

**Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний університет імені Івана Франка**

Кафедра економіки, менеджменту, маркетингу
та готельно-ресторанної справи

**ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

з ІНЖЕНЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ

для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 241 Готельно-ресторанна справа

ЖИТОМИР – 2023

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол № 2 від 27.01.2023 р.)*

Рецензенти:

Дмитро Люлька – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого Національного університету харчових технологій;

Валентин Олішевський – доктор технічних наук, професор кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого Національного університету харчових технологій;

Інна Клімова – завідувач кафедри економіки, менеджменту, маркетингу та готельно-ресторанної справи

Інструктивно-методичні матеріали до практичних занять із освітньої компоненти «Інженерне обладнання будівель» для здобувачів першого(бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 241 Готельно-ресторанна справа. : Укладачі: Р. Якобчук, Т. Боцян – Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2023. – 130 с.

ЗМІСТ

Опис освітньої компоненти.....	4
Критерії оцінювання навчальних досягнень на практичному занятті.....	5
Практичне заняття № 1	6
Практичне заняття № 2	46
Практичне заняття № 3	86
Практичне заняття № 4	111
Практичне заняття № 5	112
Практичне заняття № 6	124
Практичне заняття № 7	125
Практичне заняття № 8	126
Практичне заняття № 9	127
Практичне заняття № 10	128
Рекомендована література.....	129

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ОПП рівень вищої освіти	Характеристика освітньої компоненти	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів –4	24 Сфера обслуговування	Обов'язкова	
	241 Готельно-ресторанна справа		
Модулів –2	Освітня програма: Готельно-ресторанна справа	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин - 120		2	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,9 самостійної роботи здобувача –4,1 год.	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	24 год.	-
		Практичні / Семінарські	
		26 год.	-
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		70 год.	-
		Індивідуальна робота	
-	-		
		Вид контролю: екзамен	

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ НА ПРАКТИЧНОМУ ЗАНЯТТІ

Відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою» (https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf.) розроблені критерії оцінювання відповідей на теоретичні питання та виконання практичних завдань на практичних заняттях.

Поточний, модульний та підсумковий контроль дозволяють системно та об'єктивно оцінити академічні досягнення здобувачів за всіма видами навчальних робіт, передбаченими навчальною та робочою програмами, силабусом, інструктивно-методичними матеріалами до практичних занять.

Практичне заняття	Практичні завдання (кількість балів)
Практичне заняття № 1	100
Практичне заняття № 2	100
Практичне заняття № 3	100
Практичне заняття № 4	100
Практичне заняття № 5	100
Підсумкова модульна контрольна робота	100
Практичне заняття № 6	100
Практичне заняття № 7	100
Практичне заняття № 8	100
Практичне заняття № 9	100
Практичне заняття № 10	100
Підсумкова модульна контрольна робота	100

ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття № 1

Тема 1: СКЛАД ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ У ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОМУ КОМПЛЕКСІ. СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ, ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОБЛАДНАННЯ

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного та практичного заняття.
2. Розглянути приклади розрахунку та виконати завдання практичного заняття, що наведені у пунктах: 1. Теплотехнічний розрахунок огорожень (1.1 Завдання та його виконання); 3. Розрахунок опалювальних приладів (3.1 Завдання та його виконання).
3. Розрахунки виконувати відповідно до варіанту та завдання.
4. Пункт 2. Тепловий режим будинків, для ознайомлення.
5. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
6. Дозволяється вставлення рисунків з інтернет джерел з посиланням на ці джерела.

1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖЕНЬ

Мета роботи: засвоїти методику теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорожень, визначати товщину шару утеплювача і коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін будівель.

1.1. Завдання та його виконання

Визначити товщину шару утеплювача і коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни будинку, який будується в місті N. Будова стіни та товщини шарів δ_i визначаються варіантом.

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити методику розрахунку за рекомендованою літературою і лекційним матеріалом, а також відомості з теорії, наведені в даних рекомендаціях.
2. Розглянути приклад визначення товщини шару утеплювача і коефіцієнту теплопередачі зовнішньої стіни будинку.
3. Одержати варіант завдання у викладача (дані наведено в таблиці 1.3, розділ 1.5).
4. Накреслити схему конструкції зовнішньої стіни будинку, позначити шари, їх товщини та тепловий потік. Провести розрахунок товщини шару утеплювача і коефіцієнту теплопередачі зовнішньої стіни будинку.
5. Результати розрахунку подати у вигляді зведених таблиць 1.1 та 1.2 (розділ 1.4).

1.2. Відомості з теорії

Теплозахисні властивості зовнішнього огороження характеризують величиною опору теплопередачі R_{Σ} , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, який визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_s}, \quad (1.1)$$

де α_e – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (дод. 9); δ_i – товщина шарів однорідної конструкції, м; λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу шарів конструкції, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; (дод. 5) α_s – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (дод. 10).

Основна умова теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорожень будинку полягає в тому, що **опір теплопередачі зовнішніх огорожень R_{Σ} повинен бути не менше мінімально допустимого опору теплопередачі R_{qmin}** , тобто $R_{\Sigma} \geq R_{qmin}$. R_{qmin} приймається з дод. 2 в залежності від температурної зони експлуатації будинку.

Для внутрішніх огорожень опір теплопередачі R_{Σ} визначається у випадку, коли різниця температур повітря сусідніх приміщень перевищує $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Мінімумально допустимий опір теплопередачі для цих огорожень R_{qmin} , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, може бути визначений за формулою:

$$R \frac{t_{e1} - t_{e2}}{\Delta t_{ce} \cdot \alpha_{e q min}}, \quad (1.2)$$

де t_{e1} , t_{e2} – розрахункова температура повітря теплішого приміщення, $^{\circ}\text{C}$; Δt_{ce} – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$, яка приймається згідно з табл. 3 ДБН В. 2.6-31:2006.

