

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи, проведення практичних занять
і виконання розрахунково-графічних робіт

з навчальної дисципліни

«ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ»

*(для здобувачів 3 та 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності
192 – Будівництво та цивільна інженерія освітніх програм
«Промислове та цивільне будівництво»,
«Міське будівництво та господарство» та «Цивільна інженерія»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять і виконання розрахунково-графічних робіт із навчальної дисципліни «Теплогазопостачання та вентиляція» (для здобувачів 3 та 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітніх програм «Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво та господарство» та «Цивільна інженерія») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. М. Малявіна, В. А. Міланко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 40 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. О. М. Малявіна,
асис. В. А. Міланко

Рецензент

О. В. Ромашко, кандидат технічних наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії і технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою нафтогазової інженерії і технологій,
протокол № 2 від 26.02.2021.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ.....	4
ЗМ 1 ТЕПЛОТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ І ОБЛАДНАННЯ.....	4
Тема 1. Термічний опір огороджуючих конструкцій житлових та громадських будівель.....	4
Тема 2. Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій.....	8
ЗМ 2 СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	13
Тема 3. Процеси зміни тепловологісного стану повітря у приміщенні. Улаштування систем вентиляції.....	13
Тема 4. Тепловий баланс приміщень.....	14
ЗМ 3 СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	16
Тема 5. Теплові мережі та їх обладнання.....	16
Тема 6. Приєднання споживачів до теплових мереж. Теплові пункти.....	20
Тема 7. Улаштування систем газопостачання.....	27
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	34
3 КОНТРОЛЬНА РОБОТА ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ	37
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	39

ВСТУП

Містобудування комплексно вирішує соціально-економічні, санітарно-гігієнічні, екологічні, будівельні, транспортні й архітектурно-художні завдання. У зв'язку з цим необхідно знати інженерно-геологічні й кліматичні умови території будівництва, зробити правильний вибір систем життєзабезпечення, що включають системи теплопостачання, газопостачання та вентиляції, визначити засоби сучасної техніки, вибрати раціональні методи трасування, прокладання інженерних мереж і розміщення інженерних комунікаційних споруд, що забезпечують нормальну роботу всіх мереж. Головним завданням при розвитку систем інженерного обладнання, що відповідає вимогам комфортності в різних природнокліматичних умовах, є виявлення резервів економії водних і паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням вимог раціонального природокористування. Завдяки ефективній роботі систем теплопостачання, газопостачання та вентиляції забезпечуються потреби населення в комфортному проживанні, роботі й відпочинку. У зв'язку з цим вибір обладнання цих інженерних систем є дуже важливим завданням.

1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ

Практична робота студента полягає в закріпленні теоретичних знань з дисципліни «Теплогазопостачання і вентиляція» і набуття практичних навичок у прийнятті самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних умовах, оцінці фізичного зносу інженерних систем, планування заходів по реконструкції, проектуванню та експлуатації систем теплогазопостачання і вентиляції.

В процесі освоєння матеріалу студенти закріплюють отримані практичні і теоретичні знання щодо систем теплогазопостачання, аналізу мікроклімату приміщень та теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, освоюють роботу з науково-технічної та довідкової літературою.

ЗМ 1 ТЕПЛОТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВЕЛЬ ТА ОБЛАДНАННЯ

Тема 1 Термічний опір огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель

Житлові будинки повинні підключатися до систем централізованого теплопостачання через індивідуальний тепловий пункт (ІТП), обладнаний приладами обліку теплоспоживання та автоматизованими вузлами приготування теплоносіїв систем опалення та гарячого водопостачання.

Термічний опір вікон будинку приймають залежно від призначення будинку і різниці температур.

Коефіцієнт теплопередачі ($K_{вікн}$) вікна визначають за формулою

$$K_{вікн} = \frac{1}{R_{вікн}} - \frac{1}{R_{\Sigma пр}}, \quad (1.1)$$

де $R_{вікн}$ – термічний опір вікна, що наведений в табл. 2.1, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
 $R_{\Sigma пр}$ – термічний опір огорожувальної стіни, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Аналогічно коефіцієнту теплопередач вікон визначають коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверей. У курсовому проекті пропонується прийняти подвійні зовнішні двері.

Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, що контактують із ґрунтом $R_{\Sigma прц}$, ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт, визначають за зонами шириною 2 м, паралельними зовнішнім стінам за формулою:

$$R_{\Sigma прц} = R_{\Sigma ц} \frac{\delta}{\lambda}, \quad (1.2)$$

де $R_{\Sigma ц}$ – опір теплопередачі, ($\text{м}^2 \text{ К}$)/Вт, що приймають 2,1 для першої зони; 4,3 – для другої зони; 8,6 – для третьої зони; 14,2 – для площі, що залишилась. Зони шириною 2 м починають намічати від лінії контакту стіни підвалу з ґрунтом вниз по стіні з переходом на підлогу підвалу. Зони визначають послідовно від усього периметра контакту стін з ґрунтом в напрямку середини будівлі;

δ – товщина тепло ізолюючого шару, м, при теплопровідності утеплювача $\lambda < 1,2 \text{ Вт}/(\text{м К})$.

Для підлоги на лагах термічний опір (R_l) розраховують за формулою

$$R_l = \frac{R_{у.л.}}{0,85}, \quad (1.3)$$

Визначити товщину утеплювача, термічний опір і коефіцієнт теплопередачі для горищного перекриття. Дані про шарку дахового перекриття наведені у таблиці:

Таблиця 1.1 – Значення товщини утеплювача та теплопровідності дахового перекриття

№	Вид шару огороження	δ , м	λ , Вт/м $^\circ\text{C}$
1	Залізобетонна плита	0,22	2,04
2	Утеплювач «РОКВУЛ»	×	0,037
3	Руберойд по бітуму	0,01	0,17

Вирішення:

1) так як горищне перекриття являється термічно однорідною конструкцією визначаємо товщину утеплювача «РОКВУЛ» з формули термічного опору однорідної огороджувальної непрозорої конструкції:

$$R_{\Sigma} = R_{q \min} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.4)$$
$$4,95 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{\delta_{ym}}{0,037} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{6},$$
$$\delta_{ym} = 0,17 \text{ м},$$

конструктивно приймаємо товщину утеплювача 0,2 м;

2) знаходимо фактичний термічний опір:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,2}{0,037} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{6} = 5,85 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$
$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \min},$$
$$5,85 > 4,95;$$

3) визначаємо коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття за формулою

$$K_{\text{пер}} = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{5,85} = 0,17 \text{ (Вт / м}^2 \text{ °С)}.$$

Визначити товщину утеплювача, термічний опір і коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни будівлі. Дані прошарку зовнішньої стіни наведені нижче в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Значення товщини утеплювача та теплопровідності зовнішньої стіни

№ п/п	Вид шару огороження	δ , м	λ , Вт/м °С
1	Штукатурка внутрішня	0,02	0,81
2	Стіна (шлакобетонні блоки)	0,3	0,38
3	Утеплювач «РОКВУЛ»	x	0,037
4	Штукатурка зовнішня	0,02	0,93

Вирішення:

При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару згідно з умовою. $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \min}$ враховуємо термічний вплив теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного даного типу непрозорої огороджувальної конструкції (стіни).

2) визначаємо товщину утеплювача стіни «РОКВУЛ» з формули термічного опору однорідної огорожувальної непрозорої конструкцій:

$$R_{\Sigma} = R_{q \min} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}$$

$$3,3 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,3}{0,38} + \frac{\delta_{ym}}{0,037} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23},$$

$$\delta_{ym} = 0,085 \text{ м},$$

конструктивно приймаємо товщину утеплювача $\delta_{yt} = 0,1 \text{ м}$;

1) знаходимо термічний опір:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,3}{0,38} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,7$$

Визначимо ділянки та типи теплопровідних включень.

В розрахунковій конструкції присутні наступні теплопровідні включення:

- відкоси віконного прорізу в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання – лінійні елементи;
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит – точкові елементи.

Для вказаних теплопровідних включень за проектними даними та даними додатків 5 та 6 визначимо кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі. Зведені дані наведені в таблиці.

Таблиця 1.3 – Кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м × К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м × К)
Віконний відкіс в зоні перемички	1,5	–	0,081	–
Віконний відкіс в зоні підвіконня	1,5	–	0,059	–
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	1,8	–	0,069	–

Вбудовані в житлові будинки нежитлові приміщення повинні обладнуватися окремими від житлової частини будинку системами або відгалуженнями систем зі своїми приладами обліку теплоспоживання, що розташовуються в загальному приміщенні ІТП. За завданням на проектування допускається за погодженням з теплопостачальною організацією розміщувати

прилади обліку теплоспоживання вбудованих приміщень за межами ІТП.

Коефіцієнт теплопередачі (K) є зворотною величиною термічного опору ($R_{\Sigma np}$) і визначається за формулою

$$K = \frac{1}{R_{\Sigma np}}, \quad (1.5)$$

Тема 2 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Мета теплотехнічного розрахунку – визначити приведений опір теплопередачі ($R_{\Sigma np}$) конструкцій, що огорожують, товщину утеплювача ($\delta_{ут}$) і коефіцієнт теплопередачі (K).

При розробці проекту треба приділити належну увагу конструкції зовнішніх огорожень і оцінці їхнього термічного опору. Правильно обрана конструкція огороження і строго обґрунтована величина його термічного опору $R_{\Sigma np}$ забезпечують, з одного боку, необхідний мікроклімат, тобто санітарно-гігієнічні умови, необхідні для знаходження людини в приміщеннях проектуваного будинку, а з другого - економічність завдання. Розрахунок виконують згідно з нормами ДБН В.2.6-31:2016 та ДСТУ Б В.2.6-189-2013.

Відповідно пункту 6.1 ДБН В.2.6-31:2016 для зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4 °С та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}, \quad (1.6)$$

$$\Delta T_{np} \geq \Delta T_{cr} \quad (1.7)$$

$$T_{в min} > T_{min} \quad (1.8)$$

де $R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м² К/Вт;

R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м² К/Вт;

ΔT_{np} – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

ΔT_{cr} – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої

поверхні огороджувальної конструкції, °С;

$T_{в\ min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огороджувальній конструкції, °С;

T_{min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будівель $R_{q\ min}$ встановлюють відповідно до таблиці 1.4 залежно від температурної зони експлуатації будинку, що приймається згідно з рисунком 1.1, а мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції промислових (сільськогосподарських) будівель приймається згідно до таблиці 1.5.

