

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Технічна теплофізика»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсової роботи
“Розрахунок системи теплопостачання району”**

з дисциплін “Джерела і системи теплопостачання” і “Теплові мережі”

(для студентів груп ПТТ, ТПпр)

Розглянуто
на засіданні кафедри
«Технічна теплофізика»,
протокол № 10 від 03.03.2008 р.

Затверджено
на засіданні навчально-
видавничої ради ДонНТУ
протокол № від

Донецьк ДонНТУ – 2008

УДК 669.041

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисциплін “Джерела і системи тепlopостачання” і “Теплові мережі” / Бірюков О.Б., Кравцов В. В., Дробишевська І.П. - Донецьк: ДонНТУ, 2008. - 22 с.

Методичні вказівки містять методику розрахунку витрат тепла на тепlopостачання, вентиляцію і гаряче водопостачання житлових і громадських будівель, методику побудови п'єзометричних графіків і розрахунків допоміжного устаткування теплової мережі.

Уклали

доц., к.т.н. О.Б. Бірюков
проф., д.т.н. В.В. Кравцов
асист. Дробишевська І.П.

Рецензент

доц., к.т.н. С.В. Грідін

ЗМІСТ

1 ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ	4
2 РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ТЕПЛА НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ І ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ, ГРОМАДСЬКИХ, ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ	5
2.1 Розрахунок витрати тепла житловими будівлями	5
2.2 Розрахунок витрати тепла громадськими будівлями	7
3 РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ	9
4 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ У СПОЖИВАЧА ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ	10
5 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ	11
6 П'ЄЗОМЕТРИЧНИЙ ГРАФІК	14
7 РОЗРАХУНОК ЕЛЕВАТОРА ЗМІШАННЯ ДЛЯ ОДНІЄЇ СЕКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	16
8 РОЗРАХУНОК СПАДУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ ПО ТЕПЛОТРАСІ	18
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ	20
ДОДАТОК А ІНДИВІДУАЛЬНІ ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	21

1 ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

Студенту необхідно розрахувати систему теплопостачання теплового району міста на основі індивідуальних та загальних вихідних даних.

Індивідуальні вихідні дані наведено в Додатку А. Загальні для всіх варіантів вихідні дані наведено нижче.

Загальні вихідні дані для всіх варіантів.

1. Довжина 1 секції житлової будівлі – 24м;
2. Ширина 1 секції житлової будівлі – 12м;
3. Висота 1 поверху – 3м;
4. Житлова площа 1 секції житлової будівлі – 1134м²;
5. Кількість мешканців у 1 секції житлової будівлі – 126 чоловік;
6. Об'ємний коефіцієнт житлової будівлі – $K_2=6,3\text{м}^3/\text{м}^2$;
7. Кількість поверхів житлової будівлі – 9;
8. Вентиляція житлових будівель не передбачена;
9. Коефіцієнт засклення житлових будівель і поліклініки – $d=0,3$;
10. Коефіцієнт засклення школи, торгівельного і громадсько-побутового центру – $d=0,5$;
11. На трубопроводах теплової мережі встановлені наступні місцеві опори:
 - а) засувки на початку і кінці кожної ділянки прямої і зворотної ліній;
 - б) 5 П-подібних компенсаторів на кожен 1 км довжини трубопроводу.

Задачі розрахунку:

1. Визначити витрати тепла для системи опалення, вентиляції і гарячого водопостачання житлових і громадських будівель.
2. Побудувати температурний графік регулювання теплового навантаження.
3. Розрахувати витрати води у споживачів.
4. Виконати гідравлічний розрахунок теплової мережі.
5. Розрахувати елеватор змішання для 1 секції житлового будинку.
6. Виконати розрахунок спаду температури теплоносія по теплотрасі.

2 РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ТЕПЛА НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ І ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ, ГРОМАДСЬКИХ, ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Розрахунок витрати тепла житловими будівлями

2.1.1 Опалення

Годинну розрахункову витрату тепла на опалення окремого будинку $Q_{оп}$ визначають з теплового балансу будівлі, кДж/год:

$$Q_{оп} = 1,1 \cdot (Q_{но} - Q_{вн}), \quad (1)$$

де 1,1 - коефіцієнт, що враховує додаткові втрати тепла в місцевій системі опалення (БНіП II-33-75);

$Q_{но}$ - витрати тепла через зовнішні огороження будівлі, кДж/год ;

$Q_{вн}$ - теплові виділення усередині будинку, кДж/год.

Витрати тепла через зовнішні огороження будівлі

Вихідними даними для визначення складових теплового балансу будівлі служить одна з його будівельних характеристик (житлова площа $F_{ж}$, корисна площа $F_{п}$, об'єм будинку за зовнішнім контуром $V_{н}$) або число мешканців N .

Для розрахунку зручно використовувати об'єм будинку за зовнішнім контуром $V_{н}$, що визначається в залежності від його геометричних розмірів. В цій роботі вважаємо, що всі громадські і житлові будівлі виконано у формі паралелепіпеда.