При теплотехнічному розрахунку товщина основного шару огороження (цегли або бетону) задається. Розрахунком обчислюють товщину і підбирають матеріал шару теплоізоляції. Після прийняття виконавчої товщини шару утеплювача величину опору теплопередачі R_{Σ} перераховують за формулою (1.1).

Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни визначають за формулою:

$$K = \frac{1}{R_{\Sigma}} \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}). \quad (1.3)$$

2.3. Приклад теплотехнічного розрахунку зовнішнього огороження будинку

Визначити товщину шару утеплювача і коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни будинку, який будується в місті Дніпро. Будова стіни (рис. 1.1): вапняно-піщана штукатурка – $\delta_1 = 0,02$ м; кладка з глиняної цегли – $\delta_2 = 0,51$ м; плити пінополістирольні – δ_3 (невідоме); сітка зі скловолкна на клейовому розчині; штукатурка зі складного розчину – $\delta_5 = 0,02$ м.

За температурою і вологістю приймаємо нормальний вологісний режим приміщень житлового будинку, а умови експлуатації зовнішньої стіни (дод. 4) – Б.

Знаходимо характеристики матеріалів конструкції зовнішньої стіни (дод. 5):

1. Вапняно-піщана штукатурка:

$$\rho_{01} = 1600 \text{ кг/м}^3; \delta_1 = 0,02 \text{ м}; \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/(мК)}.$$

2. Кладка із цегли глиняної:

$$\rho_{02} = 1800 \text{ кг/м}^3; \delta_2 = 0,51 \text{ м}; \lambda_2 = 0,81 \text{ Вт/(мК)}.$$

3. Плити пінополістирольні:

$$\rho_{03} = 35 \text{ кг/м}^3; \lambda_3 = 0,045 \text{ Вт/(м·К)}; \delta_x.$$

4. Сітка із скловолокна на клейовому розчині.

5. Штукатурка зі складного розчину:

$$\rho_{05} = 1700 \text{ кг/м}^3; \delta_5 = 0,02 \text{ м}; \lambda_5 = 0,87 \text{ Вт/(м·К)},$$

де ρ_0 – густина сухого матеріалу; δ – товщина шару; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару.

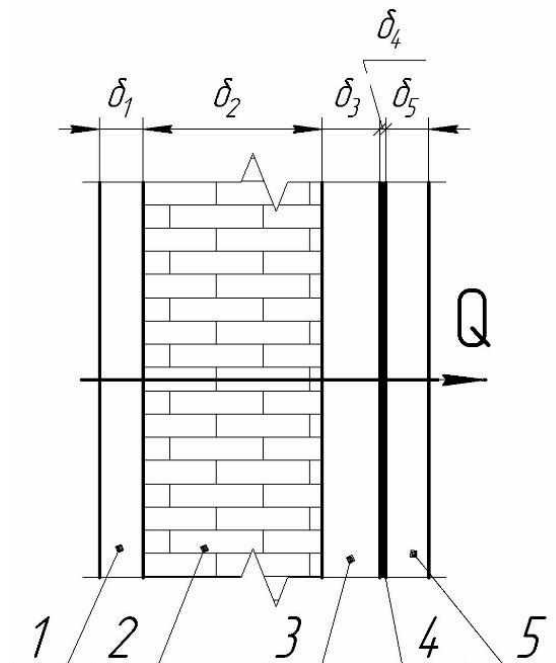


Рис. 1.1. Схема конструкції зовнішньої стіни будинку:

Q – тепловий потік; 1 – вапняно-піщана штукатурка; 2 – кладка з глиняної цегли; 3 – плити пінополістирольні; 4 – сітка зі скловолокна на клейовому розчині; 5 – штукатурка зі складного розчину

Визначаємо температурну зону, в якій знаходиться місто Дніпро, за кількістю градусо-днів опалювального періоду 3325 – II зона (рис. Д.2). Для цегляної повнотілої зовнішньої стіни з утеплювачем нормований термічний опір теплопередачі (дод. 2) становить $R_{qmin} = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. З дод. 9, 10 знаходимо $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ і $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$

З рівнянь $R_{\Sigma} = R_{qmin}$ і $R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} = R_{qmin}$, знайдемо товщину шару утеплювача:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{\delta_3}{0,045} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} = 2,5$$
, звідки розрахункова товщина утеплювача $\delta_3 = 0,075 \text{ м}$. Для утеплення обираємо плити пінополістирольні

товщиною 10 мм, заокругливши розрахункову товщину в більшу сторону згідно з сортаментом.

Тоді фактичний опір теплопередачі огороження становить

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} = 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни:

$$K = \frac{1}{3,06} = 0,33 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

1.4. Зведені таблиці

Таблиця 1.1

Вихідні дані

№ варіанта	$\alpha_{в},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha_{з},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	1-й шар конструкції		2-й шар конструкції		5- шар конструкції		3-й шар – утеплювач	$R_{qmin},$ $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
			$\frac{\lambda_1,}{\text{Вт}},$ $\frac{\text{м}}{\text{К}}$	$\delta_1, \text{ м}$	$\frac{\lambda_2,}{\text{Вт}},$ $\frac{\text{м}}{\text{К}}$	$\delta_2, \text{ м}$	$\frac{\lambda_5,}{\text{Вт}},$ $\frac{\text{м}}{\text{К}}$	$\delta_3, \text{ м}$	$\lambda_3, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	
0	8,7	23	0,81	0,02	0,81	0,51	0,87	0,02	0,045	2,5

