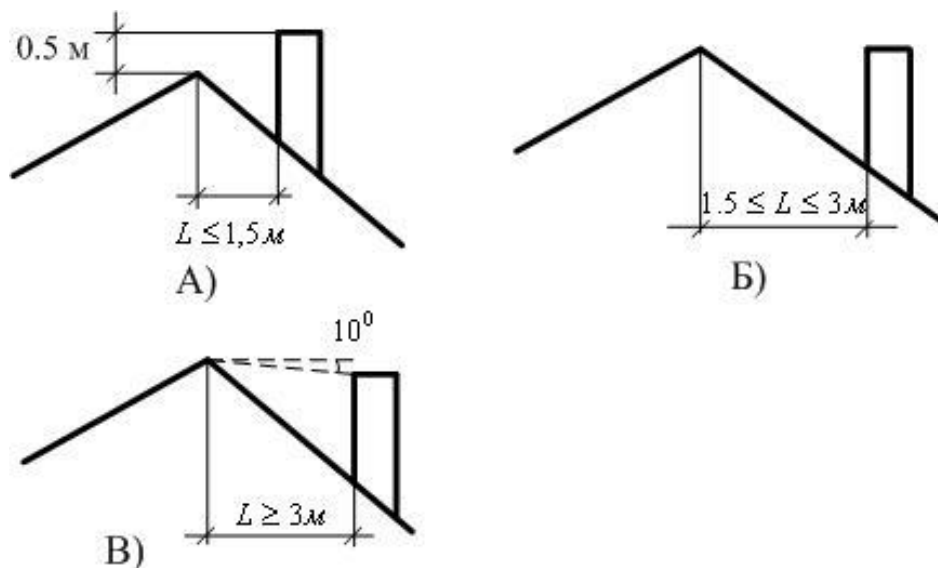


Рисунок 5.2.2.1 – Визначення відмітки гирла витяжного каналу

Згідно із [27, п.7.3.10] якщо відстань від найближчого вентиляційного каналу до гребеня даху менше за 1,5 м, то відмітка гирла повинна бути вища

гребеня на 0,5 (рис. 5.2.2.1, а); якщо відстань від найближчого вентиляційного каналу до гребеня даху знаходиться в межах від 1,5 до 3 м, то відмітка гирла повинна дорівнювати відмітці гребеня (рис. 5.2.2.1, б); якщо відстань від найближчого вентиляційного каналу до гребеня даху більша за 3 м, то відмітка гирла визначається побудовою показанною на рисунку 5.2.2.1, в.

7. Вентиляційні ґрати на вході в канал встановлюють на відстані 200 – 250 мм від стелі поверху. Стандартні вентиляційні решітки мають перетин 55÷0% від загальної площі, тому їх вибирають так, аби площа ґрат вдвічі перевищувала площу каналу, або на підставі розрахунку [7].

8. Над вентиляційними каналами встановлюють прямокутні зонти. Після розміщення вентканалів на планах, викреслюють фрагмент стіни, вид на цю стіну та розріз по одному з вентиляційних каналів в масштабі 1:50 (або 1:100). На кресленні вказують [35]: координатні вісі будівлі і відстані між ними; будівельні конструкції та обладнання, які впливають на прокладання каналів; відмітки чистої підлоги поверхів; розмірні прив'язки вентканалів до координатних вісей або елементів конструкцій; діаметри (перетини) повітропроводів та каналів. Креслення виконують відповідно до вимог чинних стандартів [34, 35].

Розрахунок повітрообміну

Вимоги до повітрообміну житлових приміщень наведені в нормативних документах [21, табл. 4]. Кількість повітря, яке необхідно видаляти з кухні (L_k), туалету (L_t), ванної (L_v) та суміщеного санвузла L_{cc}) визначають за повітряним балансом квартири, але не менше, ніж: 90 м³/год для кухні та кухні-їдальні. В разі, якщо кухні обладнані електроплитами, мінімальний об'єм витяжки може становити 60 м³/ год; 25 м³/год – для ванної кімнати; 25 м³/ год – для туалету; 50 м³/ год – для суміщеного санвузла. Приплив повітря в житлові кімнати має бути кратним 0,8, тобто (м³/ год):

$$L_{ж.к.} = 0.8 \times V_{ж.к.} \quad (2.5.2.1)$$

де $V_{ж.к.}$ – сумарний об'єм житлових кімнат квартири, м³.

Оскільки житлові кімнати вентиліюються каналами кухні, ванної та туалету, то повинна виконуватись умова:

$$L_k + L_v + L_n \geq L_{ж.к.} \quad (2.5.2.2)$$

Якщо ця умова не виконується, то повітрообмін кухні збільшують на потрібну величину. Витрата повітря повинна бути вказана на кресленні.

Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції

Повітря вентиляційними каналами видаляється за рахунок природного гравітаційного тиску, який виникає завдяки різниці густин холодного зовнішнього та теплого внутрішнього повітря. Гравітаційний тиск для кожного вентканалу визначається за формулою, Па:

$$\Delta P_h = h \times g \times (\rho_3 - \rho_a), \quad (2.5.2.3)$$

де h – висота вентканалу, визначають як різницю відміток верху каналу та середини решітки m ;

g – прискорення вільного падіння, m/s^2 ;

ρ_3 – густина зовнішнього повітря, kg/m^3 ;

ρ_v – густина внутрішнього повітря, kg/m^3 .

Густину зовнішнього повітря приймають для температури $+5\text{ }^\circ C$ [27, п. 5.3], внутрішнього – за розрахунковою температурою приміщення [21, табл. 4]. Густина повітря визначають за довідковою літературою [6, табл. VII.1], (додаток 6), або за формулою, kg/m^3 :

$$\rho = \frac{353}{273+t} \quad (2.5.2.4)$$

де t – температура повітря, $^\circ C$.

Метою аеродинамічного розрахунку є підбір таких розмірів перетинів каналів, в яких сумарні втрати тиску будуть рівними або меншими явного гравітаційного тиску, Pa :

$$\sum P \leq 0.9 \times \Delta P_h, \quad (2.5.2.5)$$

де $0,9$ – коефіцієнт запасу на невраховані втрати тиску.

Сумарні втрати тиску в системі вентиляції складаються з втрат тиску на тертя, ΔP_{tr} , і втрат тиску в місцевих опорах:

$$\sum P = \Delta P_{od} + \Delta P_{il} \quad (2.5.2.6)$$

Втрати тиску на тертя, Pa :

$$\Delta P_{mp} = R \times l \times n \quad (2.5.2.7)$$

де R – питомі втрати тиску на тертя, Pa/m ;

l – довжина каналу, m ;

n – поправний коефіцієнт втрат тиску на тертя.

Для визначення величини R в довідковій літературі [7, табл. 22.15] наведені таблиці та номограми, але всі вони складені для круглих сталевих повітропроводів (додаток 6). Для каналів з інших матеріалів потрібно вводити поправний коефіцієнт n [7, табл. 22.12], який залежить від абсолютної еквівалентної шорсткості повітропроводу k_e [7, табл. 22.11] та швидкості руху повітря. Для розрахунку повітропроводів та каналів прямокутного перетину вводять поняття еквівалентного діаметру, за якого втрати тиску на тертя в круглому та прямокутному повітропроводі однакові. Розрізняють три види еквівалентного діаметра [7]: за швидкістю – d_v , за витратою – d_L , за площею поперечного перерізу – d_f . Кожен з цих діаметрів пов'язаний з розмірами каналу a і b і для кожного є свій спосіб користування розрахунковими таблицями або номограммами. Кінцевий результат (втрати тиску на тертя в прямокутному повітропроводі) не залежить від способу визначення еквівалентного діаметра. Еквівалентний за швидкістю діаметр (d_v) визначають за умови, що питомі втрати на тертя в круглому та прямокутному повітропроводах однакові, якщо швидкості руху повітря цими повітропроводами однакові. Тоді:

$$d_v = \frac{2 \times a \times b}{a + b} \quad (2.5.2.7)$$

Щоб знайти значення питомих втрат тиску за таблицями або номограммами, складеними для круглих повітропроводів, необхідно визначити R для обчислених d_v та v (фактична швидкість руху повітря в прямокутному каналі), не беручи до уваги фактичну витрату повітря. Еквівалентний за витратою діаметр (d_L) визначають за умови, що питомі втрати на тертя в круглому або прямокутному повітропроводах однакові, якщо витрати повітря в цих повітропроводах однакові. Такий еквівалентний діаметр визначають за формулою, мм:

$$d_L = 1.265 \times \sqrt{\frac{a^3 \times b^3}{a + b}} \quad (2.5.2.8)$$

За величинами d_L та L (фактичною витратою повітря в прямокутному каналі) за таблицями або номограммами для круглих сталевих повітропроводів визначають питомі втрати тиску на тертя, не беручи до уваги фактичну швидкість руху повітря. Еквівалентний за площею поперечного перерізу діаметр визначають за умови рівності площ прямокутного та круглого перерізів, мм:

$$d_f = 2 \times \sqrt{\frac{a \times b}{\pi}} \quad (2.5.2.9)$$

Значення питомих втрат тиску в цьому випадку приймають з коефіцієнтом m , який враховує форму повітропроводу:

$$R = m \times R_{\text{ддд}} \quad (2.5.2.10)$$

Коефіцієнт m визначають за таблицями або номограммами [7]. Втрати тиску в місцевих опорах, Па:

$$\Delta P_{MO} = \sum \xi \times P_d \quad (2.5.2.11)$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів визначають за [7, табл. 22.16-2.43];

P_d – динамічний тиск, Па визначають за таблицям номограммами для аеродинамічного розрахунку [7, табл. 22.15] або за формулою:

$$P_d = \frac{\rho \times v^2}{2} \quad (2.5.2.12)$$

де ρ – густина повітря, кг/м³;

v – швидкість руху повітря, м/с.

Розрахунок вентиляційних каналів ведуть в такій послідовності:

1. За відомою витратою повітря, L , м³/год, визначають потрібну площу вентиляційного каналу, м²:

$$F_k = \frac{L}{3600 \times v_{\text{ддд}}} \quad (2.5.2.13)$$

де $v_{\text{рек}}$ – рекомендована швидкість руху повітря у каналі, м/с, [7, табл. 22.13].

Приймають в межах 0,5 – 1 м/с.

2. За знайденим значенням F_k приймають найближчий за площею вентиляційний канал стандартного розміру (додаток 3).