Розрахункові витрати тепла через зовнішні огороження розраховуємо за наступною формулою:

$$Q_{н.о} = V_{н} \cdot q_{н.о} \cdot (t_{вр} - t_{но}), \quad (2)$$

де $q_{н.о}$ - питомі втрати тепла через зовнішні огороження будівлі, віднесені до 1 м^3 його об'єму і 1°C різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря, кДж/($\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}$);

$t_{вр}$ – усереднена розрахункова температура внутрішнього повітря опалювальних приміщень, $^\circ\text{C}$

$t_{но}$ – розрахункове значення зовнішньої температури для опалення, $^\circ\text{C}$;

Значення розрахункової температури внутрішнього повітря залежить від призначення будівлі. Значення цієї величини для деяких видів будівель наведено нижче:

Призначення будівлі	$t_{вр}, ^\circ\text{C}$
Житлові будівлі, готелі, гуртожитки, адміністративні будівлі	+18
Навчальні заклади, загальноосвітні школи,	

школи-інтернати, лабораторії, підприємства	
громадського харчування, клуби, будинки культури	+16
Театри, магазини, пральні, пожежне депо	+15
Кінотеатри.....	+14
Гаражі	+10
Дитячі ясла-сади, поліклініки, амбулаторії, диспансери, лікарні	+20
Бані	+25

В якості розрахункового значення зовнішньої температури для опалення $t_{нo}$ беруть не мінімальне значення зовнішньої температури, а більш високе значення, що дорівнює середній температурі найбільш холодних п'ятиднівок, узятих з восьми найбільш холодних зим за 50-літній період.

У додатку 1 [1] приведені розрахункові зовнішні температури для ряду міст України. Для пунктів, не зазначених у даному додатку, розрахункова температура може бути орієнтовно прийнята на підставі карти кліматичного районування, приведеної на рис. 2.1 [1]. В цій роботі приймаємо $t_{нo}$ рівним $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Приблизне значення $q_{н.o}$ для типових будинків форми паралелепіпеда можна знайти за допомогою рівняння

$$q_{н.o}^{реп} \approx 1,1 + \frac{4}{H} + 160 \cdot \frac{H}{V_H} \quad (3)$$

Знайдене за формулою (3) значення $q_{н.o}^{реп}$ є реперними і відповідає прийнятому в розрахунковій практиці значенню реперної температури зовнішнього повітря $t_{нo}^p = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для будівель, що знаходяться в кліматичних зонах з розрахунковою зовнішньою температурою для опалення $t_{нo}$ відмінною від реперної зовнішньої температури, тобто при $t_{нo} \neq -30\text{ }^{\circ}\text{C}$, значення $q_{нo}$ знаходять за формулою:

$$q_{н.o} = q_{н.o}^{реп} \cdot \beta_t \quad (4)$$

де β_t - температурний коефіцієнт, що враховує зміну термічного опору зовнішніх стін у залежності від $t_{нo}$.

$t_{нo}$	$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-40\text{ }^{\circ}\text{C}$
β_t	1,2	1,1	1,0	0,9

(5)

Внутрішні тепловиділення

До внутрішніх (побутових) тепловиділень відносять тепло, що виділяється самими мешканцями і різного роду побутовими приладами. Загальні тепловиділення в будівлі $Q_{вн}$, кДж/год, знаходять за наступною формулою:

$$Q_{\text{вн}} = F_{\text{ж}} \cdot q_{\text{вн}}, \quad (6)$$

де $F_{\text{ж}}$ – житлова площа будівлі, м^2 ;

$q_{\text{вн}}$ – щільність внутрішніх тепловиділень (в цій роботі прийняти значення цієї величини для житлових будівель в діапазоні $15\text{-}30 \text{ Вт/м}^2$), $\text{кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

2.1.2 Гаряче водопостачання

Середньогодинна витрата тепла на гаряче водопостачання на добу опалювального періоду, кДж/год , визначають, згідно з виразом.

$$Q_{\text{г.ср}} = N \cdot q_{\text{доб.ср}} \cdot c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{х}}) \cdot (1 + \beta_{\text{г}}) / 24 \quad (7)$$

де N - кількість мешканців;

$q_{\text{доб.ср}}$ - витрата гарячої води одним мешканцем на добу опалювального сезону, $\text{кг}/(\text{доб. мешкан.})$ (у нормах ця витрата дана в $\text{л}/(\text{доб. мешкан.})$, але при щільності води $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ чисельні значення $\text{л}/(\text{доб. мешкан.})$ і $\text{кг}/(\text{доб. мешкан.})$ збігаються). Прийняти для житлових будинків $q_{\text{доб.ср}}$ рівним $110 \text{ кг}/(\text{доб. мешкан.})$;

c - питома теплоємність води, рівна $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$;

$t_{\text{г}}$ - середня температура води у водорозбірних стояках систем гарячого водопостачання, прийнята рівній 55°C ;

$t_{\text{х}}$ - температура холодної води у водопроводі, прийнята при відсутності особливих вказівок у завданні для проектування рівній 5°C ;

Значення $\beta_{\text{г}}$ приймаємо рівним $0,1$.

2.2 Розрахунок витрати тепла громадськими будівлями

2.2.1 Опалення

Годинна витрата тепла на опалення окремої громадської будівлі, $\text{кДж}/\text{год}$, визначається таким же чином як і для житлових будівель. Щільність внутрішніх тепловиділень прийняти рівною нулю.