Таблиця 1.2

Розрахункові значення

Показник, розмірність	Значення
Умови експлуатації зовнішньої стіни	Б
Температурна зона	II
Розрахункова товщина шару утеплювача, м	0,075
Виконавча товщина шару утеплювача, м	0,1
Фактичний опір теплопередачі огороження, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$	3,06
Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$	0,33

1.5. Завдання на роботу

Таблиця 1.3

Варіанти завдань

№	Місто	2-й шар конструкції		3-й шар – утеплювач (матеріал)
		матеріал	Товщин а, м	
1.	Вінниця	Залізобетон	0,4	Пінополістирол
2.	Дніпро	Бетон на гравію	0,4	Пінопласт
3.	Донецьк	Керамзитобетон на кварцовому піску	0,4	Пінополіуретан
4.	Євпаторія	Керамзитобетон на перлітовому піску	0,4	Пінополістирол
5.	Житомир	Кладка з суцільної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінопласт
6.	Запоріжжя	Кладка з суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополіуретан
7.	Івано-Франківськ	Кладка з суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополістирол
8.	Керч	Залізобетон	0,4	Пінопласт
9.	Київ	Бетон на гравію	0,4	Пінополіуретан
10.	Кіровоград	Керамзитобетон на кварцовому піску	0,4	Пінополістирол
11.	Луганськ	Керамзитобетон на перлітовому піску	0,4	Пінопласт
12.	Луцьк	Кладка з суцільної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополіуретан
13.	Львів	Кладка з суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополістирол
14.	Миколаїв	Кладка з суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінопласт
15.	Одеса	Залізобетон	0,4	Пінополіуретан
16.	Полтава	Бетон на гравію	0,4	Пінополістирол
17.	Рівне	Керамзитобетон на кварцовому піску	0,4	Пінопласт
18.	Севастополь	Керамзитобетон на перлітовому піску	0,4	Пінополіуретан
19.	Сімферополь	Кладка з суцільної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополістирол
20.	Суми	Кладка з суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінопласт
21.	Тернопіль	Кладка з суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополіуретан
22.	Ужгород	Залізобетон	0,4	Пінополістирол
23.	Феодосія	Бетон на гравію	0,4	Пінопласт
24.	Харків	Керамзитобетон на кварцовому піску	0,4	Пінополіуретан

№	Місто	2-й шар конструкції		3-й шар – утеплювач (матеріал)
		матеріал	Товщин а, м	
25.	Херсон	Керамзитобетон на перлітовому піску	0,4	Пінополістирол
26.	Хмельницький	Кладка з суцільної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінопласт
27.	Черкаси	Кладка з суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополіуретан
28.	Чернівці	Кладка з суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	Пінополістирол
29.	Чернігів	Залізобетон	0,4	Пінопласт
30.	Ялта	Бетон на гравію	0,4	Пінополіуретан

Для всіх варіантів: перший шар конструкції – вапняно-піщана штукатурка, товщина 0,02 м; п'ятий шар конструкції – штукатурка зі складного розчину, товщина 0,02 м.

2. ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДИНКІВ

Мета роботи: засвоїти методику теплотехнічного розрахунку внутрішніх приміщень

2.1. Відомості з теорії

Тепловий баланс приміщення в загальному вигляді можна записати як:

$$Q_{co} = \sum Q_{втр} - \sum Q_{надх}, \quad (2.1)$$

де Q_{co} – дефіцит тепла, тобто розрахункова потужність системи опалення, Вт; $\sum Q_{втр}$ – сумарні теплові втрати приміщеннями, Вт; $\sum Q_{надх}$ – сумарні надходження тепла в приміщення, Вт, для житлових будинків приймаються із розрахунку 10 т на 1 м² загальної площі і їх слід враховувати в цілому на систему опалення будинку.

Якщо в будинку, зазвичай виробничому, $\sum Q_{надх} > \sum Q_{втр}$ то надлишок тепла усувається, наприклад, роботою припливної вентиляції.

Розрахункові теплові втрати для житлових будинків визначаються за формулою:

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_{огор} + \sum Q_{вент}, \quad (2.2)$$

де $\sum Q_{огор}$ – сума втрат тепла через окремі огороження будинку, Вт; $\sum Q_{вент}$ – втрати тепла на нагрівання вентиляційного повітря, Вт.

Втрати тепла через окремі огороження обчислюють за формулою:

$$Q_{огор} = KF(t_e - t_3)n(1 + \sum \beta), \quad (2.3)$$

де $K = 1/R_{\Sigma}$ – коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²·К); F – розрахункова площа огороження, м² (рис. 2.1); t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається за дод. 1, або температура повітря сусіднього

приміщення, якщо різниця між температурами сусідніх приміщень більше 3 °С;
 $\Sigma \beta$ – додаткові втрати тепла в частках від основних, які враховуються:

а) для зовнішніх вертикальних і похилих огорожень, орієнтованих на напрямки, звідки в січні дує вітер зі швидкістю, що перевищує 4,5 м/с з повторюваністю не менше 15 % згідно дод. 1

$$\Sigma \beta = \begin{cases} 0,05 & \text{при швидкості вітру до } 5 \text{ м/с} \\ 0,01 & \text{при швидкості вітру до } 5 \text{ м/с і більше} \end{cases}$$

при типовому проектуванні додаткові втрати $\Sigma \beta = 0,05$ для всіх приміщень;

б) для зовнішніх вертикальних і похилих огорожень багатоповерхових будинків з кількістю поверхів 16 і більше –