3. Розраховують фактичну швидкість руху повітря у вентканалі прийнятого

розміру, м/с:

$$V = \frac{L}{3600 \times f} \quad (2.5.2.13)$$

де f – площа прийнятого каналу стандартного розміру, м².

4. Визначають еквівалентний за швидкістю діаметр d_v , мм, за формулою(2.5.2.8).

5. Визначають еквівалентну шорсткість повітропроводу k_e та знаходять поправний коефіцієнт n [7, табл. 22.12].

6. За відомим еквівалентним діаметром та швидкістю руху повітря в каналі, користуючись таблицями для аеродинамічного розрахунку або номограммами [3], знаходять питомі втрати тиску на тертя, R , Па/м, та динамічний тиск P_d , Па.

7. Втрати тиску на тертя знаходять за формулою(2.5.2.7).

8. Визначають місцеві опори, знаходять відповідні їм коефіцієнти [1,3] і обчислюють їх суму.

9. Втрати тиску в місцевих опорах обчислюють за формулою (2.5.2.12).

10. Загальні втрати тиску, знайдені за формулою (2.5.2.6) порівнюють з гравітаційним тиском, обчисленим для кожного вентканалу за формулою (2.5.2.3).

11. Розрахунок вважають закінченим, якщо умова (2.5.2.5) виконується, якщо ж ні, то слід збільшити площу або кількість вентиляційних каналів і повторити розрахунок. Для зручності обчислення виконують в табличній формі (табл. 2.5.2.1).

Таблиця 2.5.2.1 – Аеродинамічний розрахунок вентиляційних каналів

Найменування каналу L , м ³ /год	L , м ³ /год	l , м	f , м ²	Розмір, мм		d_v , мм	V , м/с	k_e , мм	n	R , Па/м	$\Delta P_{тр}$, Па	P_d , Па	$\Sigma \xi$	$\Delta P_{мо}$, Па	ΣP , Па	ΔP_n , Па	
				а	б												

Приклади розв'язування задач

Задача 2.5.2.1. Визначити необхідну площу каналу природної витяжної вентиляції, якщо витрата повітря становить 120 м³/год. Підібрати розміри каналу, якщо він влаштований у внутрішній цегляній стіні будинку [16].

Хід розв'язку:

Необхідна площа вентиляційного каналу визначена за формулою (2.5.2.14):

$$F_k = \frac{L}{3600 \times V_{рек}} = \frac{120}{3600 \cdot 1} = 0.033$$

де L – задано 120 м³/год;

V_{рек} – швидкість руху повітря прийнята для каналу природної витяжної вентиляції 1 м/с.

Найближче значення площі 0,0378 м² має канал стандартного розміру 140 на 270 мм.

Задача 2.5.2.2. Визначити наявний тиск для каналу природної системи вентиляції житлового будинку, якщо висота каналу 10 м, а розрахункова температура внутрішнього повітря становить 25°C [16].

Хід розв'язку:

Наявний гравітаційний тиск для вентиляційного каналу визначений за формулою (2.5.2.3):

$$\Delta P_h = h \times g \times (\rho_3 - \rho_a) = 9.81 \cdot 10 \cdot (1.27 - 1.185)$$

де g = 9,8 м/с²;

h – висота витяжного каналу задано 10 м;

ρ₃ – густина зовнішнього повітря, кг/м³.

Відповідно до [27, п.5.3] системи витяжної вентиляції житлових будинків розраховують на температуру зовнішнього повітря +5°C.

За такої температури ρ₃ = 1,27 кг/м³;

ρ_в = 1,185 кг/м³ при заданій температурі 25°C.

Задача 3.3. Визначити втрати тиску на тертя у каналі природної витяжної вентиляції розміром 140×140 мм і довжиною 10 м, яким видаляється повітря у кількості 25 м³/год. Канал влаштовано у внутрішній цегляній стіні [16].

Хід розв'язку

Площа заданного вентиляційного каналу становить

$$f = a \times b = 0,14 \times 0,14 = 0,0196 \text{ (м}^2\text{)},$$

де a і b – розміри сторін каналу, м. Швидкість руху повітря у вентиляційному каналі

$$V = \frac{L}{3600 \times f} = \frac{25}{3600 \cdot 0.0196} = 0.35$$

$$d_v = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} = \frac{2 \cdot 140 \cdot 140}{140 + 140} = 140 \text{ мм.}$$

За таблицями для аеродинамічного розрахунку питомі втрати тиску у вентиляційному каналі діаметром 140 мм при швидкості руху повітря 0,35 м/с становлять 0,022 Па/м.

$$\text{Втрати тиску на тертя} \quad \Delta P_{mp} = R \times l \times n = 0.022 \cdot 10 \cdot 1.2255 = 0.27,$$

де $R = 0,022$ Па/м;

l – за умовою задачі 10 м;

$n = 1,225$ для еквівалентної шорсткості $k_e = 4$ та швидкості руху повітря 0,35 м/с.

Задача 3.4. Зробіть висновок чи вірно прийнято канал природної витяжної вентиляції розміром 140×140 мм, якщо його довжина становить 20 м. Загальні втрати тиску в каналі – 18,9 Па, а розрахункова температура внутрішнього повітря – 20°C [16].

Хід розв'язку:

Для забезпечення нормальної роботи вентиляційного каналу необхідно аби наявний тиск перед каналом перевищував втрати тиску із запасом у 10%. Наявний тиск перед вентиляційним каналом розраховано за формулою(3.3):

$$\Delta P_h = h \times g \times (\rho_z - \rho_a) = 9.81 \cdot 20 \cdot (1.27 - 1.205) = 12.7$$

де $g = 9,8$ м/с²;

h – задано 20 м;

ρ_z – густина зовнішнього повітря, кг/м³;

$\rho_z = 1,27$ кг/м³;

$\rho_v = 1,205$ г/м³ при заданій температурі 20 °С.

Природний тиск перед вентиляційним каналом значно менший за загальні втрати тиску 18,9 Па. Отже, розмір каналу підібрано невірно.

? Питання до самоконтролю

1. За якими параметрами виконується проектування системи вентиляції?
2. Якими нормативними документами слід користуватись при виконанні розрахунку обладнання для системи вентиляції будівель?
3. Яке обладнання застосовується в системі вентиляції та кондиціювання будівель?
4. Як визначити розміри вентиляційного каналу?
5. Як визначити потужність системи вентиляції?

Частина 3. Самостійна робота

Розділ 3.1 Додаткові завдання для самостійної роботи над курсом

3.1.1 Завдання до змістового модуля 1

Завдання 3.1.1.1.

Розрахувати систему холодного водопостачання для житлового будинку за наведеними даними: кількість секцій – 2; кількість поверхів – 2м; висота поверху і підвалу – 3,0м; заселеність квартири – 4 чол; ступінь благоустрою: холодний і гарячий водопровід із ваннами, каналізація; позначка підлоги першого поверху +1,0 м; позначка верху труби міськводопроводу (-)2,2 м. Розміри $a=4$ м; $b=6$ м.

Розробити аксонометричну схему.

Визначити розрахункові витрати по ділянках мережі.

Вибрати трубопроводи і визначити втрати тиску по довжині та на місцеві опори, потрібний тиск на ввіді в будівлю.

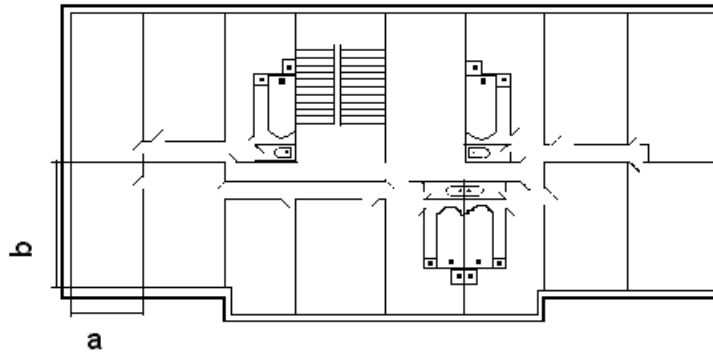


Рисунок 3.1.1.1 – План типового поверху

Завдання 3.1.1.2.

Розрахувати систему холодного водопостачання для житлового будинку за наведеними даними:

- кількість секцій – 2;
- кількість поверхів – 3;
- висота поверху і підвалу – 2,9;
- заселеність квартири – 3,5.
- ступінь благоустрою: холодний водопровід із ваннами, каналізація, газові водонагрівачі.
- позначка підлоги першого поверху – (+0,9);
- позначка верху труби міськводопроводу – (-)2,4
- $a=3.5$ м $b=5.8$ м.

Розробити аксонометричну схему.

Визначити розрахункові витрати по ділянках мережі.

Вибрати трубопроводи і визначити утрати тиску по довжині і на місцеві опори, потрібний тиск на ввіді в будівлю.

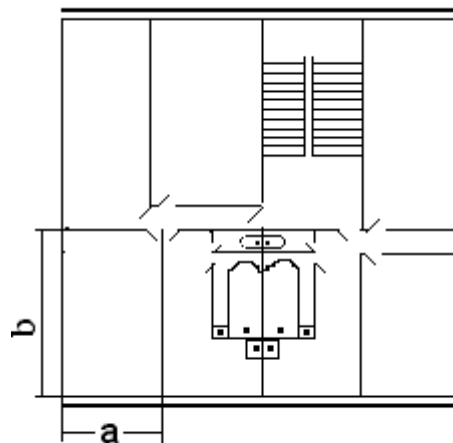


Рисунок 3.1.1.2 – План типового поверху

Завдання 3.1.1.3. Визначити розрахункові витрати води для будинку з централізованим гарячим водопостачанням та ваннами довжиною більше 1500 мм, якщо квартири будинку обладнані мийками із змішувачами на кухнях, унітазами із змивними бачками в санвузлах і ваннами, які обладнані змішувачами з душем та умивальниками із змішувачами в ванних кімнатах.

Кількість споживачів приймається, виходячи із середньої заселеності квартир: для двохкімнатних – 3,6 та трьохкімнатних – 4,5. Житловий 4-х поверховий будинок складаються з трьох однотипних секцій по 4 квартири в кожній: дві трьохкімнатні та дві двохкімнатні.