2.2.2.Вентиляція

Витрату тепла на підігрів приточного повітря $Q_{\text{в}}$, кДж/год , приблизно знаходять, за формулою:

$$Q_{\text{в}} = V_{\text{н}} \cdot q_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вп}} - t_{\text{нв}}), \quad (8)$$

де q_v - вентиляційно-теплова характеристика будівлі, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot \text{°C})$.

Фізичний зміст вентиляційно-теплової характеристики будівлі розкривається виразом:

$$q_v = m \cdot n \cdot c,$$

де $m = V_B / V_H$ - коефіцієнт, що дорівнює відношенню вентилязованого об'єму будівлі V_B до об'єму будівлі за зовнішнім обмірюванням V_H ;

n - середня кратність повітрообміну у вентилязованих приміщеннях, год^{-1} ;

c - питома об'ємна теплоємність повітря, що дорівнює $1,26 \text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$;

$t_{\text{нв}}$ – розрахункова для вентиляції температура зовнішнього повітря (в цій роботі приймаємо значення цієї величини -7°C), °C .

Значення вентиляційно-теплової характеристики будівлі для всіх громадських будівель прийняти в діапазоні $q_v = 1 \dots 1,2 \text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot \text{°C})$.

2.2.3. Гаряче водопостачання

Споживання гарячої води в громадських будівлях відрізняється за величиною і залежить в основному від призначення будівлі.

$$Q_{\text{г.сп}} = N \cdot q_{\text{доб.сп}} \cdot c \cdot (t_{\text{Г}} - t_{\text{Х}}) \cdot (1 + \beta_{\text{Г}}) / 24 \quad (9)$$

Норми витрати гарячої води на 1 особу для кожного з типів громадської будівлі $q_{\text{доб.сп}}$ необхідно самостійно знайти в довідковій літературі, наприклад, в додатку 4 [1].

Інші величини в виразі (9) мають таке ж значення, як і при обчисленні витрат тепла на гаряче водопостачання житлових будинків за формулою (7).

Для систематизації результатів всіх розрахунків по розділу 2 рекомендується скористатися таблицею 2.1, в якій необхідно навести розраховані витрати тепла споживачами.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку витрати тепла різними споживачами

Назва споживача	Витрата тепла на опалення, $\text{кДж}/\text{год}$	Витрата тепла на гаряче водопостачання, $\text{кДж}/\text{год}$	Витрата тепла на вентиляцію, $\text{кДж}/\text{год}$	Ітого, $\text{кДж}/\text{год}$
1	2	3	4	5
2-ох секційні житлові будинки				

1	2	3	4	5
3-ох секційні житлові будинки				
...				
Школа				
Ітого				

3 РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Опалення є в більшості випадків основним видом теплового навантаження.

Частина інших видів теплового навантаження, як наприклад, гаряче водопостачання, вентиляція у період опалювального сезону звичайно істотно нижче опалювального навантаження. Тому в основі центрального регулювання часто закладається закон зміни опалювального навантаження від температури зовнішнього повітря.

Поточне значення теплового навантаження опалення визначають за наступним виразом:

$$Q_{\text{оп}}^T = q_0 V_H (t_{\text{вр}} - t_{\text{н}}^T), \text{ Вт} \quad (10)$$

де q_0 – питомі теплові втрати будівель (опалювальна характеристика будинку), Вт/м³°С;

$t_{\text{вр}}$ – розрахункова температура усередині приміщення, °С;

$t_{\text{н}}^T$ – поточне значення температури зовнішнього повітря, °С;

V_H – об'єм будівлі за зовнішнім обмірюванням, м³.

Частина поточного значення теплового навантаження ($Q_{\text{оп}}^T$) від розрахункового максимального теплового навантаження ($Q_{\text{оп}}$) при поточному значенні температури зовнішнього повітря:

$$\bar{Q}_o = \frac{Q_{\text{оп}}^T}{Q_{\text{оп}}} = \frac{(t_{\text{вр}} - t_{\text{н}}^T)}{(t_{\text{вр}} - t_{\text{но}})}, \text{ Вт} \quad (11)$$

Частину поточного значення теплового навантаження від розрахункового максимального теплового навантаження прийнято називати безрозмірним поточним тепловим навантаженням.

Чим нижче температура зовнішнього повітря, тим вище безрозмірне поточне теплове навантаження. При поточному значенні температури зовнішнього повітря рівному розрахунковому значенню зовнішньої температури для опалення безрозмірне поточне теплове навантаження дорівнює одиниці.

За безрозмірним поточним тепловим навантаженням (яке було обчислено в залежності від поточного значення температури зовнішнього повітря $t_{н.}^t$) визначаємо температуру води в прямій і зворотній лінії мережі.

$$t_{пр} = t_{вр} + (t_{пр}^p - t_{вр}) (\bar{Q}_o)^n, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (12)$$

$$t_{обр} = t_{вр} + (t_{зв}^p - t_{вр}) (\bar{Q}_o)^n, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (13)$$

де $t_{пр}^p, t_{зв}^p$ – розрахункові температури води в прямій і зворотній лініях, $^\circ\text{C}$. На основі практичних даних в цій роботі приймаємо $t_{пр}^p = 150^\circ\text{C}$, $t_{зв}^p = 70^\circ\text{C}$.

Для установок (наприклад опалення) у яких коефіцієнт тепловіддачі α залежить від температури теплоносія $n=0,8$.