При виконанні умови згідно з формулою (1.6) ДБН В.2.6-31:2016 ($E_p \leq E_{p\ max}$) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки із зниженими значеннями опору теплопередачі до рівня 75 % від $R_{q\ min}$ для непрозорих частин зовнішніх стін і до рівня 80 % від $R_{q\ min}$ для інших огороджувальних конструкцій відповідно до умови згідно з формулою (4) ДБН В.2.6-31:2016 ($R_{\Sigma пр} \geq R_{q\ min}$), при обов'язковому виконанні умов для цих елементів теплоізоляційної оболонки за формулами (1.7) та (1.8) ДБН В.2.6-31:2016, $\Delta T_{пр} \geq \Delta T_{сг}$, $T_{в\ min} > T_{min}$.

Таблиця 1.4 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції житлових та громадських будівель $R_{q\ min}$

Вид огороджувальної конструкції	Значення $R_{q\ min}$, м ² хК/Вт, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні стіни	3,3	2,8
Суміщені покриття	6,0	5,5
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
Світлопрозорі огороджувальні конструкції	0,75	0,6
Зовнішні двері	0,6	0,5

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ

10



Рисунок 2.1 – Карта-схема температурних зон України

Таблиця 1.5 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових (сільськогосподарських) будівель R_{qmin}

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будівель	Значення R_{qmin} , м ² хК/Вт, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: – з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: D >1,5	1,7	1,5
D < 1,5	2,2	2,0
– з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: D >1,5	1,8	1,6
D < 1,5	2,4	2,2
– з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0,55	0,45
Покриття та перекриття неопалюваних горищ будівель: – з сухим і нормальним режимом з конструкціями з:	1,7	1,6
D < 1,5	2,2	2,1
– з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: D < 1,5	1,7	1,6
D < 1,5	1,9	1,8
– з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0,55	0,45
Перекриття над проїздами й неопалюваними	1,9	1,8
D < 1,5	2,4	2,2
Двері й ворота будівель:	0,6	0,55
– з вологим і мокрим режимом	0,75	0,70
– з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0,2	0,2
Вікна й zenітні ліхтарі будівель:	0,45	0,42
– з вологим і мокрим режимом	0,5	0,45
– з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0,18	0,18
Примітка. D – показник теплової інерції конструкції, що визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-190.		

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k}, \quad (1.9)$$

де F_{Σ} – загальна площа конструкції, м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі ітої термічнооднорідної частини конструкції, (м² К)/Вт, визначаються згідно з формулою (1.10);

F_i – площа і-ї термічнооднорідної частини конструкції, м²;

κ_i – лінійний коефіцієнт теплопередачі і-го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м² К);

L_i – лінійний розмір (проекція) і-го лінійного теплопровідного включення, м;

Ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі к-го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

N_k – загальна кількість к-их точкових теплопровідних включень, шт.

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n li + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (1.10)$$

де α_B , α_3 – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, визначається за табл. 1.6, Вт/(м²·К);

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, (м² К)/Вт;

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_i – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м К);

n – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Розрахункову теплопровідність матеріалів λ_{ip} приймають згідно з додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Таблиця 1.6 – Значення коефіцієнта тепловіддачі внутрішньої α_B та зовнішньої α_3 поверхні.

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² ·К)	
	α_B	α_3
Зовнішні стіни, суміщені покриття, перекриття над проїздами	8,7	23
Перекриття над холодними підвалами, що межують з холодним повітрям	8,7	17
Горищні покриття, перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами у стінах, а також зовнішні стіни з вентиляльованим повітряним прошарком, що вентилюються зовнішнім повітрям	8,7	12
Горищні перекриття та перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями, що не вентилюються зовнішнім повітрям	8,7	6
Вікна, двері балконні та вхідні, вітражі, зовнішні стіни з опорядженням світлопрозорими елементами	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

ЗМ 2 СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Тема 3 Процеси зміни тепловологісного стану повітря у приміщенні. Улаштування систем вентиляції

Системи вентиляції слід передбачати для забезпечення допустимих метеорологічних умов і чистоти повітря у зоні, яка обслуговується, або у робочій зоні приміщень (на постійних та тимчасових робочих місцях) [13].

Системи вентиляція і кондиціонування повітря в холодний період року взаємодіють з системою опалення будівлі для забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщеннях.

Людина знаходиться в безперервній взаємодії з навколишнім середовищем. По-перше, людина дихає оточуючим її повітрям. За добу в середньому через легені проходить 15 кг повітря. По-друге, повітря омиває тіло людини та знаходиться з ним у тепловому контакті.

Тому для життєдіяльності організму людини важливі такі параметри повітря:

- метеорологічні (температура, відносна вологість, швидкість руху);
- хімічний склад повітря (відсотковий вміст кисню, вуглекислоти, наявність шкідливих парів та газів);
- запиленість повітря (пил органічний, мінеральний, кварцовий, азбестовий).

За нормативною документацією [13]:

– **оптимальні** – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції; вони створюють відчуття теплового комфорту та забезпечують передумови для високого рівня працездатності;

– **підвищені оптимальні** – оптимальні мікрокліматичні умови у приміщеннях з дуже чутливими та слабкими людьми з особливими потребами, такими як: інваліди, хворі, маленькі діти та люди похилого віку;

– **допустимі** – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються але супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації; при цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності;

– **обмежено допустимі** – допустимі мікрокліматичні умови у приміщеннях будівель з обмеженим використанням упродовж року (менше чотирьох місяців підряд упродовж року).

Надлишок (або недолік) теплоти й вологи (рис. 1.2), наявність шкідливих парів, газів і пилу в повітрі визначають негативний вплив середовища на людину і називаються шкідливостями.

Тема 4 Тепловий баланс приміщень

Завданням систем вентиляції (СВ) є боротьба зі шкідливостями, що знаходяться в оточуючому людину повітряному середовищі шляхом обміну повітря. Найбільш розповсюдженими шкідливостями для громадських будівель, що потребують залучення економічних та технічних засобів, є тепло і волога.

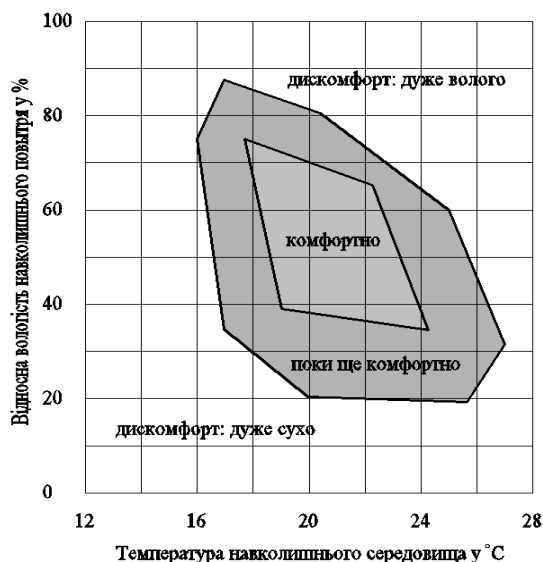


Рисунок 1.2 – Зона комфорту на рівні відносної вологості

Повітрообміном називається заміна забрудненого повітря, яке знаходиться в приміщенні, чистим повітрям.

Повітрообмін може розраховуватись за шкідливостями або за кратністю [13, 40, 70].

Якщо у повітрі присутні газові шкідливі складові, то необхідний повітрообмін розраховують за наступною формулою:

$$L_k = \frac{K}{K_{\text{доп}} - K_{\text{пр}}}, \quad (1.11)$$

де K – масовий видаток газу, який надходить до приміщення, мг/год;

$K_{\text{доп}}$ – межа допустима концентрація газу, мг/м³;

$K_{\text{пр}}$ – концентрація газу у припливному повітрі, мг/м³.

Якщо до приміщення надходить волога, потрібен розрахунок необхідного повітрообміну для видалення вологи

$$L_w = \frac{C}{(d_{\text{yd}} - d_{\text{пр}}) \cdot \rho}, \quad (1.12)$$

де C – маса водяної пари, яка виділяється у приміщенні, г/год;

d_{yd} – вологовміст повітря, яке видаляється із приміщення, г/(кг сухого повітря);

$d_{\text{пр}}$ – вологовміст повітря, яке надходить до приміщення, г/(кг сухого повітря);

ρ – щільність припливного повітря, кг/м³.

Необхідний повітрообмін за надлишковою явною теплотою буде знаходитися за наступною формулою:

$$L_y = \frac{3,6 Q_{изб}}{c \cdot (t_{yd} - t_{np}) \cdot \rho}, \quad (1.13)$$

де $Q_{изб}$ – надлишкова теплота, Вт;

ρ – щільність повітря, кг/м³;

c – теплоємність повітря, кДж/(кг·К);

t_{yd} – температура повітря, що видаляється, °С;

t_{np} – температура припливного повітря, °С.

Кратність повітрообміну – кількість об'ємів повітря (відповідно до об'ємів приміщення), які видаляються за годину з приміщення. Однократний повітрообмін – за одну годину з приміщення видаляється кількість повітря, яка відповідає одному об'єму приміщення.

$$n = L/V, \quad (1.14)$$

де n – кратність повітрообміну;

L – об'єм повітря, який видаляється, або подається м³/год;

V – об'єм приміщення.

Класифікація систем вентиляції

Системи вентиляції класифікують:

– за призначенням: припливна, витяжна, припливно-витяжна;

– за принципом організації повітрообміну: загальнообмінна, місцева припливна, місцева витяжна;

– за засобом змушування повітря до руху: природна, механічна;

– за конструктивними особливостями: канална, безканална.

Завданням припливної вентиляції є подача в приміщення повітря, яке забезпечує потрібні метеорологічні умови.

Завданням витяжної вентиляції є видалення забрудненого повітря із приміщення.

ЗМ З СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

Тема 5 Теплові мережі та їх обладнання

Для підтримки температурних умов в приміщеннях, що забезпечують хороше самопочуття і здоров'я людей, високу ефективність технологічних процесів, а також збереження будівельних конструкцій і технологічного устаткування будівлі і споруди обладнають систему тепlopостачання.

Тепlopостачання – система забезпечення теплом будинків і споруд, призначена для забезпечення теплового комфорту для знаходяться в них людей або для можливості виконання технологічних норм.

Склад системи тепlopостачання.

Система теплоснабження складається з наступних функціональних частин:

1. Теплова мережа — об'єднання пристроїв, призначених для передачі теплової енергії від джерела теплової енергії теплоносія до теплоспоживальних установок.

2. Теплопотребляючі пристрої, що передають теплову енергію споживачу (радіатори опалення, калорифери).

Радіатор опалення – (неофіційна розмовна назва – батарея) («випромінювач» від лат. *radius* «промінь») – конвективно-радіаційний опалювальний прилад, що складається з окремих, зазвичай Колончатий, елементів – секцій – з внутрішніми каналами, усередині яких циркулює теплоносій. Тепло від радіатора відводиться випромінюванням, конвекцією і теплопровідністю; частка тепла, що відводиться випромінюванням, збільшується при фарбуванні радіатора в темний колір.