3.1.2 Завдання до змістового модуля 2

Завдання 3.1.2.1. Розрахувати внутрішню каналізацію для житлового будинку за наведеними даними: кількість поверхів – 2; висота поверху та підвалу – 3,0 м; заселеність квартири – 4 чол.; ступінь благоустрою: холодний і гарячий водопровід із ваннами, каналізація; позначка підлоги першого поверху – (+1,0) м. Розміри $a=4$ м; $b=6$ м.

Розробити аксонометричну схему.

Визначити розрахункові витрати по ділянках мережі.

Призначити діаметри стояків, збірних трубопроводів і випусків і перевірити правильність прийнятого рішення. План типового поверху показано на рис. 3.1.1.2.

Завдання 3.1.2.2. Старі квартали міста забудовані двоповерховими будинками, що мають 2 під'їзди, загальну кількість квартир 24, заселеність 5 осіб у квартирі, водорозбірні колонки і люфт-клозети у дворі.

Проектом реконструкції передбачено провести у будинки холодний водопровід, газ, поставити ванни і газові водонагрівачі, підключити до каналізації.

Визначити діаметр випусків стічної води К1 для кожної будівлі.

Чи потрібно обладнувати внутрішню каналізацію вентиляційними стояками?

Завдання 3.1.2.3. Розрахувати внутрішню каналізацію для житлового будинку за наведеними даними:

-кількість поверхів – 3;

-висота поверху і підвалу – 2,9;

-заселеність квартири – 3,5;

-ступінь благоустрою: холодний водопровід із ваннами, каналізація, газові водонагрівачі.

-позначка підлоги першого поверху – (+0,9);

$a=3,5$ м, $b=5,8$ м

Розробити аксонометричну схему та визначити розрахункові витрати по ділянках мережі.

Призначити діаметри стояків, збірних трубопроводів, випусків і перевірити правильність прийнятого рішення.

3.1.3 Завдання до змістового модуля 3

Завдання 3.1.3.1. Старі квартали міста забудовані двоповерховими будинками, що мають 3 під'їзди, загальну кількість квартир 24, заселеність 6 осіб у квартирі, водорозбірні колонки і люфт-клозети у дворі.

Проектом реконструкції передбачено провести у будинки холодний водопровід, газ, поставити ванни і газові водонагрівачі, підключити до каналізації.

Визначити діаметр трубопроводу випусків з кожної будівлі.

Чи потрібно обладнувати внутрішню каналізацію вентиляційними стояками?

Завдання 3.1.3.2. Мікрорайон із кількістю будинків “n”, кількістю поверхів “m”, кількістю квартир на поверсі “k”, що обладнані холодним та гарячим водопроводами з ваннами, каналізацією, обслуговує водопровід В1 діаметром d_1 , і каналізація діаметром d_2 , що укладена з ухилом i .

Визначити, скільки ще однотипових будинків можна побудувати на території цього мікрорайону, щоб забезпечити відведення стічних вод при обмеженні швидкості руху води у дворовій мережі не більше v м/с.

Визначити, на яку додаткову потужність слід збільшити водонагрівач для забезпечення необхідної витрати гарячої води.

Завдання 3. Як зміняться швидкість і наповнювання у трубах внутрішньоквартальної каналізації?

$n=10$ $m=9$ $k=8$ $d_1=80$ $d_2=200$ $i=0.01$ $v=2.0$

Завдання 3.1.3.3. Визначити розрахункові витрати води для будинку обладнаному водопроводом і каналізацією без ванн, якщо: квартири будинку обладнані мийками із змішувачами на кухнях, унітазами із змивними бачками в санвузлах і умивальниками із змішувачами в ванних кімнатах.

Кількість споживачів приймається виходячи із середньої заселеності квартир: для однокімнатних – 2, для двокімнатних – 3. Житловий 3-х поверховий будинок складаються з двох однотипних секцій по 2 квартири на площадці: дві двокімнатні та дві однокімнатні.

3.1.4 Завдання до змістового модуля 4

Завдання 3.1.4.1. Розрахувати систему гарячого водопостачання в режимі циркуляції для житлового будинку за наведеними даними: кількість поверхів – 5; висота поверху і підвалу – 3,1 м; ступінь благоустрою: холодний і гарячий водопровід із ванними, каналізація; діаметри стояків–15 мм; діаметри ділянок $d_{1-2}=25$ мм; $d_{2-3}=20$ мм, на всіх інших ділянках $d=15$ мм. Довжини ділянок: $l_{1-2}=l_{2-3}=2,0$ м, $l_{2-4}=l_{2-5}=l_{7-8}=l_{6-7}=1,5$ м; $l_{3-9}=l_{3-10}=l_{11-12}=l_{12-13}=3,5$ м; $l_{7-14}=l_{12-14}=1,0$ м. Довжина рушникосушарки – 3,0 м.

Визначити втрати тепла у вузлі і розрахувати циркуляційну витрату.

Визначити втрати натиску по водорозбірних стояках і ділянках мережі в режимі циркуляції.

Призначити діаметр циркуляційного трубопроводу і перевірити правильність його вибору.

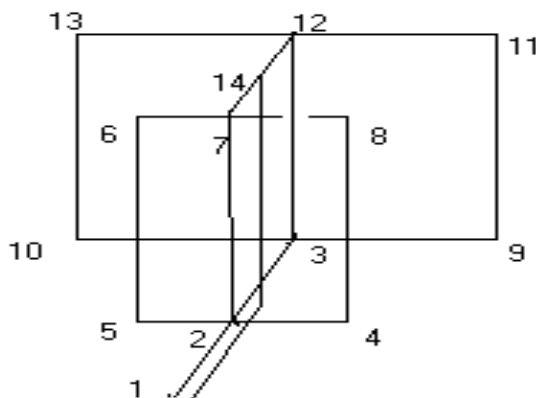


Рисунок 3.1.3.1 – Схема секційного вузла

Завдання 3.1.4.2. Розрахувати систему гарячого водопостачання в режимі водоспоживання для житлового будинку за наступними даними: кількість секцій – 2; кількість поверхів – 2; висота поверху й підвалу – 3,0м; заселеність квартири – 4 чол.; ступінь благоустрою: холодний і гарячий водопровід із ваннами, каналізація; позначка підлоги першого поверху +1,0 м; позначка верху труби міськводопроводу (-)2,2 м. Розміри: $a=4$ м; $b=6$ м

Розробити аксонометричну схему.

Визначити розрахункові витрати по ділянках мережі.

Вибрати трубопроводи і визначити втрати тиску по довжині та на місцеві опори, потрібний тиск на ввіді в будівлю. План типового поверху показано на рис. 3.1.3.1.

Завдання 3.1.4.3. Розрахувати систему гарячого водопостачання в режимі водоспоживання для житлового будинку за наведеними даними:

-кількість секцій – 2;

-кількість поверхів – 3;

-висота поверху і підвалу – 2,9;

-заселеність квартири – 3,5;

-ступінь благоустрою: холодний водопровід із ваннами, каналізація, газові водонагрівачі;

-позначка підлоги першого поверху – (+0,9);

-позначка верху труби міськводопроводу – (-2,4);

$a=3.5$ м, $b=5.8$ м.

Розробити аксонометричну схему.

Визначити розрахункові витрати по ділянках мережі.

Вибрати трубопроводи і визначити утрати тиску по довжині і на місцеві опори, потрібний тиск на ввіді в будівлю.

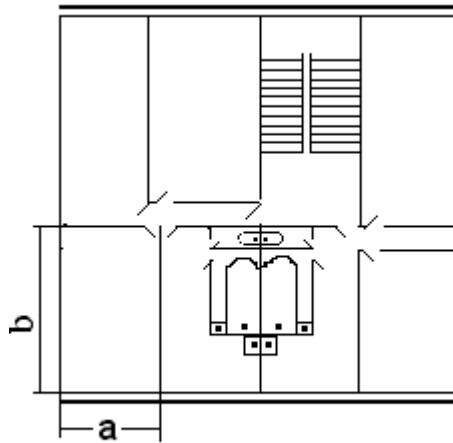


Рисунок 3.1.4.1 – План типового поверху

3.1.5 Завдання до змістового модуля 5

Завдання 3.1.5.1. Визначити теплову потужність системи опалення житлового п'ятиповерхового будинку, якщо його тепловтрати становлять 160 кВт. В будинку проектується двотрубна водяна система опалення з чавунними радіаторамиє МС-140-108, встановленими під вікнами з влаштуванням теплових екранів.

Завдання 3.1.5.2. Житловий будинок в м. З обладнано системою опалення з тепловою потужністю 180 кВт. Яку кількість теплової енергії необхідно затратити протягом року для опалення данного будинку, якщо система запроектована з радіаторними термостатичними клапанами без автоматичного пофасадного регулювання?

Завдання 3.1.5.3. Визначити опір теплопередачі зовнішньої стіни і зробити висновок про можливість використання такої конструкції для будівництва житлового будинку у II температурній зоні Зовнішня стіна складається з таких шарів:

- внутрішній тиньк товщиною 0,03 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,7 Вт/(м·°C);
- цегляна кладка товщиною 0,8 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,81 Вт/(м·°C);
- утеплювач товщиною 0,05 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,03 Вт/(м·°C);
- зовнішній тиньк товщиною 0,03 м з коефіцієнтом теплопровідності 0,9 Вт/(м·°C).

3.1.6 Завдання до змістового модуля 6

Завдання 3.1.6.1. Визначити необхідну площу каналу природної витяжної вентиляції, якщо витрата повітря становить 180 м³/год. Підібрати розміри каналу, якщо він влаштований у внутрішній цегляній стіні будинку.

Завдання 3.1.6.2. Визначити втрати тиску на тертя у каналі природної витяжної вентиляції розміром 150 на 150 мм і довжиною 20 м, яким видаляється повітря у кількості 25 м³/год. Канал влаштовано у внутрішній цегляній стіні.

Завдання 3.1.6.3. Визначити наявний тиск для каналу природної системи вентиляції житлового будинку, якщо висота каналу 20 м, а розрахункова температура внутрішнього повітря становить 25°C.

Частина 4 Підсумковий та поточний контроль

Розділ 4.1 Методичні вказівки до поточного контролю

4.1.1 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 1 «Система внутрішнього водопостачання будівель»

1. У яких випадках влаштовують 2 уводи води в житловий будинок?
2. Для чого влаштовують обвідну лінію на водовимірному вузлі?
3. При якій витраті встановлюють швидкохідні крильчасті лічильники?
4. При яких умовах застосовують зонні системи внутрішнього водопостачання?
5. Який мінімальний діаметр трубопроводу приймається для улаштування об'єднаного з протипожежним водопроводу в населених пунктах і на промислових підприємствах ?
6. Що з названого являється водорозбірною арматурою?
7. У чому полягає принцип дії регуляторів витрати прямої дії?
8. Від чого залежить вибір системи внутрішнього водопостачання?
9. На якій відстані здійснюється перетинання водопровідних мереж з каналізаційними трубами та іншими трубопроводами, по яким транспортуються отруйні речовини?
10. Який фільтрувальний матеріал застосовують у фільтрах грубого очищення?