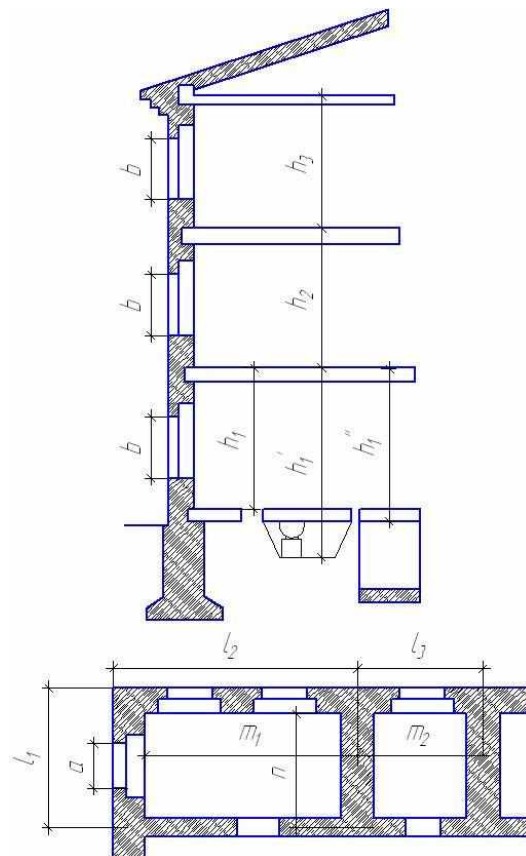


Рис. 2.1. Схема обміру огорожень

$$\Sigma \beta = \begin{cases} 0,20 & \text{для першого і другого поверхів;} \\ 0,15 & \text{для третього поверху;} \\ 0,10 & \text{для четвертого поверху} \end{cases} ;$$

для 10–15 – поверхових будинків додаткові втрати

$$\Sigma \beta = \begin{cases} 0,10 & \text{для першого і другого поверхів;} \\ 0,05 & \text{для третього поверху} \end{cases} .$$

Тепловтрати приміщення дорівнюють сумі втрат тепла через його зовнішні огороження, обчислені за формулою (2.3). Коефіцієнти теплопередачі K для підлоги на ґрунті визначають за умовними термічними опорами для окремих зон підлоги.

Передачу тепла з приміщення через конструкцію підлоги і товщу ґрунту під будинком можливо описати складними закономірностями. Але, враховуючи

порівняно невелику питому вагу тепловтрат через підлогу в загальних тепловтратах приміщення, для їх розрахунку використовують спрощену методику. Поверхню підлоги ділять на смуги шириною 2 м, паралельні зовнішнім стінам (рис. 2.2). Смуга, найближча до зовнішньої стіни, є зоною I, наступні дві смуги – зони II і III, а решта поверхні підлоги – IV. Тепловтрати кожної зони обчислюють за формулою (2.3), приймаючи $n = 1$. За величину R приймають умовний опір теплопередачі, який для неутепленої підлоги позначають $R_{нп}$ і приймають згідно ДБН В.2.5-67:2013:

$$R_{нп} = \begin{cases} 2,15 \text{ м}^2\text{К/Вт} & \text{для I зони;} \\ 4,3 \text{ м}^2\text{К/Вт} & \text{для II зони;} \\ 8,6 \text{ м}^2\text{К/Вт} & \text{для III зони;} \\ 14,2 \text{ м}^2\text{К/Вт} & \text{для IV зони.} \end{cases}$$

Якщо в конструкції підлоги на ґрунті є матеріали з теплопровідністю $\lambda < 1,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, то така підлога є утепленою, і тоді умовний опір теплопередачі відповідної зони утепленої підлоги $R_{ум}$ дорівнює:

$$R_{ум} = R_{нп} + \sum \frac{\delta_{ум}}{\lambda_{ум}}, \quad (2.4)$$

де $\delta_{ум}$ і $\lambda_{ум}$ – товщини і теплопровідності матеріалу утеплювачів.

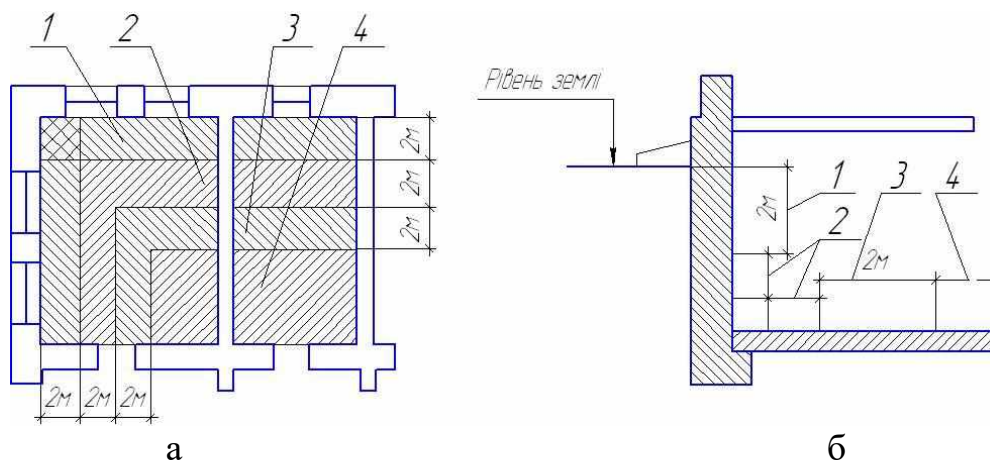


Рис. 2.2 Схема до визначення втрат тепла через підлогу (а) і стіни, заглиблені нижче рівня землі (б):

1 – перша зона; 2 – друга зона; 3 – третя зона; 4 – четверта зона

Тепловтрати через підлогу на лагах обчислюють також за зонами, тільки умовний опір теплопередачі кожної зони підлоги на лагах приймають рівним:

$$R_{л} = 1,18R_{ум}. \quad (2.5)$$

Поверхня ділянки підлоги в зоні I, що прилягає до зовнішнього кута, має підвищені тепловтрати, тому її площа розміром $2 \times 2 \text{ м}$ враховується при визначенні площі зони I двічі (на рис. 2.2 а хрестоподібне штрихування).