Необхідно обчислити значення безрозмірних поточних теплових навантажень і відповідних їм температур води в прямій та зворотній лініях для всього діапазону температур зовнішнього повітря, що може мати місце протягом опалювального сезону. Приймаємо в якості границь цього діапазону значення температур зовнішнього повітря $t_{но}$ (нижня границя) і $+8^\circ\text{C}$ (верхня границя). Розрахунки необхідно виконати через кожні два градуси Цельсія. Результати розрахунку зводимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Відносне навантаження опалення

Температура зовнішнього повітря $t_{н.от.} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\bar{Q}_o, \text{ Вт}$	$t_{пр}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{обр}, \text{ } ^\circ\text{C}$
1	2	3	4
$t_{но}$
...
0
...
+8

Для практичного регулювання теплового навантаження необхідно побудувати температурний графік залежності температур води у мережі в прямій і зворотній лініях від зовнішньої температури повітря і навести його в пояснювальній записці.

4 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ У СПОЖИВАЧА ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Основною вихідною величиною для гідравлічного розрахунку мережі є розрахункова витрата води G , кг/с, яка визначається наступним чином:

$$G = Q / (c \Delta t), \quad (14)$$

де Q – значення теплового навантаження, кВт

c – теплоємність води, кДж/(кг·К);

Δt – розрахункова різниця між температурами мережної води в прямій і зворотної лініях. При прийнятих значеннях $t_{\text{пр}}^p=150^\circ\text{C}$, $t_{\text{зв}}^p=70^\circ\text{C}$ вона дорівнює 80°C .

За допомогою виразу (14) необхідно обчислити витрату води для кожного споживача. А також сумарну витрату води для всіх споживачів району G_Σ . Студент повинен самостійно знайти рішення щодо найкращого представлення результатів розрахунку за цим розділом.

5 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Гідравлічний розрахунок є одним з найважливіших розділів проектування й експлуатації теплової мережі.

При проектуванні в задачу гідравлічного розрахунку входить:

- 1) визначення діаметрів трубопроводів;
- 2) визначення падіння тиску (напору);
- 3) визначення тисків (напорів) у різних точках мережі;
- 4) узгодження всіх точок системи при статичному і динамічному режимах з метою забезпечення припустимих тисків і необхідних напорів у мережі й абонентських системах.

Для проведення гідравлічного розрахунку повинні бути задані схема і профіль теплової мережі, зазначене розміщення станції і споживачів і розрахункові витрати теплоносія (рисунок 5.1).

В цій роботі необхідно виконати гідравлічний розрахунок двох участків теплової мережі: магістрального участку (запропоновано позначити його 0-1) і участку від кінця магістральної ділянки до найбільш удаленого споживача (запропоновано позначити його 1-6). В якості споживача приєднаного до кінця ділянки 1-6 студент довільно обирає будь-якого споживача з його розрахунковою витратою води. Витрата води через ділянку 0-1 дорівнює сумарній витраті води на тепловий район G_Σ , визначеній в попередньому розділі.

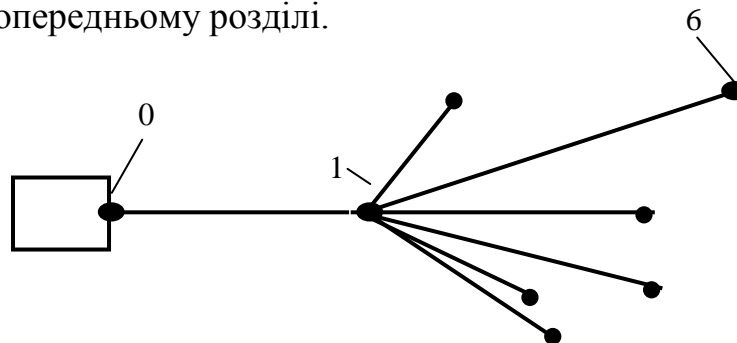


Рисунок 5.1 – Схема теплової мережі

Порядок гідравлічного розрахунку

Розрахунок кожної з ділянок складається з двох етапів: попереднього і перевірного.

Попередній розрахунок (на прикладі ділянки 0-1).

1. Частину місцевих втрат тиску визначаємо за формулою:

$$\alpha = 1,15 A_{\alpha}^B \frac{\sum \xi_{0-1}}{L_{0-1}} \sqrt{\frac{G_{0-1}}{\Delta p_{0-1} / L_{0-1}}}, \quad (15)$$

де $\sum \xi_{0-1}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці 0-1 (про особливості їх розташування наведено інформацію в загальних вихідних даних, конкретні значення місцевих опорів знаходимо з розрахункової літератури);

L_{0-1}, L_{1-6} – довжина відповідних ділянок трубопроводу, м;

G_{0-1} – витрата води на ділянці 0-1, кг/с;

A_{α}^B – коефіцієнт, значення якого надано в таблиці 5.1.

Δp_{0-1} – розташовуваний перепад тисків на ділянці 0-1, Па;

$$\Delta p_{0-1} = \frac{\Delta H_{\pi} \gamma L_{0-1}}{L_{0-1} + L_{1-6}}, \quad (16)$$

де γ - середня питома вага води, приймаємо $\gamma=9550$ Н/м³;

ΔH_{π} – втрата напору в прямій або зворотній магістралях м;

$$\Delta H_{\pi} = H_c - H_{\text{ост}},$$

де H_c – напір теплоносія між прямою та зворотною лініями теплової мережі на виході з котельні (в цій роботі прийняти 95 м), м;

$H_{\text{ост}}$ – мінімальне значення напору у найбільш удаленого споживача (в цій роботі прийняти 15 м), м

Тобто втрата напору складає $\Delta H_{\pi}=(95-15)/2=40$ м.