Контрольні заходи для проведення поточного контролю та нарахування балів показані в таблиці 4.1.1.1.

Таблиця 4.1.1.1 – Контрольні заходи з поточного контролю

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольний захід	Кількість балів
1	2	3	4
Змістовий модуль 1			

Продовження таблиці 4.1.1.1

1	2	3	4
Тиждень 1 Лекції 1-2	Елементи та обладнання системи внутрішнього водопостачання	Контрольне тестування	4
	Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі		
Тиждень 2 Практичні заняття 1-2	Розміщення елементів систем водопостачання на планах типових поверхів і підвалів	Креслення елементів системи холодного водопостачання на планах типового поверху та підвалу будівлі (здати у формі документа <i>AutoCAD, Компас, Visio</i>).	6
	Розробка аксонометричної схеми та гідравлічний розрахунок		
			10

4.1.2 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 2 «Система внутрішнього водовідведення будівель»

1. За допомогою якого обладнання попереджають попадання газових виділень з каналізаційних труб в приміщення?
2. На який відстані від фундаменту будинку розташовують каналізаційний колодязь?
3. Для чого застосовується гідравлічний затвор (сифон)?
4. Назвіть характерні ознаки загальносплавної системи каналізації:
5. Назвіть характерні ознаки неповної роздільної системи каналізації.
6. При яких умовах застосовують відкриті лоткові системи для водовідведення?
7. При яких умовах застосовують об'єднані каналізаційні мережі?
8. При якій умові робиться висновок про можливість виникнення заторів?
9. Як здійснюється вентиляція каналізаційних стояків?
10. Яка відстань повинна бути від поверхні землі до верха каналізаційної труби дворової квартальної мережі?

Контрольні заходи для проведення поточного контролю та нарахування балів пказані в таблиці 4.1.1.2.

Таблиця 4.1.2.1 – Контрольні заходи з поточного контролю

Змістовий модуль 2			
Тиждень 3 Лекції 3-4	Проектування та розміщення елементів внутрішньої каналізації будівель	Контрольне тестування	4
	Розрахунок систем внутрішньої каналізації		
Тиждень 4 Практичні заняття 3-4	Розробка аксонометричної схеми та розрахунок внутрішньої каналізаційної мережі	Креслення елементів водовідведення на планах типового поверху та підвалу будівлі (здати у формі документа <i>AutoCAD, Компас, Visio</i>).	6
			10

4.1.3 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 3 «Основи проектування елементів зовнішньої системи водовідведення»

1. Якою повинна бути довжина ліній водовідведення у міжповерхових перекриттях?
2. Яка припустима максимальна глибина траншеї при укладці каналізаційних труб?
3. Яка система каналізації є найдоцільнішою в санітарному відношенні?
4. Який тип каналізаційних колодязів застосовується при з'єднанні труб на різній глибині?
5. Яка форма труб застосовується при прокладанні колекторів великого діаметру?
6. Як виконується перетин каналізаційних трубопроводів з перешкодою, що розташована вище труб?
7. Як виконується перетин каналізаційних трубопроводів з перешкодою, що розташована на відмітці труб?
8. Як часто слід проводити зовнішній огляд технічного стану каналізаційних мереж?
9. Яка відстань повинна бути від поверхні землі до верха каналізаційної труби дворової квартальної мережі?
10. Яка відстань повинна бути до верха каналізаційної труби вуличної квартальної мережі?

Контрольні заходи для проведення поточного контролю та нарахування балів показані в таблиці 4.1.1.3.

Таблиця 4.1.3.1 – Контрольні заходи з поточного контролю

Змістовий модуль 3			
Тиждень 5 Лекції 5-6	Водостоки будівель, системи сміттєвидалення та перекачування стічних вод	Контрольне тестування	4
	Основи проектування елементів зовнішньої каналізації		
Тиждень 6 Практичні заняття 5-6	Розрахунок внутрішніх водостоків	Підібрати елементи системи водовідведення дощового стоку будівлі (здати у формі документа MS Word).	6
			10

4.1.4 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 4 «Система гарячого водопостачання»

1. За рахунок чого виникає циркуляція води в гравітаційних системах?
2. Які гази мають найбільшу теплотворну здатність?
3. Чим відрізняється двотрубна система опалення від однотрубної?
4. За рахунок чого здійснюється природна циркуляція (рух) теплоносія?
5. На які види поділяють системи палення за способом переміщення теплоносія?
6. Якими показниками характеризують системи з попутним рухом води?
7. Санітарно-гігієнічні вимоги до опалювального приладу.
8. Що дає використання терморегуляторів?
9. У чому полягає принцип дії регуляторів витрати прямої дії?
10. Для чого використовують автоматичні регулятори витрати і регулятори перепаду тиску?

Контрольні заходи для проведення поточного контролю та нарахування балів показані в таблиці 4.1.1.4.

Таблиця 4.1.4.1 – Контрольні заходи з поточного контролю

Змістовий модуль 4			
Тиждень 7 Лекції 7-8	Елементи та обладнання системи гарячого водопостачання будівель	Контрольне тестування	4
	Влаштування елементів системи гарячого водопостачання		
Тиждень 8 Практичні заняття 7-8	Розміщення елементів системи гарячого водопостачання на планах типових поверхів і підвалів	Креслення елементів системи гарячого водопостачання на планах типового поверху та підвалу будівлі (здати у формі документа <i>AutoCAD, Компас, Visio</i>).	6
			10

4.1.5 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 5 «Системи теплопостачання будівель»

1. Що таке система теплопостачання?
2. Які системи теплопостачання забезпечують найбільш гігієнічні умови?
3. Які джерела тепла існують в системах теплопостачання?
4. У якому випадку використовують однотрубні системи теплопостачання?
5. Що таке кількісно-якісне регулювання теплоносія?
6. Які з теплових мереж є найбільш надійними?
7. Для чого на теплових мережах передбачають нерухомі опори?
8. Яке обладнання використовують на теплових мережах?
9. З яких елементів складається система опалення?
10. Які системи опалення відносять до центральних?

Контрольні заходи для проведення поточного контролю та нарахування балів пказані в таблиці 4.1.1.5.

Таблиця 4.1.5.1 – Контрольні заходи з поточного контролю

Змістовий модуль 5			
1	2	3	4
Тиждень 9 Лекції 9-10	Системи опалення будівельних об'єктів	Контрольне тестування	4
	Обладнання зовнішніх теплових мереж		

Продовження таблиці 4.1.5.1

1	2	3	4
Тиждень 10 Практичні заняття 9-10	Визначення розрахункових умов для проєктування системи опалення	Визначення розрахункових параметрів для проєктування системи опалення (здати у формі документа MS Word).	6
	Розрахунок тепловтрат та визначення теплової потужності системи опалення		
			10

4.1.6 Питання для підготовки до поточного контролю до змістового модуля 6 «Вентиляція будівельних об'єктів»

1. Як називається повітрообмін, завдяки якому забруднене повітря виводиться з приміщення, а замість нього вводиться свіже зовнішнє або очищене повітря?
2. На які типи поділяють системи вентиляції за засобом переміщення повітря?
3. Як називається система вентиляції, при якій шкідливі речовини виводяться безпосередньо від окремих робочих місць?
4. За яким принципом здійснюється механічна вентиляція?
5. Назвіть основні характеристики вентиляторів.
6. Які параметри середовища повинна забезпечувати система вентиляції?
7. На підтримання яких параметрів розраховується система вентиляції?
8. Чим система кондиціонування відрізняється від системи вентиляції?
9. Як класифікують системи вентиляції за схемою обробки повітря?
10. Як класифікують вентилятори за конструкцією та принципом дії?

Контрольні заходи для проведення поточного контролю приведені в таблиці 4.1.6.1.

Таблиця 4.1.6.1 – Контрольні заходи з поточного контролю

Змістовий модуль 6			
Тиждень 11 Лекції 11-12	Основи вентиляції та кондиціонування будівельних об'єктів	Контрольне тестування	4
	Вентиляційне обладнання та аксесуари		
Тиждень 12 Практичні заняття 11- 12	Проєктування та розрахунок системи природної витяжної вентиляції будинку	Розрахунок повітрообміну для будівельного об'єкту (здати у формі документа MS Word).	6
			10

Розділ 4.2 Методичні вказівки до підсумкового контролю

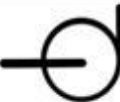
4.2.2 Питання для підготовки до підсумкового контролю

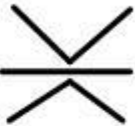
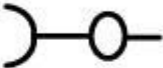
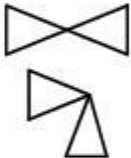
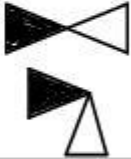
1. Для чого влаштовують обвідну лінію на водовимірному вузлі?
2. Санітарно-гігієнічні вимоги до опалювального приладу?
3. Які гази мають найбільшу теплотворну здатність?
4. Як класифікують вентилятори за конструкцією та принципом дії?
5. Як класифікують системи вентиляції за схемою обробки повітря?
6. За рахунок чого виникає циркуляція води в гравітаційних системах?
7. За рахунок чого здійснюється природна циркуляція (рух) теплоносія?
8. Як здійснюється вентиляція каналізаційних стояків?
9. Яка відстань повинна бути до верха каналізаційної труби вуличної квартальної мережі?
10. Яка припустима максимальна глибина траншеї при укладці каналізаційних труб?
11. Яка форма труб застосовується при прокладанні колекторів великого діаметру?
12. Який тип каналізаційних колодязів застосовується при з'єднанні труб на різній глибині?
13. Який фільтрувальний матеріал застосовують у фільтрах грубого очищення?
14. У чому полягає принцип дії регуляторів витрати прямої дії?
15. Для чого використовують автоматичні регулятори витрати і регулятори перепаду тиску?
16. За допомогою якого обладнання попереджають попадання газових виділень з каналізаційних труб в приміщення?
17. При якій витраті встановлюють швидкісні крильчасті лічильники?
18. За якої умови робиться висновок про можливість виникнення заторів?
19. Що з названого являється водорозбірною арматурою?
20. Що таке кількісно-якісне регулювання теплоносія?