Калорифер – прилад для нагрівання повітря в приміщення, що складається з труб, по яких циркулює гаряча вода, пар або гаряче повітря.

3. Джерело виробництва теплової енергії (котельня, ТЕЦ).

Котельня – приміщення з газовими, вугільними або дизельними котлами, призначеними, як правило, для опалення, а також допоміжним котельним обладнанням.

Являє собою окрему кімнату в будинку, рідше окремо стоїть будова в якій встановлюються котли.

Висота від підлоги до стелі повинна бути не менше 250 см. Обсяг котельного приміщення повинен становити не менше 15 м³. В котельні повинна бути вікно (або вікна) на вулицю з площею скління не менше 0,5 м². Необхідно забезпечити подачу всередину свіжого повітря через спеціальний отвір, вбудоване в двері або прямо з вулиці. У приміщенні котельні необхідно мати достатню кількість місця, для того щоб забезпечити вільний доступ для обслуговування котлів.

Теплоелектроцентрально (ТЕЦ) – є одним з видів теплових електростанцій, які не тільки виробляють електроенергію, але вона також джерело теплової енергії

в централізованих системах теплопостачання (у вигляді пари та гарячої води, включаючи надання гарячої водопостачання та опалення житлових і промислових будівель.

Централізоване теплопостачання житлових, цивільних і промислових будівель від котелень великої потужності поряд із теплофікацією, на сьогодні є одним з основних напрямків розвитку теплопостачання.

Це пояснюється такими причинами: можливістю ефективного спалювання низькосортного палива в котлах великої потужності; зменшенням забруднення атмосфери; зниженням витрати палива на одиницю теплової потужності; широкими можливостями механізації і автоматизації; меншим штатом обслуговуючого персоналу тощо.

У великих районних котельнях застосовують водогрійні котли ПТВМ-50, ПТВМ-100, ПТВМ-180 тепловою потужністю 58, 116 і 209 МВт, що працюють на газі та мазуті. Котли ПТВМ (піковий, теплофікаційний, водогрійний, мазутний) призначені для покриття пікових теплових навантажень у системах централізованого теплопостачання, але часто використовуються і для виконання основних теплових навантажень.

З метою зниження витрат на транспортування тепла районні котельні по можливості будують у центрі теплових навантажень. Проте при роботі котелень на твердому паливі доцільно з погляду охорони повітряного басейну виносити їх за місто.

Вищою формою централізованого теплопостачання є теплофікація. Теплофікація – це централізоване теплопостачання на базі комбінованого виробітку теплової та електричної енергії, здійснюване на ТЕЦ. За рахунок комбінованого виробітку на ТЕЦ теплоти та електроенергії забезпечується істотне зниження питомої витрати палива на виробіток електроенергії у порівнянні з роздільним виробітком теплоти в котельнях, а електроенергії – на конденсаційній електричній станції (КЕС).

При теплофікації різко зменшуються витрати тепла в конденсаторі та підвищується ККД теплової станції до 60 ÷ 65 %, тоді як ККД сучасної конденсаційної станції складає не більше 40 %.

На ТЕЦ широко виготовляються такі основні типи турбін: теплофікаційні (тип Т), виготовляються з конденсатором і регульованими доборами для покриття житлово-комунальних навантажень, наприклад, Т-100-180/565 (електрична потужність – 100 МВт, тиск перед турбіною – 18 МПа, температура перегрітої пари – 565 °С); промислово-теплофікаційні (тип ПТ), виконуються з конденсатором і регульованими доборами пари для покриття технологічних і житлово-комунальних навантажень, наприклад, ПТ-50-130/7 (електрична потужність – 50 МВт, тиск пари перед турбіною – 13 МПа, тиск промислової добірної пари – 0,7 МПа); протитискові (тип Р), що не мають конденсатора: відпрацьована пара після турбін направляється тепловим споживачам, наприклад, Р-50-130/5 (електрична потужність – 50 МВт, тиск пари перед турбіною – 13 МПа, протитиск – 0,5 МПа).

Розглянемо принципову схему ТЕЦ «комунального типу» з піковим мережним підігрівачем, що покриває пікове теплове навантаження (рис. 1.3).

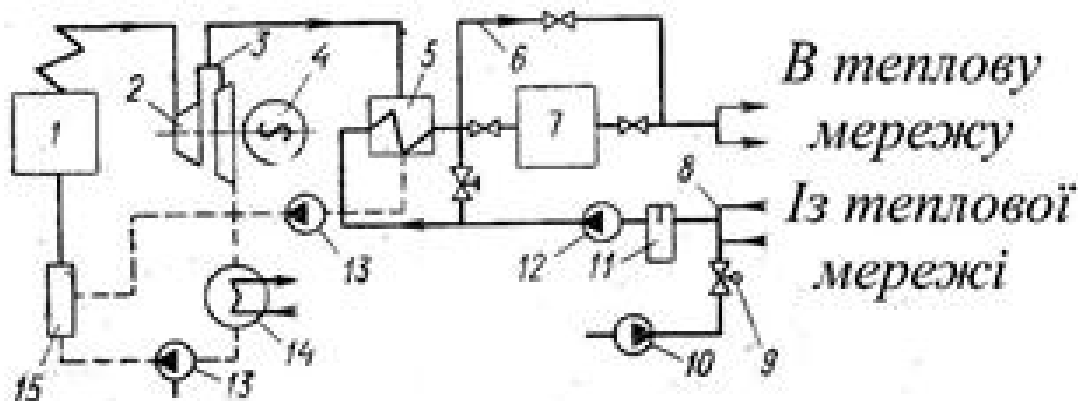


Рисунок 1.3 – Принципова схема ТЕЦ:

- 1 – котел; 2 – теплофікаційна турбіна; 3 – камера добору;
 4 – електрогенератор; 5 – водопідігрівач; 6 – трубопровід; 7 – піковий котел;
 8 – оборотний трубопровід; 9 – регулятор тиску; 10 – підживлювальний насос;
 11 – грязьовик; 12, 13 – насоси; 14 – конденсатор; 15 – регенеративний підігрівач і деаератор

Вода з теплової мережі прокачується насосом спочатку через основний підігрівач, потім – через піковий підігрівач. В основний підігрівач пара надходить з регульованого добору турбіни тиском $0,7 \div 2,5$ бар.

Вода у мережі нагрівається до $110 \div 120^\circ\text{C}$. У холодну пору року, коли тепла потрібно більше, включається піковий підігрівач. У піковий підігрівач подається пара тиском $5 \div 7$ бар і вода, яка надходить з основного підігрівача, нагрівається до $130 \div 150^\circ\text{C}$.

Та частина пари з регульованого добору турбіни, яка не використовується для підігріву води, що циркулює в системі тепlopостачання, проходить через циліндр низького тиску турбіни, а потім із тиском $0,04 \div 0,05$ бар надходить у конденсатор, де конденсується. Конденсат з підігрівача і конденсатора спрямовується в деаератор, звідки живильним насосом подається в котел.

Редукційно-охолоджувальна установка (РОУ) потрібна для редукування пари, що надходить з котельного агрегату з великим тиском ($100 \div 150$ бар і вище) та високою температурою ($500 \div 600^\circ\text{C}$), тоді як для підігріву води мережі достатньо пари з тиском $5 \div 7$ бар і температурою не вище 200°C .

Останнім часом замість пікових підігрівачів встановлюють піковий водонагрівальний котел, що являє собою вдосконаленіший спосіб другого підігріву води в мережі.

Способи прокладки теплопроводів

Теплопроводи прокладають підземним і надземним способом. Надземну прокладку здійснюють у тих випадках, коли у зв'язку з важкими ґрунтовими умовами (наприклад, райони вічномерзлих ґрунтів) підземна прокладка

неможлива. Надземна прокладка труб здійснюється також на територіях промислових підприємств, при спорудженні теплових мереж поза межами міста, при перетинанні ярів, при високому рівні ґрунтових вод тощо.

У цих випадках труби прокладаються на естакадах, щоглах, низьких опорах і по стінах будівель.

Підземна прокладка здійснюється в прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах, або без каналів (безканальна прокладка). Теплові мережі можна прокладати також у загальних колекторах разом з іншими комунікаціями.

Найчастіше теплопроводи прокладають у непрохідних каналах, виконаних, в основному, із залізобетону. На рисунку 1.4 а, показано прямокутний, а на рисунку 1.4 б – склепистий канал.

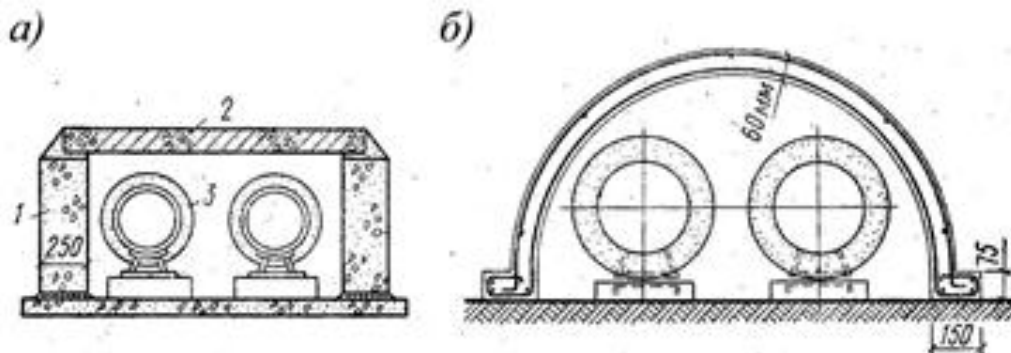


Рисунок 1.4 – Непрохідні канали:

а) прямокутний; б) склепистий;

1 – бокові стінки; 2 – перекриття каналу; 3 – набивна ізоляція

Теплопроводи прокладають вище рівня ґрунтових вод, тому що в протилежному випадку дренажні труби необхідно викладати на 200 ÷ 250 мм нижче дна каналу.

Найдосконалішим, але й найдорожчим способом є прокладка теплопроводів у прохідних каналах (рис. 1.5), що застосовуються при прокладці великого числа труб.