При обчисленнях для ділянки 1-6 необхідно прийняти таке ж значення ΔH_{π} . В числівнику формули (16) замість L_{0-1} підставляємо L_{1-6} , займенник лишається незмінним.

2. Визначаємо питома лінійне падіння тиску за формулою:

$$R_{\pi} = \Delta p_{0-1} / [L_{0-1}(1+\alpha)], \text{ Па/м} \quad (17)$$

3. Визначаємо діаметр трубопроводу з припущення його роботи в квадратичній області за формулою:

$$d=A_d^B G^{0,38} / R_{л}^{0,19}, \text{ м} \quad (18)$$

Таблиця 5.1-Значення коефіцієнтів для гідравлічного розрахунку

Коефіцієнт	Розмірність	Вираз	Абсолютна еквівалентна шорсткість k_3 , м
			0,0005
1	2	3	4
A_R^B	$\text{м}^{3,25}/\text{кг}$	$0,0894 \frac{k_3^{0,25}}{\rho}$	$13,62 \cdot 10^{-6}$
A_d^B	$\text{м}^{0,62}/\text{кг}^{0,19}$	$0,63 \frac{k_3^{0,0475}}{\rho^{0,19}}$	$117 \cdot 10^{-3}$
A_G^B	$\text{кг}^{0,5}/\text{м}^{1,625}$	$\frac{3,35 \rho^{0,5}}{k_3^{0,125}}$	269
A_α^B	$\text{м}^{0,53}/\text{кг}^{0,24}$	$\frac{5,1}{k_3^{0,19} \rho^{0,24}}$	3,82

Перевірочний розрахунок (на прикладі ділянки 0-1)

1. Округляємо попередньо розрахований діаметр до більшого з найближчих значень d' , наведених у стандарті. Таблиця стандартних діаметрів труб, застосовуваних при транспорті води і водяної пари, приведена в додатку 11[1].

2. Визначаємо питоме лінійне падіння тиску.

$$R'_{л} = A_R^B G^2 / d'^{5,25}, \text{ Па/м} \quad (19)$$

3. Визначаємо еквівалентну довжину місцевих опорів ділянки 0-1:

$$L_{\varepsilon 0-1} = A_L \sum \xi_{0-1} d^{1,25}, \text{ м} \quad (20)$$

$$A_L = 60,7 \text{ м}^{-0,25} \quad (21)$$

4. Визначаємо падіння тиску на ділянці 0-1:

$$\Delta p'_{0-1} = R'_{\text{л}}(L_{0-1} + L_{\varepsilon 0-1}), \text{ Па} \quad (22)$$

5. Втрата напору на ділянці 0-1:

$$\delta H'_{0-1} = \Delta p'_{0-1} / \gamma, \text{ м} \quad (23)$$

6. Оскільки втрати напору на ділянці 0-1 для прямої і зворотної ліній мережі однакові, то наявний напір у точці 1 теплової мережі:

$$\Delta H'_1 = H_c - 2\delta H'_{0-1}, \text{ м} \quad (24)$$

Розрахунок 0-1 магістралі на цьому закінчується.

Аналогічно розраховується ділянка магістралі 1-6.

При проведенні перевірного розрахунку для ділянки 1-6 в формулу (24) замість H_c (як це було для ділянки 0-1) підставляємо $\Delta H'_1$ тобто наявний напір в точці 1, а величина, що буде знайдена з цієї формули являє собою наявний напір в точці 6 $\Delta H'_6$. Якщо розрахунки виконано вірно його величина має бути не менше 15 м.

Результати розрахунку ділянок магістралі необхідно привести в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2-Гідрравлічний розрахунок ділянок магістралі.

№ участ-ка	G, кг/з	R _л , Па/м	d, мм	d', мм	R' _л , Па/м	L _ε , м	Δp', Па	δH', м	ΔH', м
0-1									
1-6									

6 П'ЄЗОМЕТРИЧНИЙ ГРАФІК

При проектуванні й експлуатації розгалужених теплових мереж широко використовується п'єзометричний графік, на якому у визначеному масштабі нанесено рельєф місцевості, висоту приєднаних будинків, напір у мережі; по ньому легко визначити напір (тиск) і наявний напір (перепад тиску) у будь-якій точці мережі й абонентських систем.

Основні вимоги до режиму тисків водяних теплових мереж за умови надійності роботи системи тепlopостачання зводяться до наступного:

1. Неперевищення припустимих тисків в устаткуванні джерела тепlopостачання, теплової мережі й абонентських установок. Припустимий надлишковий (понад атмосферного) тиск у сталевих трубопроводах і арматурі теплових мереж залежить від застосовуваного сортаменту труб і в більшості випадків складає 1,6 – 2,5 МПа.