Таблиця 4.2.1 – Контрольні заходи з підсумкового контролю

Підсумковий контроль			
Тиждень 13-14 Теоретичний		Контрольне тестування за модулями 1-6	20
Тиждень 15 Практичний		Визначення розрахункових параметрів для проектування систем внутрішнього водопостачання/водовідведення будівлі (Здати у формі документа MS Word).	20
			40

ДОДАТОК А
Умовні графічні позначення елементів санітарно-технічних систем
(ДСТУ Б А.2.4-2005)

№	Найменування	Умовні позначення	
		На видах зверху і на планах	На видах спереду або збоку, на розрізах і схемах
1	2	3	4
1	Раковина		
2	Мийка		
3	Умивальник		
4	Ванна		
5	Піддон душовий		
6	Біде		
7	Унітаз		
8	Чаша підлогова		
9	Трап		
10	Воронка внутрішньої ринок		
11	Сітка душова		
12	Напрямок потоку рідини		
13	Насос відцентровий		
14	Ізольована ділянка трубопровода		
15	Трубопровід і трубі (футляр)		
16	Трубопровід у сальнику		

17	Сифон (гідрозатвор)		
18	Вставка амортизаційна		
19	Місце опору в трубопроводі (шайба дросельна, звужувальний пристрій витратомірний, діафрагма)		
20	Ревізія		
21	Клапан (вентиль) запірний: А)прохідний Б)кутовий		
22	Клапан зворотний: А)прохідний Б)кутовий		
23	Засувка		
24	Кран водозбірний		
25	Кран пожежний		
26	Кран поливальний		
27	Змішувач: А)загальне позначення; Б)з душовою сіткою		
28	Водолічильник		

ДОДАТОК Б

Основні технічні характеристики насосів

Марка насоса	Подача, л/с	Повний напір, м	Число обертів, хв	Потужність електро-двигуна	К.к.д. насоса, %, не	Діаметр робочого колеса,	Маса агрегата
Насоси відцентрові типу К і КМ (горизонтальні, одноступінчасті, консольні)							
К 8/18	1,7–3,9	20,3–14	2850	1,5	53	128	79
КМ 8/18	1,7–3,9	20,3–14	2850	1,5	53	128	50,5
К 8/18 а	1,4–3,8	16–11,2	2850	1,5	50	115	79
КМ 8/18 а	1,4–3,8	16–11,2	2850	1,5	50	115	50,5
К 8/18 6	1,2–3,6	12,8–8,8	2850	1,1	45	105	75
КМ 8/18 6	1,2–3,6	12,8–8,8	2850	1,1	45	105	50,
Насоси відцентровані типу ЦНШ (горизонтальні, одноступінчасті, консольні для перекачування води з температурою до 80 ⁰ С)							
ЦНШ-40	1,9–3,3	6–4	1360	0,8	-	-	62
Електронасоси циркуляційні малошумні типу ЦВЦ (для перекачування води з температурою до 100 ⁰ С)							
ЦВЦ 2,5-2	0,7	2	3000	0,11	17	52	8
ЦВЦ 4-2,8	1,1	2,8	3000	0,18	20	57	10
ЦВЦ 6,3-3,5	1,75	3,5	3000	0,24	25	67	12
ЦВЦ 10-4,7	2,8	4,7	3000	0,425	36	74	34
Насоси відцентрові діагональні типу ЦНПС (для циркуляції води з температурою до 90 ⁰ С при тиску до 0,5 МПа)							
ЦНПС-10	0,56–4,45	2,5–0,5	1450	0,27	-	105	35
ЦНПС-20	0,56–6,1	2,4–1,1	1450	0,27	-	105	39

ДОДАТОК В

Індивідуальні завдання

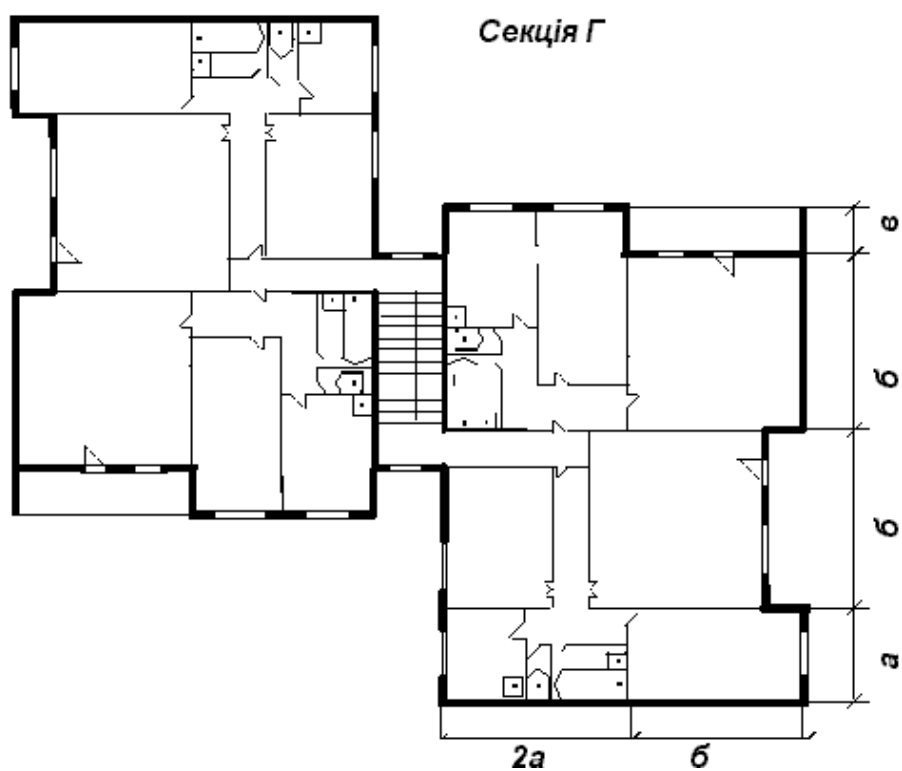
№ пункту завдання	В А Р І А Н Т														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ЖЖ	ДД	ИИ	ЗЗ	ЗД	Г	ДДД	ЕЕ	ЖЗЖ	ЕЖ	ЖД	ДИД	ИДИ	Г	ИЖИ
2	3,2	3,0	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0
3	4,9	6,0	4,9	6,0	4,9	4,5	4,8	6,0	6,0	6,0	4,9	6,0	4,9	4,8	6,0
4	1,8	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8	1,5	1,9	1,8	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5	1,8
5	2,0	1,8	-	1,9	2,1	-	-	1,9	-	2,1	2,0	1,8	-	-	2,2
6	3,0	3,1	3,8	3,2	3,0	3,0	3,2	3,0	2,9	3,0	3,0	3,1	3,0	2,9	3,0
7	4,0	3,8	4,1	3,9	-	4,0	4,3	4,0	4,3	4,1	4,0	3,8	3,9	4,1	3,8
8	-	-	-	-	-	-	-	4,9	-	5,0	-	-	-	-	-
9	4	5	9	6	7	12	4	9	9	5	4	5	8	14	9
10	2,8	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	2,8	3,0	2,8	2,7	2,9	2,8	2,9	3,0
11	2,5	2,6	2,3	2,4	2,4	2,2	2,4	2,5	2,4	2,5	2,6	2,4	2,5	2,6	2,6
12	+0,8	+0,85	+0,9	+1,0	+1,0	+1,1	+1,2	+1,0	+0,8	+0,9	+0,8	+0,85	+0,8	+0,75	+0,95
13	100,2	99,0	98,0	97,0	96,0	95,0	94,0	93,0	92,0	91,0	90,0	89,0	88,0	87,0	86,0
14	98,5	96,0	95,0	94,0	93,0	92,0	90,0	90,0	88,0	88,0	87,5	87,5	86,0	84,0	83,0
15	97,0	96,0	95,5	94,5	93,0	90,5	90,5	88,5	88,0	87,0	87,0	86,5	85,8	84,2	83,0
16	200	150	250	200	100	100	150	150	100	150	150	200	250	150	100
17	250	300	350	350	400	300	300	250	350	300	350	400	400	300	400
18	25,0	26,0	29,0	30,0	21,0	30,0	21,0	25,0	26,0	20,0	20,0	18,0	22,0	30,0	26,0

Індивідуальні завдання (продовження)