Підземні частини зовнішніх стін розглядаються при розрахунку тепловтрат як продовження підлоги. Розбивку на смуги в цьому випадку роблять від верха підземної частини стін (рис. 2.2 б). Умовні опори теплопередачі для зон приймають як і для підлоги з утеплювачем, яким в даному випадку є шари конструкції стіни.

Кількість тепла на нагрівання вентиляційного повітря обчислюється для кожного опалюваного приміщення, яке має одне або більшу кількість вікон чи балконних дверей в зовнішніх стінах, виходячи із необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря у об'ємі однократного повітрообміну за годину, за формулою:

$$Q_{\text{вент}} = 0,337F_n \cdot h(t_g - t_3), \quad (2.6)$$

де F_n – площа підлоги приміщення, м²; h – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,5 м.

Витрати тепла $Q_{\text{вент}}$ для нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить у вхідні вестибюлі і сходові клітини через зовнішні двері, обчислюються за формулою:

$$Q_{\text{вент}} = 0,7(H + 0,8P)(t_g - t_3), \quad (2.7)$$

де H – висота будинку, м; P – кількість мешканців у будинку, чол.; B – коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів. При одному тамбурі (двоє дверей) $B = 1$, при двох тамбурах (троє дверей) $B = 0,6$.

3.2. Завдання на розрахунок

Розрахувати тепловтрати приміщення гуртожитку, розміщеного в м. Києві (Рис. 2.3).

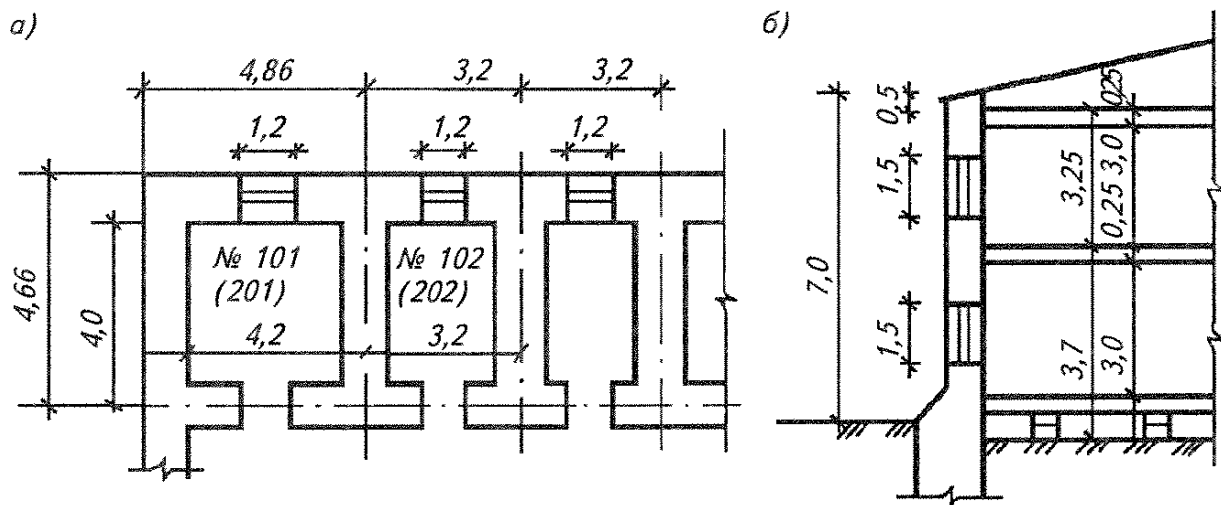


Рис. 2.3 План (а) і розріз (б) двоповерхового будинку гуртожитку

Зовнішні стіни (ЗС) товщиною 0,6 м ($\lambda = 0,81$ Вт/м \cdot °С) зроблені з глиняної цегли на цементно-піщаному розчині. На внутрішній і зовнішній поверхні стін – вапняно-піщана штукатурка товщиною 0,015 м ($\lambda = 0,81$ Вт/м \cdot °С). Безгорщне перекриття (БгП): залізобетонна плита ($\lambda = 2,04$ Вт/м \cdot °С), пінобетон ($\rho = 400$ кг/м³, $\lambda = 0,15$ Вт/м \cdot °С), шар руберойду ($\lambda = 0,17$ Вт/м \cdot °С). Вікна з подвійним склінням ($R_{\text{min}} = 0,6$ м²·°С/Вт). Внутрішні стіни сходової клітки виконанні з звичайної цегли товщиною 0,38 м ($\lambda = 0,81$ Вт/м \cdot °С) з двохсторонньою вапняно-піщаною штукатуркою $\delta = 0,015$ м ($\lambda = 0,81$ Вт/м \cdot °С).

Підлога (Пд) першого поверху виконана на лагах. Термічний опір замкненого повітряного прошарку $R_{min} = 0,175 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, товщина дощатого настилу $\delta = 0,04 \text{ м}$ ($\lambda = 0,175 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$).

Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_3 = -22 \text{ °C}$.

2.3 Послідовність розрахунку

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі зовнішніх огорожень за формулою $K = \frac{1}{R_{\Sigma}}$, де R_{Σ} розраховується за формулою (2.1):

З дод. 9, 10 знаходимо $\alpha_8 = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$, $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$.