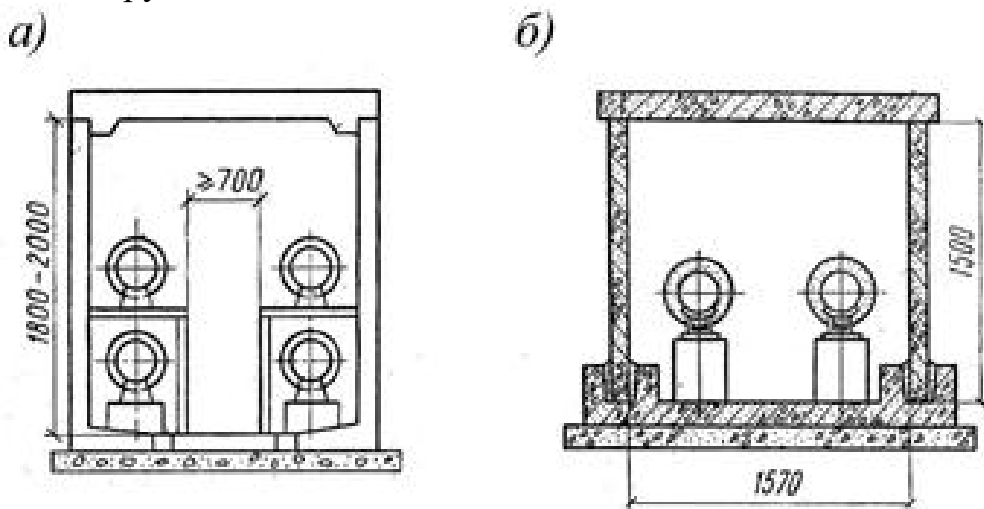


Рисунок 1.5 – Прокладка теплопроводів у каналах:

а) прохідний канал; б) напівпрохідний канал

Прокладка теплопроводів у прохідних каналах забезпечує зручність їх обслуговування та ремонту.

Відповідно до правил техніки безпеки, прохідні канали через кожні 300 м мають бути обладнаними люками та низьковольтним електричним освітленням.

Напівпрохідні канали будують під проїздами з інтенсивним вуличним рухом, під залізничними коліями, де ускладнено розкриття теплопроводів для ремонту. Висота їх, як правило, не перевищує 1 600 мм.

Трасу підземного теплопроводу обладнують спеціальними камерами та колодзями для установки арматури, сальникових компенсаторів тощо, а також нішами для П-образних компенсаторів.

Безканалний спосіб прокладки теплопроводу – найдешевший. Він застосовується у тому випадку, якщо ґрунт достатньо міцний і температура транспортуємого теплоносія не перевищує 180 °С. Безканалну прокладку не застосовують у сейсмічних районах при землетрусах силою 7 і більше балів, а також у районах вічної мерзлоти та у місцях гірничих виробіток.

Переваги безканалної прокладки полягають у значно менших капітальних вкладеннях і витратах часу на її здійснення.

При безканалній прокладці застосовують механічну міцну циліндричну ізоляційну конструкцію, здатну сприймати тиск ґрунту і передавати його на поверхню труби.

Глибина закладки теплових мереж, м, від поверхні землі при підземній прокладці до верху перекриттів каналів та конструкцій безканалної прокладки:

- при наявності дорожнього покриття $\geq 0,5$;
- при відсутності дорожнього покриття $\geq 0,7$;
- до верху перекриттів оглядових камер;
- при наявності дорожнього покриття $\geq 0,2$;
- при відсутності дорожнього покриття $\geq 0,5$.

У загальних колекторах теплові мережі можуть бути прокладені разом із трубопроводами систем водопостачання, зливної каналізації, силовими та освітлювальними кабелями з напругою до 35 кВ і кабелями зв'язку.

Не допускається прокладка теплових мереж у непрохідних каналах і тунелях підприємств разом з кислотопроводами, із трубопроводами легкозаймистих та отрутних рідин, із трубопроводами стиснутого повітря з тиском вище 1,6 МПа та зливовою і побутовою каналізацією.

При прокладці теплопроводів для сприйняття температурних подовжень застосовують компенсатори або використовують природні повороти труб.

Тема 6 Приєднання споживачів до теплових мереж. Теплові пункти

Місце приєднання системи теплоспоживання до теплової мережі, в якому встановлюють устаткування, арматуру та прилади для підготування теплоносія (води або пари) і розподілу його по визначених системах, а також для регулювання і урахування витрати теплоносія називається тепловим пунктом.

Схема і устаткування теплового пункту залежить від виду носія його параметрів та призначення системи теплоспоживання. Теплові пункти споруджуються як місцеві – для кожної будівлі, так і центральні – для групи будівель. Приміщення, в якому розміщено тепловий пункт, повинно бути ізольованим і доступним для обслуговуючого персоналу у будь-який час. Розміри приміщення визначаються габаритами устаткування. Мінімальні розміри приміщення теплового пункту в житловій або цивільній будівлі: ширина – 2 м, глибина – 5 м і висота – 1,8 м. Вхідні двері повинні відчинятися назовні.

Схеми приєднання місцевих систем опалення за ознакою гідравлічного зв'язку з тепловими мережами поділяються на залежні та незалежні.

При залежній схемі приєднання теплоносій в опалювальні прилади надходить безпосередньо з теплових мереж. Тиск у місцевих системах опалення визначається режимом тисків у зовнішніх теплових мережах.

У незалежних схемах приєднання теплоносій з теплової мережі надходить у підігрівач (теплообмінний апарат), де його тепло використовується для нагрівання вторинного теплоносія, який заповнює місцеву систему опалення.

Залежна схема включає приєднання:

а) безпосередньо без підмішування (рис. 1.6, а) при температурі води в системі опалення, рівній температурі води в зовнішній тепловій мережі;

б) з підмішуванням до мережевої води зворотної води із системи опалення елеватором (рис. 1.6, б). Ця схема, запропонована проф. В. М. Чапліним, застосовується у випадку коли температура води в теплових мережах вища, ніж температура води у системах опалення;

в) з підмішуванням до мережевої води зворотної води із системи опалювання насосом, встановленим на перемичці між подавальною та зворотною трубами (рис. 1.6, в). Ця схема застосовується за умов недостатнього тиску в тепловій мережі, коли елеватор не забезпечує підмішування необхідної кількості оборотної води до гарячої.

До незалежної схеми відноситься приєднання з установкою водопідігрівача (рис. 1.6, г); ця схема застосовується для захисту місцевої системи опалення від неприпустимо високого тиску в зовнішній тепловій мережі або для захисту теплової мережі від неприпустимо високого тиску в системах опалення окремих будівель.

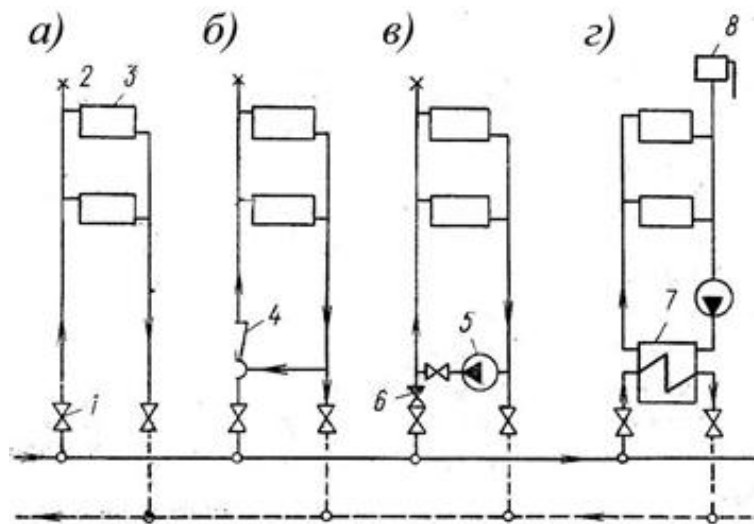


Рисунок 1.4 – Схеми приєднання систем водяного опалення до водяних теплових мереж:

- а) без підмішування; б) з підмішуванням;
 в) з установкою насоса на перемичці; г) з установкою водопідігрівача;
 1 – засувка; 2 – повітряний кран; 3 – нагрівальний прилад; 4 – елеватор;
 5 – насос; 6 – зворотний клапан; 7 – водонагрівач; 8 – розширювальний бак

Схеми приєднання систем парового і пароводяного опалення до парових теплових мереж показано на рисунку 1.7.

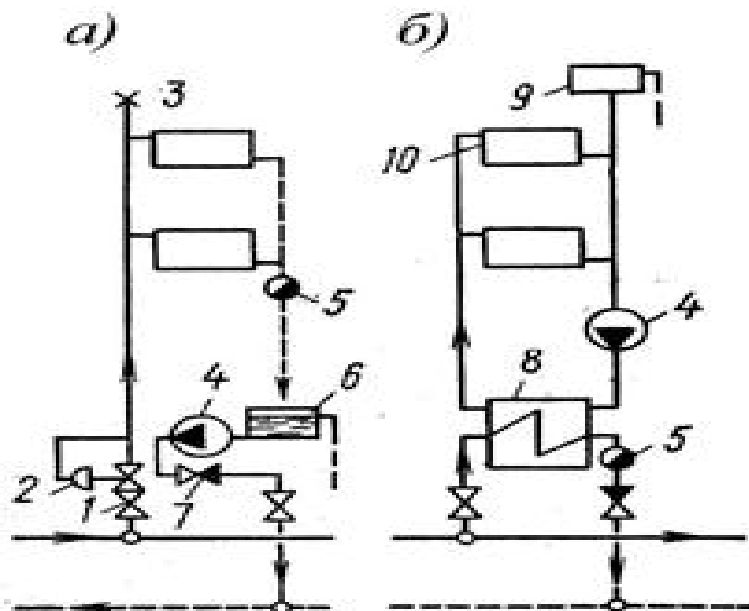


Рисунок 1.7 – Схеми приєднання систем парового (а) і пароводяного (б) опалення до парових теплових мереж:

- 1 – засувка; 2 – регулятор тиску; 3 – повітряний кран; 4 – насос;
 5 – конденсатовідводчик; 6 – бак; 7 – оборотний клапан; 8 – водонагрівач;
 9 – розширювальний бак; 10 – нагрівальний прилад

Будова, розрахунок, підбір і установка гідроелеватора

Гідроелеватор застосовують у системах опалення для зниження температури мережевої води, що надходить подавальним теплопроводом до температури, припустимої в системі (рис. 1.8).