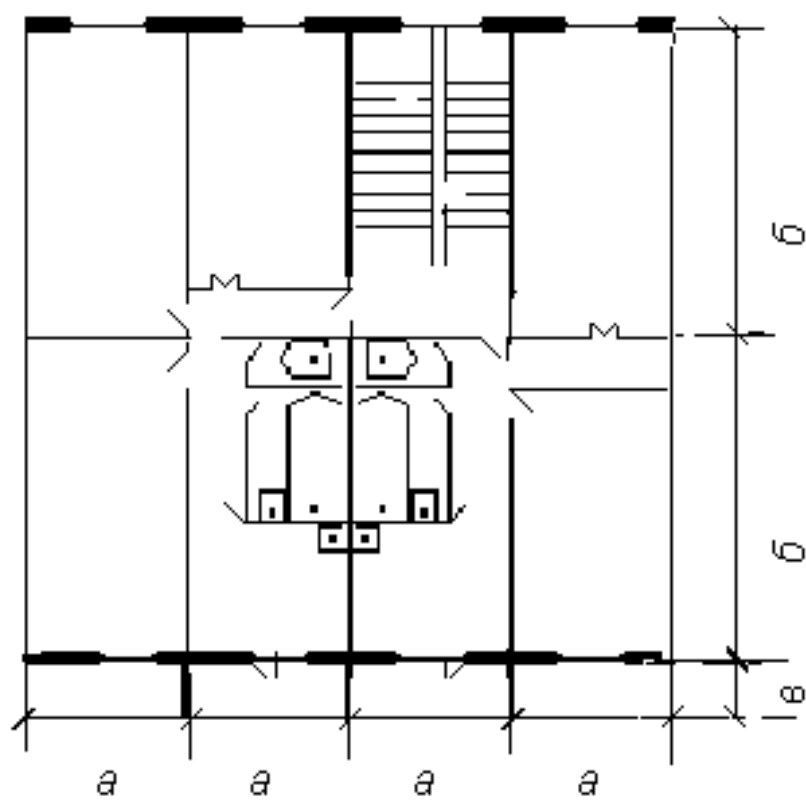
№ пункту завдання	В А Р І А Н Т														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	ЗЖЗ	ЖЕ	ЕЖЕ	ИЖИ	ЕЗЕ	ЗДЗ	ДЕД	ДИД	ДИИД	ИДДИ	ЗДЗ	Г	ЕДЕ	ЕЖЕ	ИИ
2	3,0	3,0	2,9	3,2	3,2	3,2	3,2	3,0	3,2	3,2	3,0	3,0	3,2	3,0	3,2
3	6,0	5,2	6,0	4,9	5,2	4,9	4,9	5,2	4,9	4,9	6,0	4,5	4,9	6,0	5,2
4	1,8	1,5	1,8	1,5	1,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	-	1,8	1,5	1,8	1,6
5	2,0	-	1,9	1,8	2,0	2,1	2,2	2,0	1,9	2,1	2,0	-	1,9	2,0	2,0
6	3,1	3,2	3,0	2,9	2,9	2,9	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,1	2,7	2,9	3,0
7	4,0	3,9	4,0	3,8	3,7	3,8	4,0	4,5	3,9	4,2	4,0	3,9	4,9	4,4	4,0
8	-	-	-	-	4,6	-	-	-	-	-	-	-	4,6	-	-
9	8	4	5	5	9	5	8	7	9	9	9	16	12	9	9
10	2,7	2,9	2,9	2,7	3,0	3,0	2,8	2,9	3,0	2,9	2,9	2,8	2,9	3,0	2,9
11	2,4	2,5	2,6	2,3	2,4	2,3	2,3	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,5
12	+0,98	+1,05	+1,1	+1,2	+1,22	+1,24	+1,03	+1,32	+0,98	+0,75	+1,35	+1,08	+0,88	+0,65	+0,94
13	85,0	84,0	83,0	82,0	81,0	80,0	79,0	78,0	77,0	76,0	75,0	74,0	73,0	72,0	71,0
14	82,0	81,0	80,0	80,0	78,0	77,0	77,0	86,0	74,0	73,5	73,5	71,0	71,0	69,0	68,0
15	82,0	80,5	80,0	79,0	78,0	77,0	75,5	73,5	73,5	72,5	72,0	71,0	70,0	69,0	68,0
16	150	200	250	200	150	200	100	150	200	200	100	250	100	150	200
17	350	300	350	300	250	300	350	400	150	200	300	250	200	250	300
18	26	19	19	18	22	18	20	20	24	25	26	30	29	27	26

ДОДАТОК Г

Плани типових поверхів

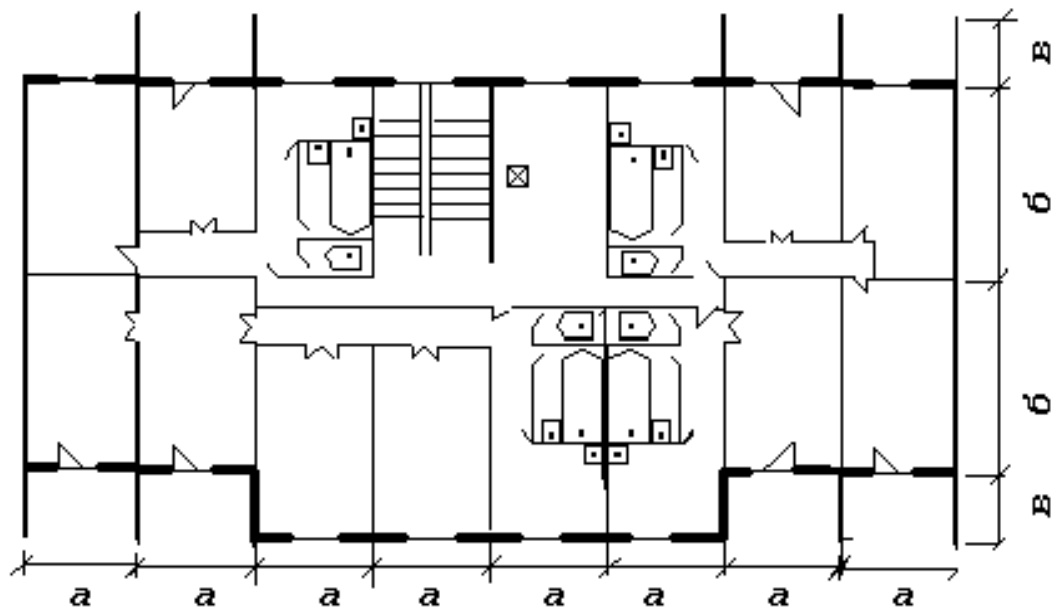


Секція Д

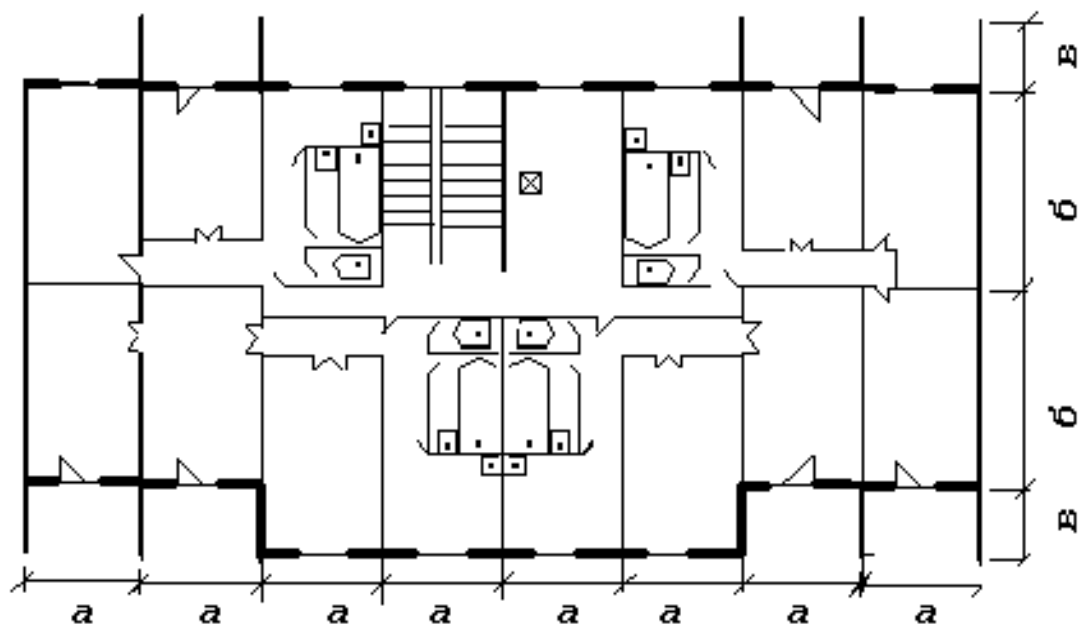


Плани типових поверхів (продовження)

Секція Е

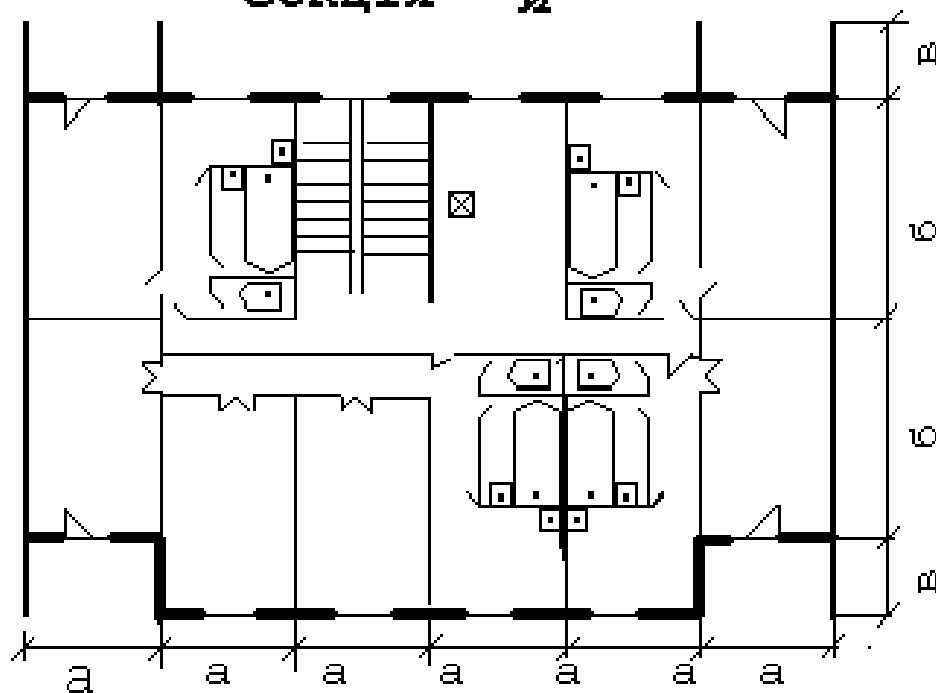


Секція Ж

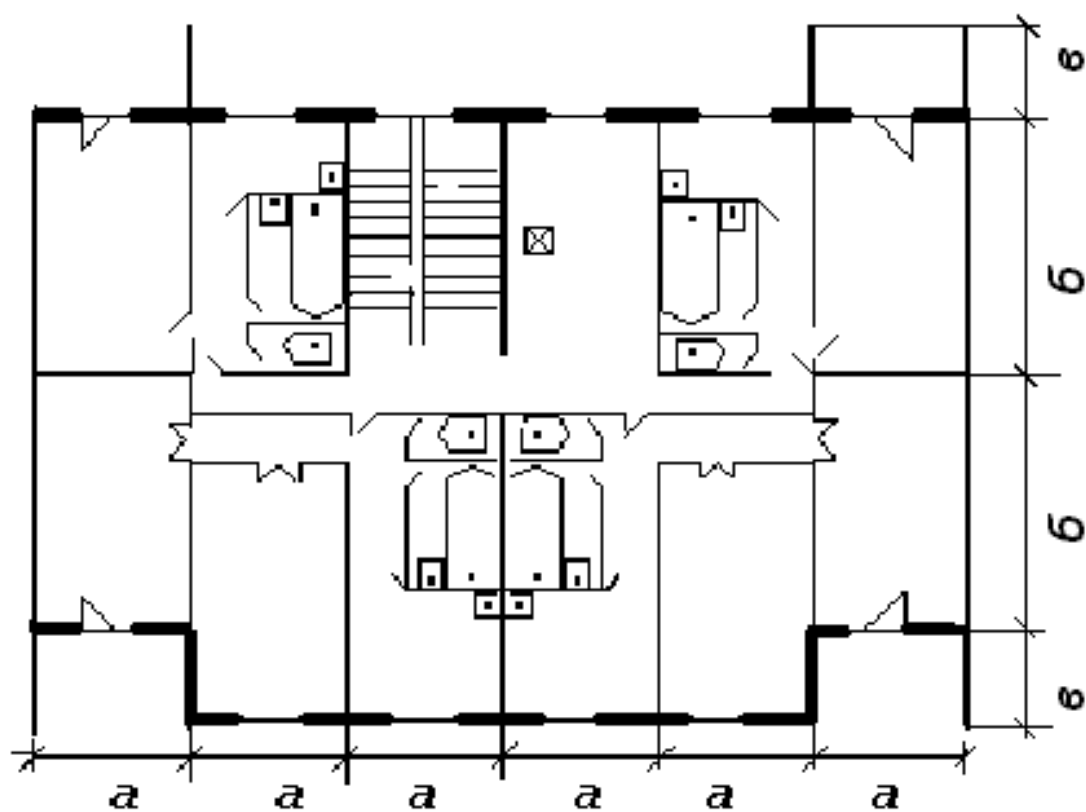


Плани типових поверхів (продовження)