1) зовнішні стіни

$$K = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,6}{0,81} + \frac{2 \cdot 0,015}{0,81} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 1,04 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

2) безгоріщне покриття

$$K = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{2,04} + \frac{0,015}{0,15} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 2,73 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

3) вікон

$$K = (R_{min})^{-1} (0,6)^{-1} \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

4) внутрішніх стін

$$K = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{2 \cdot 0,015}{0,81} \right)^{-1} = 1,61 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Опір теплопередачі утеплених шарів конструкції підлоги визначається за формулою (2.4)

$$R_{ym} = 0,175 + \frac{0,04}{0,175} = 0,404 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Тепловтрати через підлогу на лагах визначаються за формулою (2.5) по зонах:

$$R_1 = 1,18(2,15 + 0,404) = 3,014 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}; K_1 = 0,332 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

$$R_2 = 1,18(4,3 + 0,404) = 5,551 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}; K_2 = 0,18 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

Визначаємо кількість тепла на нагрівання вентиляційного тепла за формулою (2.6):

1) для кутових кімнат (№101, №201) з внутрішніми розмірами стін $3,7 \times 3,9 \text{ м}$

$$Q_{вент} = 0,337 \cdot 3,7 \cdot 3,9 \cdot 3(20 - (-22)) = 612,73 \text{ Вт}$$

2) для внутрішніх приміщень (№102, 202) з внутрішніми розмірами стін $2,9 \times 3,7 \text{ м}$

$$Q_{вент} = 0,337 \cdot 2,9 \cdot 3,7 \cdot 3(20 - (-22)) = 455,62 \text{ Вт}$$

Втрати тепла через окремі огороження обчислюється за формулою (2.3) і зводиться до таблиці.

Коефіцієнт n вибираємо з дод. 8, а коефіцієнт β вибираємо з пояснення до формули (2.3).

Початкові дані та результати розрахунку зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1.

№ приміщення	Температура повітря в °С	Зовнішні огороження					$(t_e - t_i), °C$	n	K, Вт/(м ² ·К)	Основі тепловтрати, $Q_{огор}, Вт$	β	$Q_{огор}, Вт$	$Q_{вент}, Вт$	Тепловтрати приміщення Q, Вт
		Назва	Орієнтація	Розміри, м		Площа F, м ²								
				ширина	довжина (висота)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
101	20	ЗС	ПдЗ	4,66	3,7	17,24	42	1	1,04	753,04	0	753,04	612,73	2531,65
		ЗС	ПнЗ	4,86	3,7	18	42	1	1,04	864,86	0,1	951,35		
		В	ПнЗ	1,2	1,5	1,8	42	1	1,667-1,04	52,14	0,1	57,36		
		Пд1	-	2	8,2	16,4	42	0,6	0,332	137,21	0	137,21		
		Пд2	-	2	2,2	4,4	42	0,6	0,18	19,96	0	19,96		
Σ									1827,21		1918,92			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
102	20	ЗС	ПнЗ	3,2	3,7	11,84	42	1	1,04	568,889	0,1	625,777	455,62	1280,06
		В	ПнЗ	1,5	1,2	1,8	42	1	1,667-1,04	52,14	0,1	57,355		
		Пд1	-	3,2	2	6,4	42	0,6	0,332	53,545	0	53,545		
		Пд2	-	3,2	2	6,4	42	0,6	0,18	29,03	0	29,03		
		ВС	-	3,8	3	11,4	8	0,4	1,275	46,512	0	46,512		
Σ									762,34		824,44			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
201	20	ЗС	ПдЗ	4,66	3,25	15,145	42	1	1,04	661,534	0	661,534	612,73	3900,088
		ЗС	ПнЗ	4,86	3,25	15,795	42	1	1,04	758,918	0,1	834,81		
		В	ПнЗ	1,5	1,2	1,8	42	1	1,667-1,04	52,14	0,1	57,355		
		БзП	-	4,2	4	16,8	42	0,9	2,73	1733,659	0	1733,659		
Σ									306,252		3287,358			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
202	20	ЗС	ПнЗ	3,2	3,25	10,4	42	1	1,04	499,699	0,1	549,669	612,72	2599,37
		В	ПнЗ	1,5	1,2	1,8	42	1	1,667-1,04	52,14	0,1	57,355		
		БзП	-	3,2	4	12,8	42	0,9	2,73	1320,883	0	1320,883		
		ВС	-	3,8	3	11,4	8	0,4	1,275	46,512	0	46,512		
Σ									1931,46		1986,64			

Примітка: ЗС – Зовнішні стіни; В – вікно; Пд1 – підлога 1-ша зона; Пд2 - підлога 2-га зона; ВС – внутрішня стіна сходової клітки; БзП – безгоришне покриття; ПдЗ – південний захід; ПнЗ – північний захід.

3. РОЗРАХУНОК ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Мета роботи: засвоїти методику розрахунків циркуляційного тиску в системах опалення, опалювальних приладів та втрат тепла на опалення.

3.1. Завдання та його виконання

Визначити число секцій чавунного секційного радіатора заданої моделі, встановленого за відповідним способом (на відстані A) на заданому поверсі будинку, у двотрубній системі водяного опалення, при заданих t_r °C, t_z °C, t_p °C, зі зниженням температури води в подаючій магістралі до стояка $\sum \Delta t_m$ °C та тепловим навантаженням приладу Q_n Вт. Барометричний тиск в місці забудови 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити методику розрахунку за рекомендованою літературою і лекційним матеріалом, а також відомості з теорії, наведені в даних рекомендаціях.

2. Розглянути приклад розрахунку опалювального приладу.

3. Одержати варіант завдання у викладача (дані наведено в таблиці 3.3, розділ 3.7).