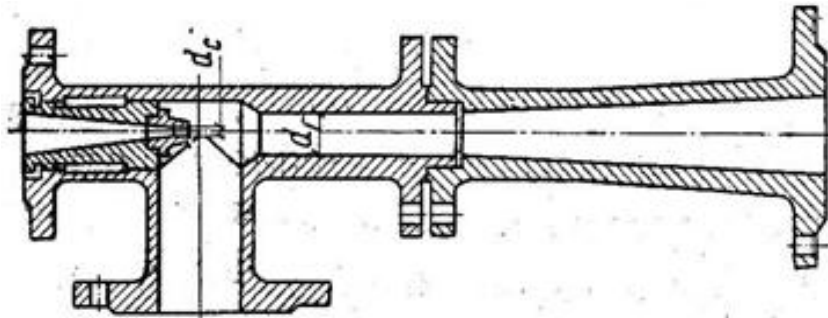


Рисунок 1.8 – Схема сталевого елеватора ВТІ

Високотемпературна вода з магістралі теплової подавальної мережі надходить через сопло у змішувальну камеру з великою швидкістю, і в кільцевому просторі між соплом та змішувальним конусом виникає розрідження. Під впливом розрідження вода зі зворотної лінії надходить у камеру всмоктування, а потім – у змішувальну камеру, де перемішується з гарячою водою. Змішана вода через дифузор прямує в подавальну магістраль системи опалення. У дифузорі швидкість потоку зменшується в міру збільшення його перерізу, а статичний тиск збільшується. Різниця тисків за дифузором та в камері всмоктування забезпечує циркуляцію в місцевій системі опалення.

Основні завдання експлуатації систем теплопостачання

Підтримування нормованих температур у приміщеннях багато в чому залежить від якості виконання та організації експлуатації систем опалення.

Для забезпечення надійності і довговічності роботи систем опалення необхідні:

- систематичний огляд з метою виявлення несправностей і своєчасного їх усунення;
- технічне обслуговування;
- планово-попереджувальний та капітальний ремонт;
- резервування основного устаткування (котлів, насосів тощо);
- безперебійне забезпечення систем теплоносієм, водою, електроенергією;
- створення необхідних запасів палива (при теплопостачанні від місцевих котельень), інструменту, окремих вузлів тощо.

Важливим показником якісної експлуатації системи є її економічна ефективність, що полягає у зменшенні експлуатаційних витрат на опалення при забезпеченні необхідних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях.

Ці витрати складаються з витрат на приготування тепла, транспортування теплоносія, амортизацію, утримування експлуатаційного персоналу.

З метою економії тепла необхідно регулювати відпуск тепла споживачам відповідно до температурного графіка, з урахуванням зовнішніх та внутрішніх чинників (вітру, сонячної радіації тощо), необхідно застосовувати автоматичне регулювання роботи устаткування і системи, запобігати втраті тепла через щілини у будівельних конструкціях.

Експлуатаційні заходи можна поділити на: організаційні – розробку структури служби експлуатації, планування, матеріального постачання, підготовку і розставлення кадрів, техніки безпеки та ін.; технічні – виконання технічних операцій щодо експлуатації систем. До експлуатаційних заходів відносяться також підтримка необхідних режимів роботи систем у залежності від впливу зовнішніх і внутрішніх чинників, технічних можливостей устаткування.

Основні організаційні питання:

- а) укомплектування служби експлуатації систем;
- б) встановлення обов'язків обслуговуючого персоналу, відповідальних осіб за технічний стан устаткування і систем;
- в) розробка, затвердження і ведення експлуатаційно-технічної документації;
- г) планування планово-попереджувальних і капітальних ремонтів та ін.;
- д) укладання експлуатаційних кошторисів;
- е) забезпечення паливом, запасними частинами;
- ж) підготовка спеціалістів та підвищення їх кваліфікації;
- з) організація контролю за правильною експлуатацією та технічним станом систем;
- и) дотримання техніки безпеки і контроль за її виконанням.

Організація експлуатації систем опалення житлових будівель здійснюється начальником житлово-експлуатаційної контори. Безпосереднє керівництво експлуатацією ведуть техніки-наглядачі будівель; заходів щодо обслуговування і поточного ремонту систем уживають робітничі.

У цивільних будівлях експлуатацію систем опалення здійснює служба експлуатації у складі інженера (техніка) по зазначених санітарно-технічних системах і слюсарів-сантехників. На промислових підприємствах ця служба підпорядковується головному енергетику (головному механіку) підприємства.

При централізованому теплопостачанні від районної котельні або ТЕЦ експлуатація зовнішніх мереж здійснюється підприємством теплових мереж (тепломережами). На сфери обслуговування системи розподілені вхідними засувками в центральному (головному) тепловій пункті місці приєднання теплових вводів для однієї або декількох будівель.

Для обліку технічного контролю за станом опалювальної системи необхідна така документація:

- а) паспорт системи;
- б) журнал обліку роботи системи (у котельні змінний або вахтовий журнал);
- в) оперативний журнал;

- г) журнал заявок на усунення дефектів;
- д) інструкції з експлуатації, затвержені адміністрацією.

Паспорт є технічною характеристикою системи. Він складається монтажною або пуско-налагоджуваною організацією за даними пускових випробувань.

До нього заносять технічні характеристики системи і комплектувального устаткування згідно з проектом і фактичними показниками. До паспорта систем повинні додаватися паспорти основного промислового устаткування. У процесі експлуатації, а також після капітального ремонту в паспорті фіксуються здійснені зміни.

Журнал обліку роботи системи заповнюється щодня. До нього через визначений час заносяться показання контрольно-вимірювальних приладів (манометрів, термометрів тощо), вказується час вмикання і вимикання насосів та іншого опалювального устаткування.

Оперативний журнал ведеться для реєстрації виявлених несправностей та відміток про їх усунення. Тут відзначаються усі випадки припинення роботи системи, причини, що їх викликали, а також час поновлення роботи систем і устаткування.

У журналі заявок на усунення дефектів реєструються заявки мешканців та інших зацікавлених осіб, вказують дати усунення дефектів.

Інструкцію з експлуатації розробляють для обслуговуючого та відповідального за роботу систем персоналу. Вона затверджується керівництвом ЖЕК, підприємства або установи.

Інструкція для персоналу місцевих котельень ґрунтується на «Типовій інструкції для персоналу котельень із водогрійними і паровими котлами тиском не більше 0,17 МПа», затвердженої Держміськтехнадзором, і враховує особливості даної котельні. Інструкція визнає порядок допуску персоналу до роботи, прийому та передачі зміни, підготовки котла до роботи, спостережень за роботою котла, звичайної та аварійної зупинки котла, експлуатації устаткування котельні. У ній подані графіки температур води в гарячій та оборотній магістралях у залежності від зовнішньої температури, вказані найчастіші несправності та способи їх усунення, подаються рекомендації на випадок стихійних лих.

Журнали та інструкції повинні знаходитися на робочому місці (у котельні, тепловому пункті, слюсарній майстерні). У котельні й тепловому пункті один примірник інструкції видається персоналу під розписку.

На робочих місцях вивішують теплову схему котельні, аксонометричні схеми опалення і тепловому пункту, а також інших споживачів тепла з указівкою основних теплових навантажень та тисків теплоносія.

Для зручності експлуатації кожному агрегату або установці присвоюється скорочене позначення і порядковий номер, наприклад насос н-6, система п-2 тощо. Трубопроводи фарбують строго визначеними кольорами: наприклад, подавальний трубопровід – червоним кольором, оборотний – зеленим.

За організацію заходів з техніки безпеки при експлуатації систем опалення відповідає керівник підприємства, а безпосереднє керівництво здійснює інженер з техніки безпеки, який несе також відповідальність за виконання правил техніки безпеки або інша особа, призначена наказом.

Відповідальні за техніку безпеки зобов'язані розробляти і вживати необхідних заходів з техніки безпеки, навчати персонал, періодично перевіряти його знання правил безпечного ведення експлуатації, фіксувати в «Журналі інструктажу з техніки безпеки» результати перевірки.

Інструкція з техніки безпеки повинна знаходитися на робочому місці. Вона регламентує організаційні міри (відповідальність, порядок допуску до роботи, обов'язки обслуговуючого персоналу, контроль тощо) і основні правила техніки безпеки при виконанні експлуатаційних робіт.

Необхідно знати, що до експлуатації допускають лише технічно справні, цілком укомплектовані й перевірені системи. Ремонт трубопроводів дозволяється лише після зняття тиску.

Експлуатація та технічне обслуговування здійснюються з дотриманням вимог техніки безпеки при роботі з електроустаткуванням. Персонал, який обслуговує системи опалення, повинен бути ознайомленим з прийомами і методами надання першої допомоги при опіках, отруєнні та враженні електричним струмом.

Експлуатація теплових мереж

Для організації експлуатації теплових мереж у містах і промислових районах створюються спеціальні підприємства – теплові мережі (тепломережі).

Основним завданням експлуатації є організація стабільної подачі споживачам тепла необхідних параметрів.

Для цього необхідні:

- а) узгоджена робота джерел тепла, теплових мереж та установок абонентів;
- б) правильний розподіл тепла між споживачами та облік відпущеного тепла;
- в) ретельне спостереження за мережами, своєчасне проведення ревізії та ремонту, забезпечення швидкої локалізації й ліквідації аварій та неполадок;
- г) організація контролю за станом теплоприймачів у споживачів.

Постійним завданням організації експлуатації є удосконалення устаткування системи теплопостачання та методів його експлуатації, підвищення продуктивності праці, кваліфікації експлуатаційного персоналу, забезпечення умов для своєчасного завантаження ТЕЦ по теплу, підвищення комбінованої виробітки електричної енергії.

Тепломережі мають певні зони обслуговування, розмежовані запірними вихідними засувками магістралі на колекторі джерела тепла (ТЕЦ або котельні), та вхідними засувками тепломережі на центральних теплових пунктах (ЦТП) житлових мікрорайонів або на абонентських установах.

Основним виробничим цехом тепломережі є мережевий район, що проводить експлуатацію теплових мереж. Мережеві райони здійснюють

експлуатацію мереж, розподіл та облік тепла, проводять тепловий нагляд за споживачами. Відповідно до цього мережеві райони мають у своєму розпорядженні штат обхідників мереж і теплових пунктів, ремонтний персонал. Оперативну діяльність районів у взаємовідносинах зі споживачами здійснює черговий персонал районів, який працює цілодобово.

Тема 7 Улаштування систем газопостачання

Система газопостачання будівель призначена для безперебійної подачі горючого газу (природного або штучного) від джерела газопостачання (вуличні газопроводи або газобалонні установки) до споживачів.

Місцеві системи газопостачання (індивідуальні) складаються з одного або двох балонів ємністю 50 дм³, розташованих у металевій шафі зовні будівлі і які мають регулятори тиску. Газовий прилад підключають до балонів за допомогою газопроводу, на якому перед приладом встановлюють вимикаючий кран. Один балон можна встановлювати у приміщенні.

Централізована система газопостачання будівлі (рис. 1.9) складається з газового вводу, розвідних магістралей, стояків, підводок, газових приладів, газових лічильників (якщо вони передбачені проектом) і арматури.

Улаштування систем газопостачання будівель повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання.