2. Забезпечення надлишкового (понад атмосферного) тиску у всіх елементах системи тепlopостачання для попередження кавітації насосів (мережних, підживлюючих, змішувальних) і захисту системи тепlopостачання від підсмоктування повітря. Невиконання цієї вимоги приводить до корозії устаткування і порушення циркуляції води. Як мінімальне значення надлишкового тиску приймають 0,05 МПа (5 м вод. ст.).

3. Забезпечення нескипання води при гідродинамічному режимі системи тепlopостачання, тобто при циркуляції води в системі.

В усіх точках системи тепlopостачання повинен підтримуватися тиск, що перевищує тиск насичення водяної пари при температурі води в системі.

На рисунку 6.1 приведені схема і п'єзометричний графік двохтрубної теплової мережі.

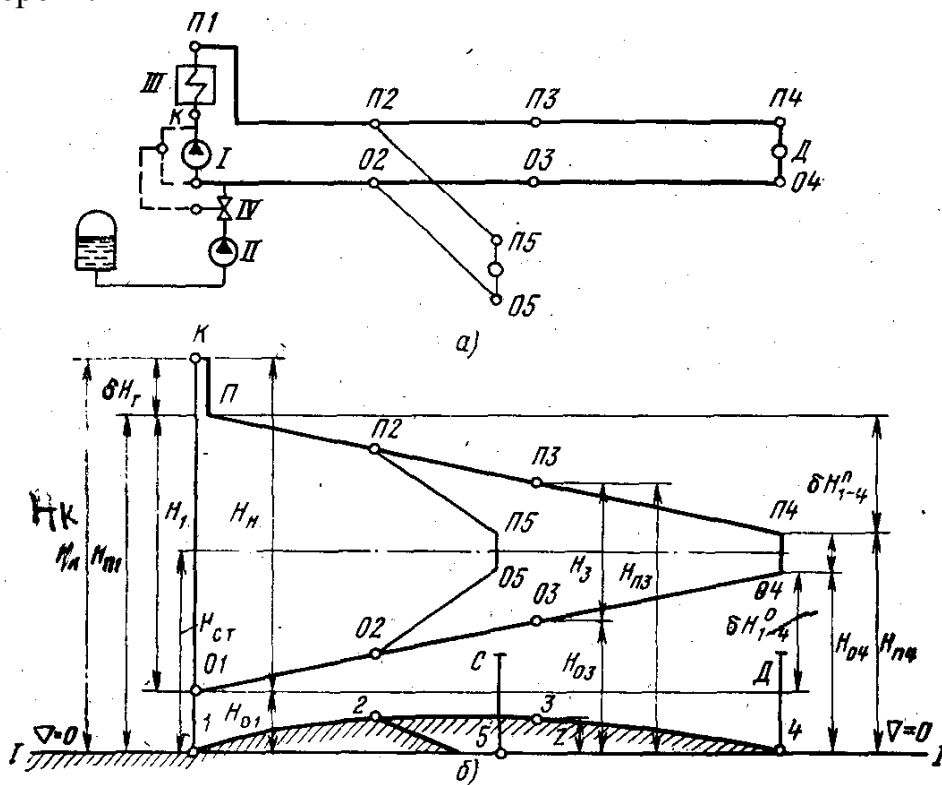


Рисунок 6.1 – Схема (а) і п'єзометричний графік (б) двохтрубної теплової мережі.

За горизонтальну площину відліку напорів прийнятий рівень 1-1, що має горизонтальну відмітку O ; $\Pi_1 - \Pi_4$ - графік напорів лінії мережі, що подає; $O_1 - O_4$ - графік напорів зворотної лінії мережі; H_{o1} - повний напір на зворотному колекторі джерела теплопостачання; H_n - напір, що розвивається мережним насосом I; $H_{ст}$ - повний напір, що розвивається підживлюючим насосом (повний статичний напір у тепловій мережі) прийняти рівним 50 м; H_k - повний напір у точці K на нагнітальному патрубку мережного насоса I; δH_T - втрата напору мережної води в теплопідготовчій установці III; $H_{п1}$ - повний напір на колекторі джерела теплопостачання, що подає; $H_{п1} = H_k - H_T$. Наявний напір мережної води на колекторі ТЕЦ $H_1 = H_{п1} - H_{o1}$. Напір у будь-якій точці теплової мережі, наприклад, у точці 3, позначається в такий спосіб: $H_{п3}$ - повний напір у точці 3 лінії мережі, що подає, H_{o3} - повний напір у точці 3 зворотної лінії мережі.

Якщо геодезична висота осі трубопроводу над площиною відліку в цій точці мережі дорівнює Z_3 , то п'єзометричний напір у точці 3 лінії, що подає, дорівнює $H_{п3} - Z_3$, а п'єзометричний напір у зворотній лінії $H_{o3} - Z_3$. Наявний напір у точці 3 теплової мережі дорівнює різниці п'єзометричних напорів в прямій і зворотній лініях теплової мережі, або, що те ж саме, різниці повних напорів $H_3 = H_{п3} - H_{o3}$. Наявний напір у тепловій мережі у вузлі приєднання абонента D: $H_4 = H_{п4} - H_{o4}$, де $H_{п4}$ і H_{o4} - повні напори в прямій і зворотній лініях теплової мережі в точці 4. Втрата напору в лінії теплової мережі, що подає, на ділянці між колектором джерела теплопостачання й абонентом D ($H_{п1-4} = H_{п1} - H_{п4}$).