4. Початкові дані для розрахунку подати у вигляді зведеної таблиці 3.1 (розділ 3.6), в якій або окремо викреслити схему способу встановлення опалювального приладу.

5. *Провести розрахунок опалювального приладу, визначивши необхідну кількість секцій радіатора.*

6. Результати розрахунку представити у вигляді зведеної таблиці 3.2 (розділ 3.6).

3.2. Розрахунок циркуляційного тиску в системах водяного опалення

На прикладі найпростішої схеми, показаної на рис. 3.1, визначимо природний (гравітаційний) тиск, який виникає в системі водяного опалення.

В подаючому трубопроводі, позначеному суцільною лінією, вода має температуру t_z і густину ρ_z . Трубопровід з охолодженою водою температурою t_o і густиною ρ_o позначений на схемі пунктиром. Взаємне розташування окремих елементів системи опалення показане на схемі висотами h_1, h_2, h_3, h_4 . Прийнято, що нагрівання води здійснюється в котлі, охолодження – в опалювальному приладі; вода в трубопроводах не охолоджується.

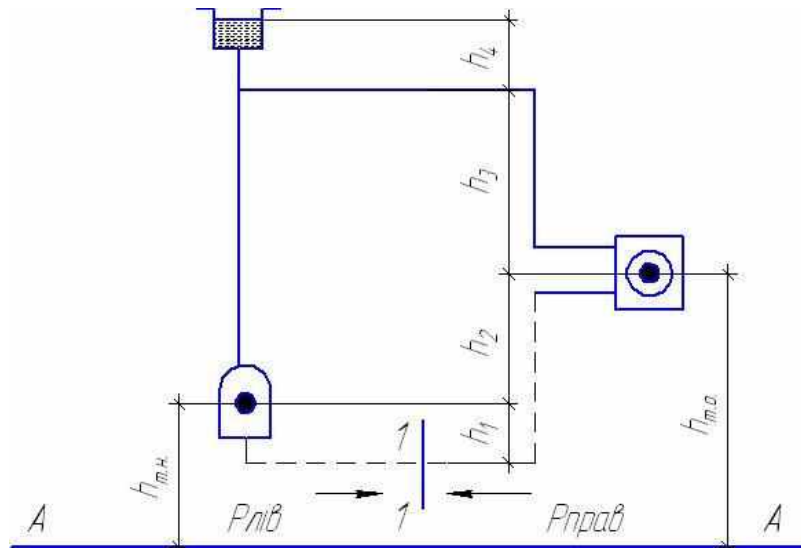


Рис. 3.1 Схема до визначення природного циркуляційного тиску в системі водяного опалення

Визначимо гідростатичний тиск води, який діє на переріз 1-1 зворотної магістралі справа і зліва. Різницею цих тисків буде надлишковий циркуляційний тиск, під дією якого відбувається рух води в замкнутому контурі трубопроводів системи.

Тиск стовпа води справа:

$$p_{\text{прав}} = g(h_1\rho_o + h_2\rho_o + h_3\rho_z + h_4\rho_z), \quad (3.1)$$

тиск стовпа води зліва:

$$p_{\text{лів}} = g(h_1\rho_o + h_2\rho_z + h_3\rho_z + h_4\rho_z), \quad (4.2)$$

різниця між ними:

$$\Delta p_{\text{пр}} = p_{\text{прав}} - p_{\text{лів}} = gh(\rho_o - \rho_z), \quad (4.3)$$

Звідси витікає, що природний циркуляційний тиск дорівнює добутку прискорення вільного падіння на відстань по вертикалі між точками нагріву й охолодження води і різницю густин нагрітої та охолодженої води.

Якщо ввести довільну площину відліку висот А-А і позначити висоту точки охолодження опалювального приладу $h_{\text{м.о.}}$ і висоту точки нагріву в тепловому вузлі $h_{\text{м.н.}}$, то, враховуючи, що $h_2 = h_{\text{м.о.}} - h_{\text{м.н.}}$ рівняння (3.3) можна переписати у вигляді:

$$\Delta p_{\text{пр}} = g(h_{\text{м.о.}} - h_{\text{м.н.}})(\rho_o - \rho_z) = g[h_{\text{м.о.}}(\rho_o - \rho_z) + h_{\text{м.н.}}(\rho_o - \rho_z)], \quad (3.5)$$

тобто природний циркуляційний тиск дорівнює прискоренню вільного падіння, помноженому на суму добутків висот точок охолодження і нагрівання на різницю густин води після і до цих точок, рахуючи у напрямку руху води. Це визначення можна поширити і на загальний випадок, коли в замкнутому контурі трубопроводів довільно розташовані декілька точок нагрівання і охолодження. В цьому випадку гравітаційний циркуляційний тиск можна виразити рівнянням:

$$\Delta p_{\text{пр}} = g \sum_1^N h_i(\rho_{i+1} - \rho_i). \quad (3.6)$$

Таким чином, гравітаційний циркуляційний тиск в замкнутому контурі трубопроводів з довільно розташованими в ньому точками нагрівання і охолодження дорівнює прискоренню вільного падіння, помноженому на суму добутків висот окремих точок нагрівання і охолодження над довільно прийнятим

рівнем відліку на різницю густин води після і перед точками в напрямку циркуляції води в контурі.