Секція И



Секція 3



ДОДАТОК Д
№ пункту завдання

1. - Варіант типового поверху

Розміри в плані

2. /а/ _____ м

3. /б/ _____ м

4. /в/ _____ м

Заселеність квартир

5. Однокімнатних _____ чол. 6. Двокімнатних _____ чол.

7. Трикімнатних _____ чол. 8. Чотирикімнатних _____ чол.

Розміри у розрізі

9. Кількість поверхів _____ 10. Висота поверху _____ м

11. Висота підвалу _____ м 12. Позначка підлоги I поверху _____ м

Абсолютні позначки

13. Поверхні землі біля будови _____ м

14. Лотка труби міськводопроводу _____ м

15. Лотка труби міськканалізації _____ м

Діаметри труб зовнішніх мереж

16. Міськводопроводу _____ мм

17. Міськканалізації _____ мм

18. Гарантійний тиск у мережі міськводопроводу _____ м

ДОДАТОК Е

Завдання до проєктування мікрорайонної мережі

№ ВАРІАНТА	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тип мережі	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в
Кількість будинків	4	4	3	2	4	4	4	3	6	6	5	4	8	8	6

№ ВАРІАНТА	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Тип мережі	г	а	б	в	г	в	г	г	в	а	б	в	г	а	в
Кількість будинків	5	10	10	7	6	8	7	8	9	12	12	10	8	6	5

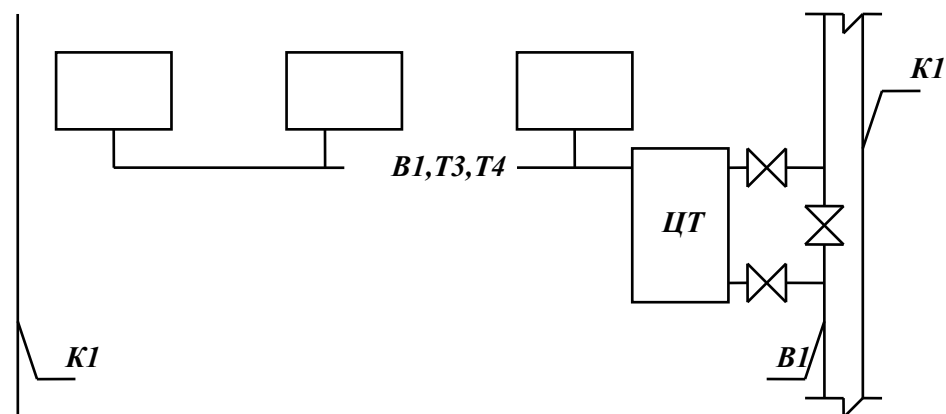
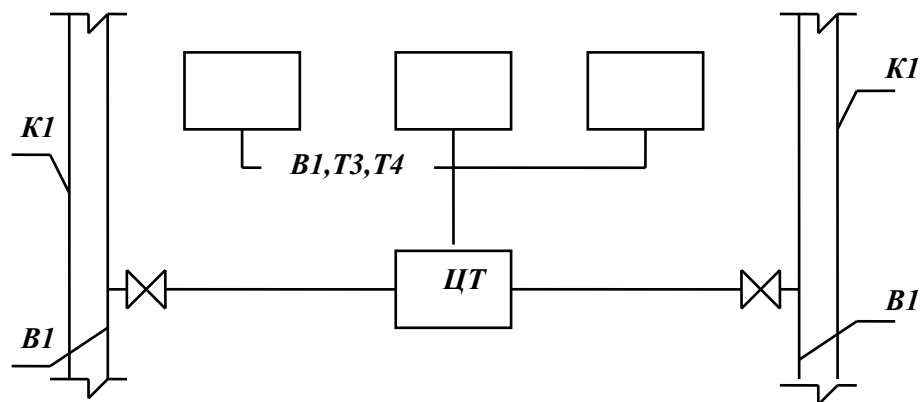
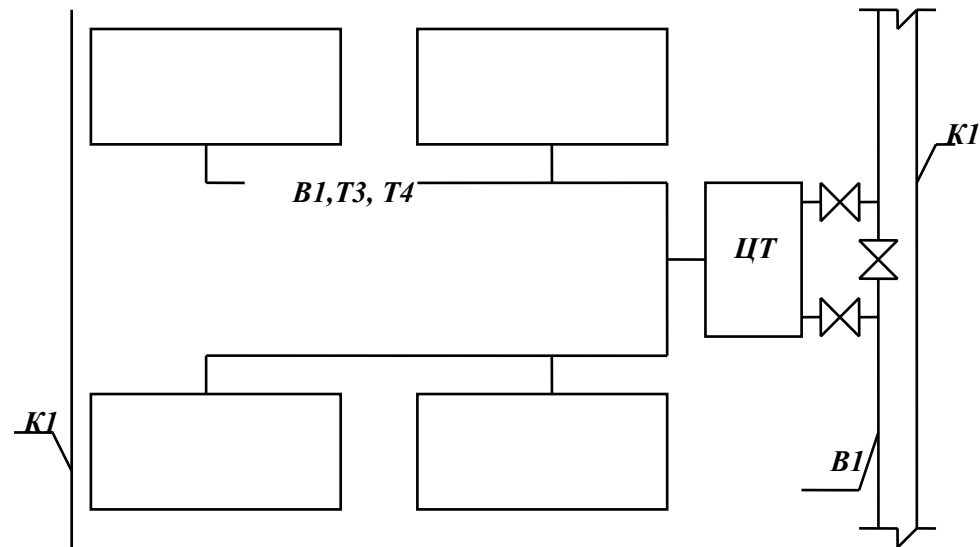
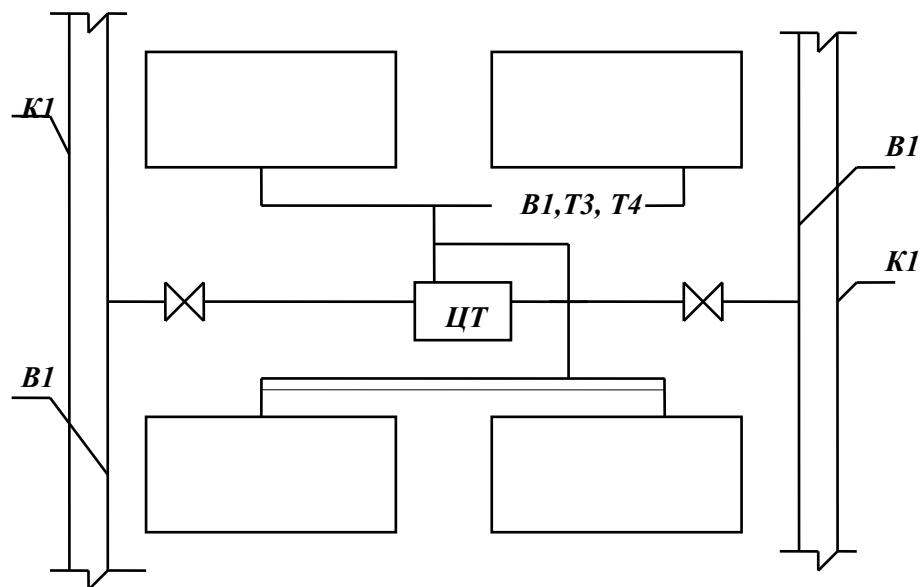
Відстань між будівлями в ряду – 20 м

Відстань між рядами будівель – 100 м

Мінімальна відстань від ЦТП до будівлі – 20 м

ДОДАТОК Ж

Тип дворової мережі



Додаток 3

Експлуатаційні параметри водолічильників

Діаметр , мм	Параметри					
	Витрата води, м³/год			Межа чутливості, м³/год, не більше	Макс.витрата за добу, м³	Гідравлічний опір S , $\frac{м}{(м³/год)²}$
	мінімальна	експлуатаційна	максимальна			
15	0,03	1,2	3	0,015	45	1,11
20	0,05	2	5	0,025	70	0,4
25	0,07	2,8	7	0,035	100	0,204
32	0,1	4	10	0,05	140	0,1
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,039
50	0,3	12	30	0,15	450	0,011
65	1,5	17	70	0,6	610	0,0063
80	2	36	110	0,7	1300	0,002
100	3	65	180	1,2	2350	$5,9 \cdot 10^{-5}$
150	4	140	350	1,6	5100	$1,0 \cdot 10^{-5}$
200	6	210	600	3	7600	$2,77 \cdot 10^{-6}$
250	15	380	1000	7	13700	$1,38 \cdot 10^{-6}$

ДОДАТОК І

Технічні параметри насосів.