Утрата напору в зворотній лінії на цій ділянці теплової мережі $\delta H_{o4} = H_{o4} - H_{o1}$.

При роботі мережного насоса I напір $H_{ст}$, що розвивається підживлюючим насосом II, дроселюється регулятором тиску IV до H_{o1} .

При зупинці мережного насоса I у тепловій мережі встановлюється статичний тиск $H_{ст}$, що розвивається підживлюючим насосом.

7 РОЗРАХУНОК ЕЛЕВАТОРА ЗМІШЕННЯ ДЛЯ ОДНІЄЇ СЕКЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Схема опалювального абонентського введення зі змішанням приведена на рисунку 7.1.

Стандартну конструкцію елеватора зручно підбирати за діаметром горловини d_3 , тому що він визначає всі розміри елеватора.

Діаметр горловини елеватора:

$$d_3 = A \frac{G_3^{0,5}}{\Delta p_{см}^{0,25}}, \quad (25)$$

де Δp_c – напір, що створюється елеватором (приймається 1,5-2 м.в ст.), Па;

G_3 – витрата води через горловину елеватора, кг/с;

A – коефіцієнт, що залежить від коефіцієнтів втрат, коефіцієнта ежекції і щільності води, приймаємо його рівним 0,16...0...0,167.

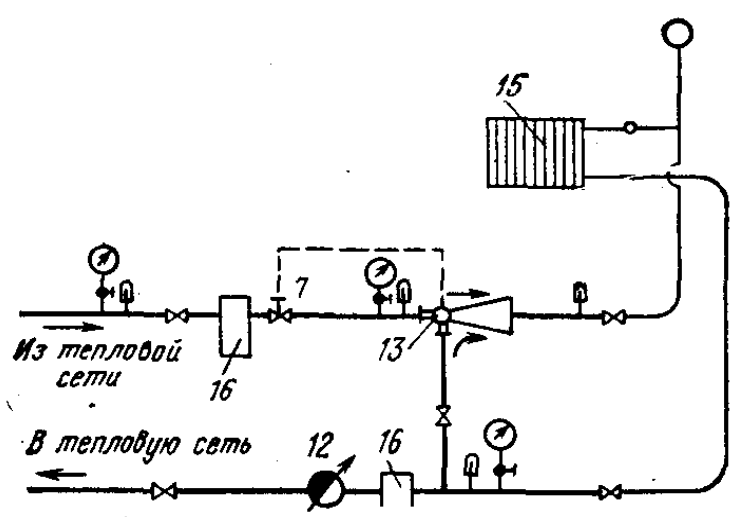


Рисунок 7.1-Вузол приєднання опалювальної установки до теплової мережі за залежною схемою зі струминним змішанням.

Витрата тепла через горловину елеватора визначається за наступним виразом:

$$G_3 = G_{от}^I \cdot (1 + u),$$

де $G_{от}^I$ – розрахункова витрата тепла на опалення однієї секції житлового будинку, кг/с;

u – масовий коефіцієнт ежекції (змішання), приймаємо рівним 2,2.

Виходячи зі значення діаметру d_3 , визначаємо площу перерізу камери змішання F_3 .

За знайденим значенням d_3 (округлення робимо в найближчу сторону) вибираємо номер елеватора в роботі [1].

Площа перерізу сопла:

$$F_1 = \frac{F_3}{k(1 + u)^2 - k_2 u^2}, \quad (26)$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати енергії на тертя в камері змішання, втрати енергії в дифузорі і нерівномірність швидкісного поля, приймаємо рівним 1,2...1,4;

k_2 – коефіцієнт, що враховує втрати енергії в усмоктувальному

колекторі і вплив форми камери змішення на ці втрати, приймаємо рівним 0,87...0...0,95.

З формули 26 визначаємо d_1 .

Необхідний наявний перепад тисків у тепловій мережі:

$$\Delta p_p = \Delta p_{cm} \frac{F_3 / F_1}{\mu_c^2}, \quad (27)$$

де μ_c – коефіцієнт витрати сопла, приймаємо 0,95...0...0,97

8 РОЗРАХУНОК СПАДУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ ПО ТЕПЛОТРАСІ

У процесі руху по теплопроводу ентальпія теплоносія падає. Внаслідок цього відбувається спад температури теплоносія вздовж теплопроводу, а при транспорті насиченої пари випадає конденсат. Для коротких теплопроводів, коли очікуваний спад температури не перевищує 3—4% від значення температури на початку ділянки, розрахунок може проводитися в припущенні сталості питомих теплових утрат.

Кожен студент виконує цей розрахунок для ділянки 0-1.

Рівняння теплового балансу в цьому випадку має вид:

$$G_{\Sigma} c (t_1 - t_2) = q L_{0-1} (1 + \beta) \quad (28)$$

де G_{Σ} — витрата теплоносія на ділянці, кг/с;

c — теплоємність теплоносія, кДж/(кг·К);

t_1 і t_2 — температури теплоносія на початку і кінці ділянки, (t_1 приймаємо рівною 150 °С), °С;

L_{0-1} — довжина ділянки 0-1, м;

q — питомі лінійні теплові втрати, Вт/м;

β — коефіцієнт місцевих втрат тепла, 0,2-0,3, враховує втрати тепла на неізольованих ділянках трубопроводу.