Внутрішні системи газопостачання з тиском газу до 0,005 МПа влаштовують із водогазопровідних сталевих труб (ГОСТ 262-75), а при тиску газу до 0,3 МПа – із водопровідних посилених труб (ГОСТ 3262-75) і безшовних гарячедеформованих труб (ГОСТ 8732-78). На стояках і вводах встановлюють натяжні газові муфтові пробкові крани 11Б10бк1 ($D_y = 15...20$ мм) і 11ч3бк ($D_y = 25...80$ мм). На вводах до будівлі можна встановлювати фланцеві засувки 30ч6бк ($D_y = 50...400$ мм), паралельні з висувним шпинделем.

До обладнання систем газопостачання відносять: газові побутові плити, автоматичні газові проточні водопідігрівачі, водонагрівні газові побутові апарати, газові побутові котли.

Ввід в будівлю – це відгалуження підземного газопроводу від зовнішньої розподільної газової мережі для подачі газу до окремих будівель або їх груп. Він охоплює ділянку газопроводу від труби зовнішньої газової мережі до запірного пристрою (газової засувки, пробочного крану, водяного затвору) внутрішньоквартальної або дворової мережі. Внутрішньоквартальною і дворовою мережами газопроводу є розподільні підземні газопроводи, які прокладені на території кварталу, двору від запірного пристрою вводу в будівлю (на групу будівель) або від газорегулювального пункту до вводу в окремі будівлі (рис. 1.10).

Відгалуження від внутрішньоквартальної або дворової мережі в окремі будівлі при осушеному газі переважно прокладають крізь стіни (вище фундаментів) до першого поверху будівель. При вологому газі їх прокладають крізь стіни до першого поверху будинку або крізь фундамент до підвалу будівлі. До підвалу будівлі ввід допускається лише у технічний коридор, який ізолюваний від інших приміщень підвалу. Для газопроводів зрідженого газу прокладка ввідів через підвал не допускається.

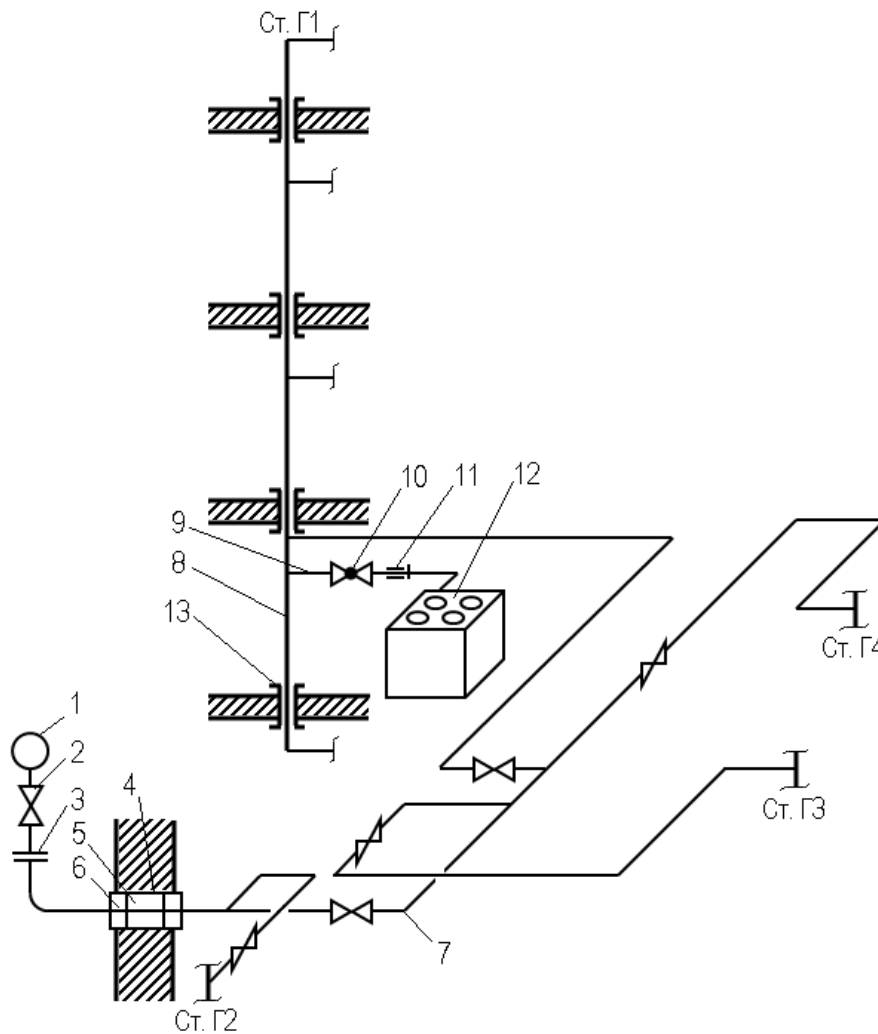


Рисунок 1.9 – Система газопостачання будівлі:

1 – зовнішній газопровід; 2 – вимикаючий кран (засувка); 3 – ізолюючий фланець; 4 – футляр; 5 – просмолена прядка; 6 – бітум; 7 – розвідна магістраль; 8 – стояк; 9 – підводка до газових приладів; 10 – пробковий кран; 11 – роз’ємне різьбове з’єднання; 12 – газова плита; 13 – гільза

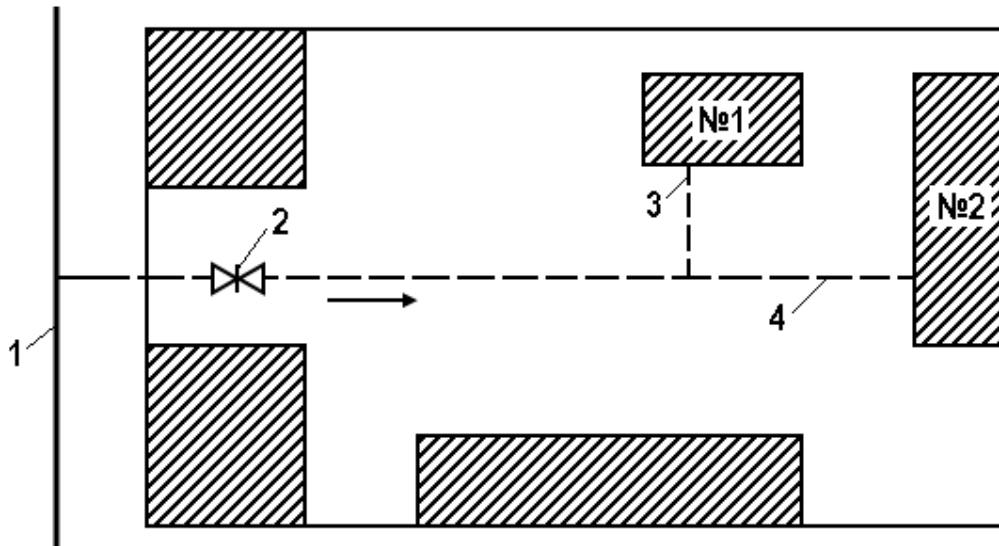


Рисунок 1.10 – Дворова мережа газопроводів:

- 1 – газова магістраль, $d=150$ мм; 2 – засувка; 3 – газований ввід до будівлі №1;
4 – газований ввід до будівлі № 2

Газові сталеві трубопроводи домових відгалужень приєднують до зовнішніх газопроводів приваркою або сіделками і муфтами (рис. 1.11). Часто приєднання ввідів до зовнішніх газопроводів виконують надвижками зварних трійників (рис. 1.12, а), або трійниками і муфтами (рис. 1.12, б). У випадку розташування приєднання усередині колодязя допускається застосування фланцевих з'єднань.

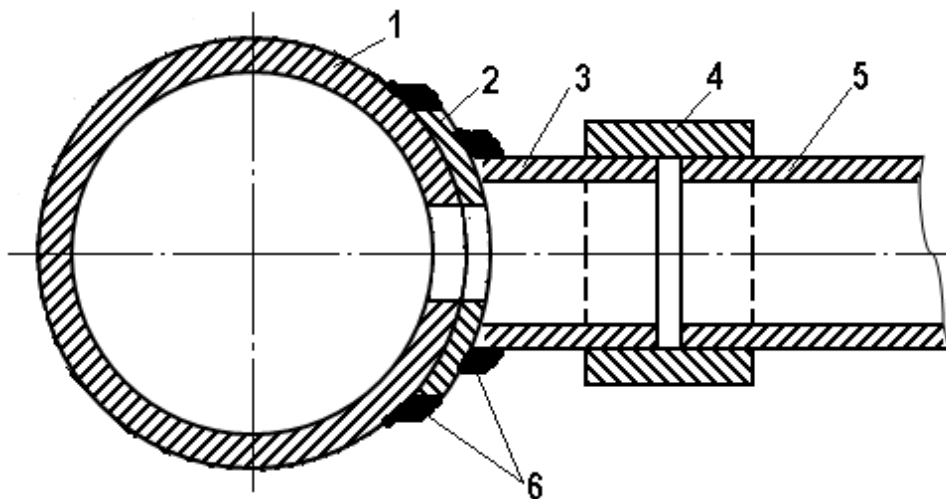


Рисунок 1.11 – Приварка штуцера з сіделкою до газопроводу:

- 1 – газопровід; 2 – сіделка; 3 – штуцер; 4 – муфта; 5 – ввід;
6 – місця зварювання

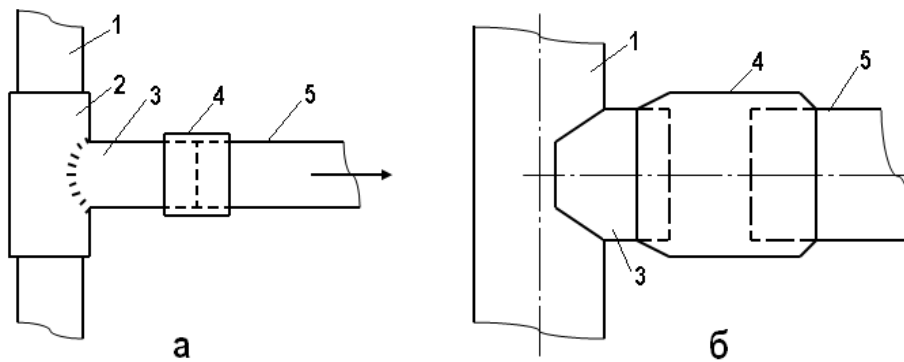


Рисунок 1.12 – Приєднання відгалуження до газопроводу:
 а – зварним трійником; б – муфтою: 1 – газопровід; 2 – зварний трійник;
 3 – штуцер; 4 – муфта; 5 – відгалуження

Увід газопроводу до будівлі прокладають через стіну вище фундаменту від зовнішнього газопроводу, розташованого в ґрунті або на стіні будівлі. Увід прокладають з нахилом не менше 0,003 в бік дворової мережі для відводу конденсату і приєднують до неї за допомогою зварки. На ввіді газопроводу для вимикання абонента на висоті не більше 1,5 м від рівня ґрунту встановлюють кран або засувку. У місці перетину з вводом стіни його розміщують у сталевій трубі (футлярі), діаметр якої повинен бути не менше ніж на 100 мм більше зовнішнього діаметра трубопроводів вводу. Простір між футляром і будівельною конструкцією щільно заробляють цементом.