Марка насосу	Номінальна подача		Повний напір, H , м	Діаметр патрубку, мм		ККД насосу (не менш) η , %
	м³/ч	л/с		всмоктуючий	напірний	
K8/18	8	2,22	18	40	32	53
K8/18a	9,4	2,6	14,2	40	32	53
K8/18б	9	2,5	11,4	40	32	53
K20/18	20,1	5,5	18	50	40	65
K20/18a	16,8	4,7	15	50	40	65
K20/18б	15,1	4,2	12	50	40	65
K20/30	20	5,5	30	50	40	65
K20/30a	19,8	5,5	25,8	50	40	64
K20/30б	18	5	18,8	50	40	64
K45/30	45	12,5	30	80	50	70
K45/30a	35	9,7	22,5	80	50	70
K90/20	90	25	20	100	80	78
K90/20a	70	19,5	18,2	100	80	78
K-50-32-125	12,5	3,47	20	50	32	55
K-65-50-160	25	6,9	32	65	50	64
K-80-65-160	50	13,9	50	80	65	70
K-80-50-200	50	13,9	50	80	50	65
КМ 50-32-125	12,5	3,47	20	50	32	55
КМ 65-50-160	25	6,95	32	65	50	64
КМ 80-50-200	50	13,9	50	80	50	65

ДОДАТОК Л

ГОСТ 21.604 - 82

Приклади оформлення таблиці поздовжнього профілю

	60	
15	Позначка низу або лотка труби	
15	Проектна позначка землі	
15	Натурна позначка землі	
15	Позначення труби та тип ізоляції	
10	Основа	
10	Довжина	Ухил
10	Відстань	
10	Нумер колодязя, точки кут повороту	

ДОДАТОК М

Технічні характеристики водонагрівачів

Позначення	Внутрішній діаметр, мм	Площа поверхні нагріву, м ²	Число трубок	Площа живого перетину	
				трубок	міжтрубного простору
Швидкісні водонагрівачі*					
02ОСТ 34588-68	50	0,75	4	0,00062	0,00116
04ОСТ -//-	69	1,31	7	0,00108	0,00233
06ОСТ -//-	82	2,24	12	0,00185	0,00287
08ОСТ -//-	106	3,54	19	0,00293	0,005
10ОСТ -//-	158	6,9	37	0,0057	0,0122
12ОСТ -//-	207	12	64	0,00985	0,02079
14ОСТ -//-	259	20,3	109	0,01679	0,03077
16ОСТ -//-	309	28	151	0,02325	0,04464
18ОСТ -//-	359	40,1	216	0,03325	0,05781
20ОСТ -//-	408	52,5	283	0,04356	0,07191
22ОСТ -//-	512	83,4	450	0,06927	0,11544
МВН 2052-22	50	0,77	4	0,00066	0,00116
МВН 2052-24	64	1,35	7	0,00116	0,00181
МВН 2052-26	82	2,32	12	0,00198	0,00287
МВН 2052-28	106	3,66	19	0,00314	0,005
МВН 2052-30	158	7,14	37	0,00612	0,0122
МВН 2052-32	207	13,3	69	0,0114	0,0198
МВН 2052-34	259	21	109	0,018	0,0308
МВН 2052-36	309	29,1	151	0,025	0,0446

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Алексахін О. О., Панчук О. В. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі : навч. посіб. Харків : УкрДУЗТ, 2017. 230 с.
URL: http://metod.kart.edu.ua/uploads/books/ttd_129.pdf.
2. Добровольська О. Г. Світлична В. Б. Санітарно-технічне обладнання будівель : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 180 с. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>.
3. Джеджула, В. В. Д Вентиляція та кондиціювання громадських об'єктів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 71 с. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/31685/78519.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
4. Капцова Н. І. Інженерне обладнання будівель : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 135 с.
URL: <https://eprints.kname.edu.ua/51685/1/2017%20106%D0%9B%20%D0%9A%D0%9B%20%D0%86%D0%9E%D0%91.pdf>.
5. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навч. посіб. Рівне : НУВПП, 2016. 412 с. URL: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/650448/mod_resource/content/1/%d0%9c%d0%86%d0%9c_%d0%a2%d0%ba%d0%b0%d1%87%d1%83%d0%ba_%d0%92%20%d0%b7%d0%b0%d1%85%20\(1\).pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/650448/mod_resource/content/1/%d0%9c%d0%86%d0%9c_%d0%a2%d0%ba%d0%b0%d1%87%d1%83%d0%ba_%d0%92%20%d0%b7%d0%b0%d1%85%20(1).pdf).
6. Бойко Х. С. Типи будинків та архітектурні конструкції : навч. посіб. Львів : Політехніка, 2012. 193 с.
7. Внутренние санитарно-технические устройства : справочник проектировщика : в 3 ч. Москва : Стройиздат, 1990. Ч. 3 : Вентиляция и кондиционирование воздуха / заг. ред. Н.Н.Павлова. 416 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства : справочник проектировщика : в 3 ч. Москва : Стройиздат, 1990. Ч. 1 : Отопление / заг. ред. Н.Н.Павлова. 344 с.
9. Гуденко В. І. Санітарно-технічне обладнання будинків : підручник. Київ : Кондор, 2010. 303 с. URL: <https://profbook.com.ua/San-teh-obladnannya.html>.
10. Душкін С. С. Експлуатація і ремонт водопровідно-каналізаційних систем : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 165 с.
URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/132273091.pdf>.
11. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація : підручник. Київ : Кондор, 2003. 286 с.
12. Кравченко В. С. Саблій Л. А., Давидчук В. І., Кравченко Н. В. Інженерне обладнання будівель : підручник. Рівне : НУВПП, 2005. 413 с. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/586820/mod_resource/content/1/%d0%86%d0%bd%d0%b6%d0%b5%d0%bd%d0%b5%d1%80%d0%bd%d0%b5%20%d0%be%d0%b1%d0%bb%d0%b0%d0%b4%d0%bd%d0%b0%d0%bd%d0%bd%d1%8f%20%d0%b1%d1%83%d0%b4%d0%b8%d0%bd%d0%ba%d1%96%d0%b2.%20%d0%9a%d1%80%d0%b0%d0%b2%d1%87%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be%20%d0%92.%20%d0%a1.,%20%d0%a1%d0%b0%d0%b4%d0%bb%d1%96%d0%b9%20%d0%9b.%20%d0%90.,%20%d0%94%d0%b0%d0%b2%d0%b8%d0%b4%d1%87%d1%83%d0%ba%20%d0%92.%20%d0%86..pdf.

13. Кравченко В. С., Саблій Л. А., Зінич П. Л. Санітарно-технічне обладнання будинків : підручник. Київ : Кондор, 2007. 448 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/548950/>.
14. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Москва : Стройиздат, 1974. 156 с..
15. Насосы : каталог-справочник. Кіровоград : Сахгідромаш, 2006, 64 с.
16. Мацнева Т.С. Теплогазопостачання і вентиляція : методичні вказівки до практичних занять. Рівне : НУВІП, 2011. 40 с.
17. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справочное пособие. Москва : Стройиздат, 1984. 116 с.
18. Шульга М. О., Алексахін О. О., Шушляков Д. О. Теплогазопостачання та вентиляція : навч. посіб. Харків : ХНУМГ, 2015. 191 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/36950/1/2013%20%20%D0%9D%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%20%D0%9F_%D0%A2%D0%92_14_%E2%84%96.pdf
19. Эпоян С. М., Благодарная Г. И., Душкин С. С. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды : монография. Харьков : ХНАГХ, 2013. 190 с. URL: <http://eprints.kname.edu.ua/pdf>.
20. Frederick S. Merritt, Jonathan T. Ricketts, Building design and construction handbook : editor. 6th, 1972 p., 2000. URL: [https://www.uop.edu.jo/download/research/members/\[Architecture_Ebook\]_Building_Design_and_Construction_Handbook.pdf](https://www.uop.edu.jo/download/research/members/[Architecture_Ebook]_Building_Design_and_Construction_Handbook.pdf).
21. Guideline for the Preparation of Maintenance Procedure Manuals for Building Facilities: The Project for Capacity Enhancement in Construction Quality Assurance, 237 P. URL: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12151171_02.pdf.

Інформаційні джерела:

22. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2005-09-28]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2005. 76 с. (Інформація та документація). URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/11/DBN-V.2.2-15-2005.pdf>
23. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с. (Інформація та документація). URL: www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013 (дата звернення: 15.01. 2021).
24. ДБН В.2.5 – 64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013, 113с. (Інформація та документація). URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/ZM_DBN_V2564.pdf.
25. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство

- економічного розвитку України, 2014. 26 с. (Інформація та документація). URL: [www. http://icccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf](http://icccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf).
26. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01] Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 219 с. (Інформація та документація). URL: <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>.
27. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 172 с. (Інформація та документація). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
28. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Зі зміною №1 від 1 липня 2013 року.[Чинний від 2006.09.09]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013, 70 с. (Інформація та документація). URL: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf>
29. ДБН В.2.5 – 56:2014. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 01.07.2015]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013, 134 с. (Інформація та документація). URL: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/98.1.%20%D0%94%D0%91%D0%9D%20%D0%92.2.5-56~2014.%20%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83.pdf>.
30. ДБН 2.5 – 39: 2008. Інженерне обладнання будівель. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. [Чинний від 2009-01-07]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 83 с. (Інформація та документація). URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/DBN_V.2.5_39_2008.pdf.
31. ДСанПіН 2.2.4–171–10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 2010-05-12]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. (Інформація та документація). URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180.
32. ДСТУ 3008 – 2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ 3008-95; чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : Технічний комітет стандартизації «Інформація та документація», 2015. 31 с. (Інформація та документація).
33. ДСТУ 8302 – 2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 37 с. (Інформація та документація).

34. ДСТУ БА. 2.4 – 2009. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем. [на заміну ДСТУ БА 2.4-4-99, чинний від.2009-01-24]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2009, 55с. (Інформація та документація).

URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2932/1/nd164%20zah.pdf>

35. ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. 01.01.2010 [на заміну ДСТУ БА 2.4-4-99, чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2009, 32 с. (Інформація та документація).

URL: <http://interiorfor.com/dstu/dstu-b-a-2-4-41-2009/>

36. ДСТУ Н.Б.В 1.1 27-2010. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі [на заміну СНиП 2.01.01-82, чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2011, 130 с. (Інформація та документація).

Навчально-методичне видання
(українською мовою)

Добровольська Оксана Григорівна

ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

Навчально-методичний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності 191 «Архітектура та містобудування»
освітньо-професійної програми «Архітектура та містобудування»

Рецензенти: *В. А. Банах, Є.А. Манідіна*
Відповідальний за випуск *А. В. Банах*
Коректор *О. Г. Добровольська*