Питомі лінійні теплові втрати визначаємо за допомогою наступного виразу.

$$q = (t_1 - t_0) / R \quad (29)$$

t_0 — температура навколишнього середовища, °С, приймаємо рівній -30°С;

R — сумарний термічний опір теплопроводу, м²К/Вт.

$$R = R_i + R_3, \quad (30)$$

R_i - термічний опір ізоляції;

R_3 - термічний опір зовнішньої поверхні ізоляції.

Термічний опір ізоляції визначається за наступним виразом:

$$R_i = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}, \quad (31)$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності ізоляції, приймаємо рівним 0,065-0,074 Вт/мК;

d_1, d_2 – внутрішній і зовнішній діаметри шару ізоляції.

Термічний опір зовнішньої поверхні ізоляції визначається за наступним виразом:

$$R_n = 1/\alpha_k \quad (32)$$

$$\alpha_k = 1,16 \sqrt[4]{(t - t_o)/d_2}$$

Шукану величину температури теплоносія в кінці ділянки 0-1 визначаємо за допомогою наступного виразу, який було отримано з рівняння (28)

$$t_2 = t_1 - qL_{0-1}(1+\beta)/(G_{\Sigma}c). \quad (33)$$

Розрахунок спаду температури теплоносія необхідно провести для трьох значень товщини шару ізоляції 40, 50, 60 мм.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.– М.: Энергоиздат, 1982.– 360с.
2. Теплотехнический справочник. Том 2 / Под общей ред. В.Н.Юренева и П.Д. Лебедева. – М.: Энергия, 1976. – 896 с.
3. Курбатов Ю.Л., Шелудченко В.І., Кравцов В.В. Технічна механіка рідини і газу: Навчальний посібник.- Севастополь: “Вебер”, 2003. – 223с.

Додаток А
Індивідуальні вихідні дані для виконання курсової роботи

№ вар	Кількість секцій, житлових будинків			Індивідуальні вихідні дані для розрахунку Школа			Торгівельний центр			Громадсько-побутовий центр			Поліклініка			Довжина ділянок, м	
	2-х секційних	3-х секційних	4-х секційних	Зовнішній об'єм V_H м ³	Висота будівлі Н м	Кіл. учнів $N_{уч}$ чол.	Зовнішній об'єм V_H м ³	Висота будівлі Н м	Кіл. робочих місць $N_{рм}$ чол.	Зовнішній об'єм V_H м ³	Висота будівлі Н м	Кіл. відвідувачів $N_{п}$ чол.	Зовнішній об'єм V_H м ³	Висота будівлі Н м	Кіл. хворих, N_6 чол.	L_{0-1}	L_{1-6}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	10	23	9	7000	8	1060	7520	5	41	4300	7	81	4800	6	310	2900	310
2	14	8	16	6824	8	1120	8480	5	59	4700	7	119	5200	6	398	2100	500
3	7	20	13	7196	8	1200	7560	5	42	4500	7	82	5180	6	365	2800	490
4	11	18	10	6900	8	1320	8460	5	58	4320	7	115	4820	6	378	2200	320
5	16	12	7	7200	8	1180	7580	5	43	4790	7	84	5100	6	321	2700	480
6	12	10	18	6944	8	1010	8440	5	57	4200	7	113	4900	6	366	2300	330
7	8	17	15	6866	8	1380	7560	5	44	4350	7	96	4880	6	387	2600	470
8	15	12	23	7120	8	1190	8420	5	56	4750	7	110	5120	6	366	2400	340
9	19	9	14	7004	8	1130	7600	5	45	4400	7	95	5130	6	311	2500	460
10	20	4	16	6983	8	1080	8400	5	55	4450	7	105	4860	6	374	2150	350
11	16	13	18	6852	8	1090	7610	5	44	4630	7	90	5150	6	365	2250	450
12	14	17	6	7104	8	1190	8390	5	54	4570	7	100	4980	6	369	2350	360
13	8	17	15	7158	8	1170	7630	5	45	4480	7	97	5130	6	397	2000	300

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
14	13	21	8	7050	8	1220	8350	5	53	4670	7	113	5080	6	312	2450	440
15	14	22	5	7136	8	1250	7650	5	46	4580	7	95	5040	6	321	2550	370
16	12	18	10	6877	8	1170	8310	5	52	4610	7	102	5010	6	341	2650	430
17	13	7	19	7138	8	1400	7650	5	51	4590	7	96	4820	6	357	2750	380
18	10	20	10	7056	8	1230	8300	5	47	4620	7	101	5185	6	374	2850	420
19	15	8	17	6800	8	1140	7640	5	50	4600	7	97	4825	6	319	2950	390
20	13	7	20	6987	8	1150	8290	5	48	4660	7	100	5170	6	375	3000	410
21	11	18	12	7137	8	1210	7660	5	49	4585	7	98	4830	6	329	2955	400
22	12	6	22	6920	8	1240	8280	5	42	4675	7	99	5175	6	364	2655	405
23	9	14	18	7150	8	1310	7670	5	53	4625	7	109	5070	6	327	2555	415
24	10	15	15	6702	8	1330	8270	5	46	4630	7	106	5200	6	386	2455	425
25	8	16	13	7000	8	1200	7680	5	55	4635	7	105	5075	6	351	2355	435