Уводи слід влаштовувати у нежитлових приміщеннях, які доступні для огляду: кухнях, східних клітках, коридорах. Забороняється улаштування вводу в будівлю через склади вибухонебезпечних й горючих матеріалів, вентиляційні камери, через ліфтові шахти і камери, приміщення сміттєзбірників і електророзподільних пристроїв, у підвалах, машинних відділеннях, а також у приміщеннях, в яких газопровід підлягає інтенсивній корозії.

Уводи газопроводу в житлові будівлі влаштовують через не житлові приміщення, східцеві клітки, кухні або коридори. При цьому приміщення повинні бути доступні для огляду. Увід газопроводу в приміщення, де встановлюються газові прилади, або в підвали будівель допускається за умови, що довжина трубопроводу, що прокладається підвалом, не перевищує 12 м. Звичайно ввід газопроводу в житлову будівлю розташовують навпроти східцевої клітки або кухні та підіймають усередині або зовні будівлі до рівня підлоги першого поверху або прямоку в підлозі (рис. 1.15). Кран або засувку для відключення ділянок внутрішньодомової мережі газопроводу встановлюють на доступному і освітленому місці горизонтальної або вертикальної ділянки трубопроводу. У житлових будівлях при постачанні газом від одного вводу двох або більше стояків, що обслуговують більше двох поверхів, на кожному стояку встановлюють запірний кран або засувку.

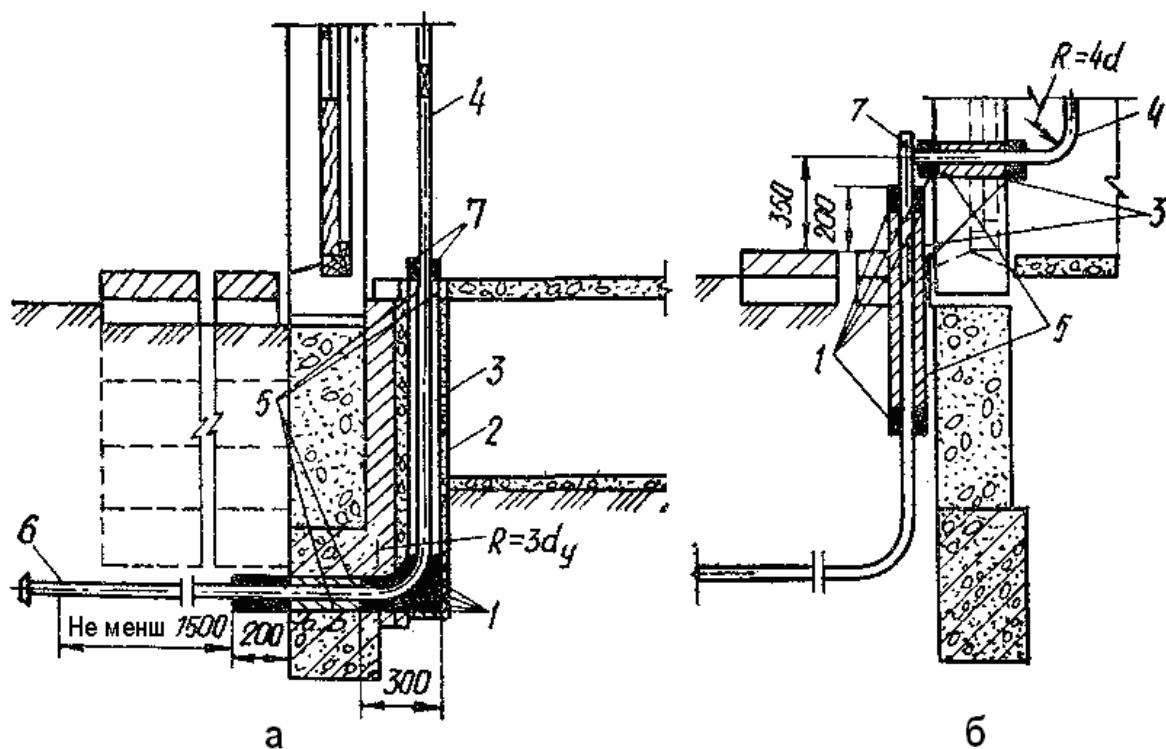


Рисунок 1.13 – Увід газопроводу в будівлю: а – закритий; б – відкритий:
 1 – бітум; 2 – цементна стяжка; 3 – футляр із сталеві труби діаметром $2d_y$;
 4 – сталева труба; 5 – просмолена пакля; 6 – місце зварки труби; 7 – заглушка

Розвідні горизонтальні трубопроводи системи газопостачання підключаються до вводу. При перетинанні газопроводами будівельних конструкцій перші розміщують у гільзах. Простір між трубою і гільзою заповнюють смоляною прядкою, бітумом або цементним розчином. При цьому гільзи не повинні мати рваних країв, виступів із стелі й виходити із підлоги більше ніж на 50 мм.

На горизонтальних ділянках розвідних трубопроводів не допускаються провиси, нерівності й злами; кривизна прямолінійних ділянок не повинна перевищувати 1 мм на 1 м.

Газопроводи прокладають на висоті не менше 2,2 м від підлоги до низу труби і на відстані не менше 100 мм від стелі до верху труби. Забороняється прокладати газопровід по наличникам, дверним, віконним коробкам, фрамугам, фанерним стінам і тимчасовим перегородам.

При прокладці газопроводу по стінам відстань його від стіни повинна бути не менше радіуса труби, але не більше 50 мм для того, щоб забезпечити вільний монтаж, огляд і ремонт газопроводу і арматури, що встановлюється на ньому. Трубопроводи, які прокладаються у борознах і шахтах, не повинні примикати щільно до будівельних конструкцій.

Газопроводи кріплять до будівельних конструкцій: роз'ємними хомутами і гачками при діаметрах труб до 40 мм; на кронштейнах або підвісках – при діаметрі труб більше 40 мм. Кріплення встановлюють на прямих ділянках газопроводу на відстанях не більше допустимих (табл. 1.7), в місцях

встановлення арматури, поворотів, відгалужень, обходу колон. Усі види кріплень заробляють у стіну на цементному розчині або закріплюють за допомогою металевих дюбелів. Труби повинні лежати на опорах щільно без зазору.

Таблиця 1.7 – Найбільша відстань між кріпленнями газопроводів

Діаметр труби, мм	Найбільша відстань між кріпленнями, м
15	5,2
20	6,1
25	7,2
32	8,0
40	4,5
50	11,5
70	13,0
80	13,6

Стояки підключають до розвідних горизонтальних трубопроводів. Стояки кріплять у такий самий спосіб, що й розвідні трубопроводи; при цьому встановлюють одно кріплення на поверх.

Відстань від стояків до будівельних конструкцій така ж сама, як й у розвідних трубопроводів, а вертикальне відхилення стояків повинно бути не більше 2 мм на 1 м трубопроводу.

У основи кожного стояка встановлюють пробковий натяжний кран і згін.

Не дозволяється прокладка стояків у житлових приміщеннях, ванних кімнатах, санітарних вузлах, а також такими частинами будівель як віконні й дверні коробки, фрамуги, фанерні стіни і тимчасові перегороди.

Газові стояки звичайно розташовують в кухнях, коридорах або східцевих клітках.

Газопроводи прокладають зазвичай відкрито або у бороздах на стінах і монтажних шахтах з влаштуванням в них природної вентиляції. При відкритій прокладці газопроводу по стінах відстань від поверхні труби до поверхні стіни повинна бути в межах 12...20 мм.

Підводки до газових приладів монтують аналогічно монтажу розвідних трубопроводів. На початку підводки встановлюють затрубковий натяжний кран і згін.

У середині кожного помешкання газ підводять до всіх газових приладів (плити, газової колонки, нагрівачу). Підводку до газових приладів від внутрішньоквартирного розвідного трубопроводу прокладають зверху. Перед кожним газовим приладом на висоті 1,5 м від підлоги встановлюють пробочний кран з обмежувачем, який допускає поворот пробки лише на 90°.

Газопроводи, як правило, монтують на зварюванні, в місцях встановлення вимикаючих пристроїв, компенсаторів, регуляторів тиску, контрольно-вимірювальних приладів й арматури допускаються різьбові та фланцеві з'єднання.

Прокладка газопроводів всередині будівлі повинна бути відкритою.

Прихована прокладка газопроводів, за виключенням газопроводів зрідженого газу, допускається лише в комунально-побутових і промислових підприємствах в борознах стін, які закриваються щитами, що легко знімаються і мають отвори для вентиляції.

При монтажі системи газопостачання будівлі не допускають заробляння різьбових і зварних з'єднань і арматури у стіни, перекриття або гільзи (футляри).

При встановленні кранів на вертикальних і горизонтальних газопроводах вісь пробки крана повинна бути паралельною стіні, упорною гайкою – від стіни; при цьому пробка крана повинна мати обмежувач, який допускає поворот її на 90 °, і лінію, що визначає положення крана. Крани повинні бути забезпечені накидними ключами.

Взаємне розташування газопроводів і електропроводів повинно задовольняти наступним вимогам:

- при відкритій прокладці електропроводу відстань його від стінки газопроводу повинна бути не менше 100 мм; при прокладці в ізольованих трубках допускається зменшення цієї відстані до 50 мм;

- при схованій прокладці відстань від стінки газопроводу до краю заробляння електропроводу повинна бути не менше 50 мм;

- у місцях перетину газопроводу з відкритою електропроводкою електропровід поміщають у гумову або ебонітову трубку, яка виступає на 100 мм з кожного боку газопроводу, з зароблянням кінців трубок ізоляційною стрічкою;

- прокладка газопроводу у загальних каналах з броньованим кабелем не допускається;

- газопроводи прокладають на відстані не менше 500 мм від відкрито прокладених електричних кабелів;

- за наявності в будівлі кабельного вводу газовий увід розташовують на відстані не менше 250 мм від кабельного вводу і покривають посиленою ізоляцією на ділянці від підлоги до точки, що розташована на 100 мм вище вводу кабелю;

- газопроводи розташовують на відстані не менше 500 мм від встановлених відкрито або у нішах освітлювальних коробок і запобіжників, групових щитів, лічильників, вимикачів і автоматів.

У місцях перетину газопроводів з водопровідними і каналізаційними трубопроводами відстань між трубами у світу повинна бути не менше 200 мм.

2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Для освоєння матеріалу дисципліни «Теплогазопостачання і вентиляція» крім аудиторної роботи значну увагу необхідно приділяти увагу самостійній роботі, до якої відносяться: вивчення додаткової літератури, робота з довідковими матеріалами, підготовка до практичних занять, підготовка до поточного та підсумкового контролю.

Самостійна навчальна робота студента полягає у формуванні професійних умінь і навичок для прийняття рішень під час конкретної роботи в реальних умовах, виховання потреби систематичного оновлення своїх знань і творчого їх застосування у практичній діяльності.

Таблиця 2.1 – Розподіл годин

Назва теми	Кількість годин	
	денна форма	заочна форма
Процеси зміни тепловологісного стану повітря у приміщенні. Улаштування систем вентиляції.	3	5
Термічний опір огорожуючих конструкцій будівель.	3	5
Тепловий баланс приміщень.	2	5
Теплові мережі та їх обладнання.	2	5
Приєднання споживачів до теплових мереж. Теплові пункти.	2	5
Улаштування систем газопостачання.	2	5
Процеси зміни тепловологісного стану повітря у приміщенні. Улаштування систем вентиляції.	2	4
Термічний опір огорожуючих конструкцій будівель.	2	4
Системи газопостачання	2	4
Разом	20	42

Контрольні запитання для самостійної роботи студентів до теми 4,5

1. Накреслити схему чотирьохтрубній системи теплових мереж. Перерахувати основні елементи системи.
2. Енергозбереження в системах теплопостачання.
3. Накреслити схему двотрубною системи теплових мереж. Перерахувати основні елементи системи.
4. Проаналізувати і перерахувати основні переваги та недоліки централізованого теплопостачання від ТЕЦ в порівнянні з котельнями (топковим).

5. Перерахувати основні способи прокладки теплових мереж. Проаналізувати переваги і недоліки кожного способу.

6. Накреслити схему прохідного каналу (колектора). Які комунікації допускається прокладати в колекторі разом з тепловими мережами?

7. Перерахувати основне обладнання котельні і його призначення.

8. Накреслити схему непрохідного каналу. Проаналізувати основні переваги та недоліки прокладки теплових мереж в непрохідному каналі.

9. Для чого в системах теплопостачання застосовують деаерацію води?

10. Основні елементи теплових мереж

11. Проаналізувати заходи і пристрої, які зменшують внутрішню корозію і накип в системах теплопостачання.

12. Основне устаткування ТЕЦ.

13. Напрямки енергозбереження в системах теплопостачання.

14. Надземна прокладка теплових мереж.

15. Накип в системах теплопостачання. Накреслити схему фільтра для пом'якшення води.

16. Проаналізувати основні переваги та недоліки безканалової прокладки теплових мереж.

17. Застосування азбестоцементних труб для теплових мереж.

18. Наведіть відмінності опалювальної котельні від топкової.

19. Перерахуйте основне обладнання котельні.

20. Які комунікації допускається прокладати в колекторі разом з тепловими мережами?

21. Призначення і обладнання ЦТП.

22. Проаналізувати застосування однострубних, двотрубних, трехтрубного і чотиритрубних теплових мереж. Накреслити схему двотрубних теплових мереж.

23. Основні вимоги до трубопроводів систем теплопостачання.

24. Проаналізуйте екологічні наслідки переходу групи будівель в місті Харкові з централізованого теплопостачання на індивідуальні дахові котельні.

25. Класифікація систем теплопостачання. Проаналізувати вимоги до природної системи вентиляції.

Контрольні запитання для самостійної роботи до теми 6, 9

1. Класифікація природних газів.

2. Які горючі компоненти входять до складу газів, які використовуються для газопостачання міст?

3. Дати обґрунтування переваг зріджених вуглеводневих газів при використанні їх для газопостачання міст та селищ.

4. Чому пропан-бутанові суміші є основним видом зріджених вуглеводневих газів?

5. Класифікація газопроводів по тиску.

6. Пристрій зовнішніх газопроводів.

7. Капітальні вкладення, експлуатаційні і приведені витрати для елементів систем газопостачання.

8. Обґрунтувати залежності капітальних вкладень в мережі високого та низького тиску і ГРП від радіуса дії ГРП.

9. Сформулювати поняття числа годин використання максимуму витрат газу і викласти методику визначення максимального-годинних витрат, які базуються на цьому понятті.

10. Вивести рівняння для розрахунку витрат тиску в газопроводах з урахуванням зміни щільності газу.

11. Пристрій будинкових газопроводів.

12. Привести класифікацію газових пальників.

13. Методи визначення розрахункових витрат газу при проектуванні систем газопостачання.

14. Які способи боротьби з утворенням кристалогідратів в газопроводах?

15. Яка причина ґрунтової корозії газопроводів?

16. Які основні шляхи підвищення надійності систем газопостачання?

17. Що таке проскакування полум'я?

18. Які причини виникнення нерівномірності споживання газу, її величини, методи згладжування нерівномірності?

19. Перерахувати основні споруди, що входять до міської системи розподілу газу.

20. Перерахувати склад обладнання, що входить до складу ГРП.

3 КОНТРОЛЬНА РОБОТА ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Варіант завдання приймається згідно з останньою цифрою залікової книжки.

Вибір типу ізоляції і розрахунок її товщини при безканальній прокладці трубопроводів теплових мереж.

Таблиця 3.1 – Дані для визначення витрати теплоти при двотрубному безканальній прокладці водяних теплових мереж за варіантами 0, 1, 2

Данні для розрахунку	Варіанти		
	0	1	2
Діаметр теплопроводів, мм	350	300	200
$\lambda_{гр}$, Вт/(м °С) – коефіцієнт теплопровідності ґрунта	1,74		
$t_{р.}$, °С – температура ґрунта	5		
H, м – глибина розміщення вісі трубопровода	1,5		
$\lambda_{із}$, Вт/(м °С) – коефіцієнт теплопровідності основного теплоізоляційного шару	0,045		
Товщина основного теплоізоляційного шару, мм	60		
K, мм – відстань між осями теплопроводу	700		
температура теплоносія:			
подаючий теплопровід t_1 , °С	90		
зворотній теплопровід t_2 , °С	50		

Таблиця 3.2 – Дані для визначення витрати теплоти при двотрубному безканальній прокладці водяних теплових мереж за варіантами 3, 4, 5

Данні для розрахунку	Варіанти		
	3	4	5
Діаметр теплопроводів, мм	250	350	400
$\lambda_{гр}$, Вт/(м °С) – коефіцієнт теплопровідності ґрунта	1,74		
$t_{р.}$, °С – температура ґрунта	5		
H, м – глибина розміщення вісі трубопровода	1,5		
$\lambda_{із}$, Вт/(м °С) – коефіцієнт теплопровідності основного теплоізоляційного шару	0,045		
Товщина основного теплоізоляційного шару, мм	60		
K, мм – відстань між осями теплопроводу	700		
Температура теплоносія:			
подаючий теплопровід t_1 , °С	90		
зворотній теплопровід t_2 , °С	50		

Таблиця 3.3 – Дані для визначення витрати теплоти при двотрубному безканалній прокладці водяних теплових мереж за варіантами 6, 7, 8, 9

Данні для розрахунку	Варіанти			
	6	7	8	9
Діаметр теплопроводів, мм	500	600	700	800
$\lambda_{гр}$, Вт/(м °С) – коефіцієнт теплопровідності ґрунта	1,74			
$t_{р.}$, °С – температура ґрунта	5			
H, м – глибина розміщення вісі трубопроводу	1,5			
$\lambda_{із}$, Вт/(м °С) – коефіцієнт теплопровідності основного теплоізоляційного шару	0,045			
Товщина основного теплоізоляційного шару, мм	60			
K, мм – відстань між осями теплопроводу	700			
температура теплоносія:				
подаючий теплопровід t_1 , °С	90			
зворотній теплопровід t_2 , °С	50			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-22-2002. Інженерне обладнання будинків і споруд . Зовнішні мережі гарячого водопостачання та водяного опалення з використанням труб зі структурованого поліетилену з тепловою ізоляцією із спіненого поліетилену і захисною гофрованою поліетиленовою оболонкою. Том 1, 2. – Київ : Держбуд України, 2003 – 36 с.
2. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013 – 310 с.
3. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01] – Київ : Мінрегіон України, 2013 – 219 с.
4. ДБН Д. 2.2-24-99. Сборник 24.Теплоснабжение и газопроводы – наружные сети. [Чинний від 2000-01-01] – Киев : Госстрой Украины, 2000 – 69 с.
5. ДБН Д2.4-16-2000. Збірник 16. Зовнішні інженерні мережі. [Чинний від 2000-01-10] – Київ : Держбуд України, 2000 – 41 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова Ізоляція будівель. // Мінбуд України. – Київ : Укрархбудінформ, 2006. – 65 с.
9. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди Проектування висотних житлових і громадських будинків. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 114 с.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Мінрегіонбуд України. – Київ : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
13. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 173 с.
14. ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання. – Київ : Мінрегіон України, 2001. – 150 с.
15. Городские инженерные сети и коллекторы / [М. И. Алексеев, В. Д. Дмитриев. и др]. – Л. : Стройиздат, 1990. – 384 с.
16. Бережнов І. О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж / І. О. Бережнов, М. О. Шульга. – Київ : НМК ВО , 1992. – 124 с.
17. Дмитриев М. И. Городские инженерные сети / М. И. Дмитриев. – М. : Стройиздат, 1998. – 176 с.
18. Шульга М. О. Енергопостачання міст / М. О. Шульга, І. О. Бережнов. – Київ : І СДО, 1993. - 228 с.
19. Пешехонов Н. И. Проектирование теплоснабжения / Н. И. Пешехонов. – Киев : Вища школа. Головне вид-во, 1982. - 328 с.

Виробничо-практичне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи, проведення практичних занять
і виконання розрахунково-графічних робіт
з навчальної дисципліни

«ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ»

*(для здобувачів 3 та 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності
192 – Будівництво та цивільна інженерія освітніх програм
«Промислове та цивільне будівництво»,
«Міське будівництво та господарство» та «Цивільна інженерія»)*

Укладачі: канд. техн. наук, доц. О. М. Малявіна,
асист. В. А. Міланко

Відповідальний за випуск *О. М. Малявіна*

Технічний редактор *О. В. Михайленко*

Комп'ютерне верстання *О. М. Малявіна*

План 2021, поз.133М

Підп. до друку 17.03.2021. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 2,3

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.