При визначенні гравітаційних тисків в розрахунках, які не вимагають високої точності, можна скористатись таким спрощенням. Різниця густин води при температурах 95 і 70 °С дорівнює 15,91 кг/м³. В звичайному для систем водяного опалення проміжку температур можна прийняти лінійну залежність між густиною і температурою, рахуючи, що зміні температури на 1 °С відповідає зміна густини на 15,91·25 = 0,64 кг/(м²·°С). Тоді замість $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2$ можна ввести в розрахунок $\Delta t = t_1 - t_2$:

$$g(\rho_1 - \rho_2) = 9,81 \cdot 0,64(t_2 - t_1) = 6,2(t_2 - t_1). \quad (3.7)$$

3.3. Розрахунок опалювальних приладів

Теплопередача опалювального приладу $Q_{np.d.}$, Вт (ккал/год), пропорційна тепловому потоку, наведеним до розрахункових умов за його дійсної площі нагрівальної поверхні

$$Q_{np.d.} = 70K_{н.у.}A\phi_k = Q_{н.у.}\phi_k \quad (3.8)$$

де 70 – номінальний температурний напір °С; $K_{н.у.}$ – номінальний умовний коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу, Вт/(м² К) (ккал/(год м² °С)); A – площа зовнішньої нагрівальної поверхні приладу, м²; $Q_{н.у.}$ – номінальний умовний тепловий потік приладу, Вт (ккал/год), призначений для вибору типорозміру приладу; ϕ_k – комплексний коефіцієнт приведення $Q_{н.у.}$ до розрахункових умов, що визначається за формулами: при теплоносії парі

$$\phi_k = \left(\frac{\Delta t_n}{70}\right)^{1+n} b, \quad (3.9)$$

тимчасово до уточнення коефіцієнт ϕ_k отриманий за формулою (3.9), слід приймати з поправочним коефіцієнтом 1,03 для чавунних секційних радіаторів і 1,06 для ребристих труб при теплоносії воді

$$\phi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70}\right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^p b\Psi c; \quad (3.10)$$

Δt_n – різниця температури насиченої пари $t_{нас}$ і температури навколишнього повітря t_n , °С:

$$\Delta t_n = t_{нас} - t_n; \quad (3.11)$$

Δt_{cp} – різниця середньої температури води t_{cp} в приладі і температури навколишнього повітря t_n , °С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{ex} + t_{вих}}{2} - t_n; \quad (3.12)$$

t_{ex} та $t_{вих}$ – температура води, що входить в прилад і виходить з нього, °С; G_{np} – витрата води в приладі, кг/год (для конвекторів – витрата води в одній трубці конвектора); b – коефіцієнт обліку атмосферного тиску в даній місцевості (дод. 16), Ψ – коефіцієнт обліку напрямку руху теплоносія води в приладі знизу вгору (штуцери приладу розташовані у вертикальній площині) (дод. 17):

$$\Psi = 1 - a \Leftrightarrow (t_{ex} - t_{вих}) \quad (3.13)$$

де $a = 0,006$ – для чавунних секційних та сталевих радіаторів типу РСВ1 та $a = 0,002$ – для настінних конвекторів; для інших приладів $\Psi = 1$; n, p, c – експериментальні числові показники (дод. 18).

Середня температура води в опалювальному приладі з тепловим навантаженням Q_n , Вт (ккал/год), що приєднаний до стояка (або горизонтальної вставки):

$$\text{Для однокотрубно́ї системи опалення} \\ t_{сер} = t_2 - \sum \Delta t_m - \left(\sum Q_n + \frac{0,5Q_n}{\alpha} \right) \frac{\beta_1 \beta_2}{c G_{сг}} \quad (3.14)$$

$$\text{Для двокотрубно́ї системи опалення} \\ t_{сер} = 0,5 [t_2 - (\sum \Delta t_m + \sum \Delta t_{3 cm}) + t_3] \quad (3.15)$$

Де t_2 та t_3 – розрахункова температура гарячої та зворотної води в системі, °С; $\sum \Delta t_m$ – сумарне зниження температури води, °С, на ділянках подаючої магістралі від початку системи до стояка, що розглядається.

Зниження температури води на 10 м ізольованої подаючої магістралі насосної системи опалення орієнтовно складає:

D_y , мм	25–32	40	50	65–100	125–150
Δt_m , °С	0,40	0,40	0,30	0,20	0,10

Q_n – теплове навантаження приладу, Вт (ккал/год); c – питома масова теплоємність води, що дорівнює 4187 Дж/(кг К) (1,0 ккал/(кг °С)); $G_{сг}$ – витрати води стояку, кг/год; $\sum \Delta t_{3 cm}$ – сумарне зниження температури води подаючого стояка від магістралі до розрахункового приладу, °С, визначають за формулою

$$\sum \Delta t_{3 cm} = \sum_{i=1}^N \frac{q_{e i} l_{\partial i}}{c G_{\partial i}} \beta_1 \beta_2, \quad (3.16)$$

Де $q_{e i}$ – тепловіддача 1 м вертикальної труби, Вт/м, на i -тій ділянці подаючого стояка, приймають за дод. 23 в залежності від діаметра ділянки подаючого стояка, різниці температури теплоносія t_m та оточуючого повітря t_n , $l_{\partial i}$ – довжина i -тої ділянки подаючого стояка, м, $G_{\partial i}$ – витрати води, кг/год, на i -тій ділянці подаючого стояка.

Величину $\sum \Delta t_{3 cm}$ допускається визначати орієнтовно, виходячи з середніх значень витрат води та діаметра труб подаючого стояка.

Необхідний номінальний тепловий потік $Q_{н.м.}$, Вт (ккал/год) для вибору типорозміру опалювального приладу визначають за формулою

$$Q_{н.м.} = \frac{Q_{np}}{\phi_k}, \quad (3.17)$$

де Q_{np} – необхідна теплопередача приладу до приміщення, що розглядається

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 Q_{mp} \quad (3.18)$$

Q_{mp} – тепловіддача відкрито прокладених в межах приміщення труб стояка та підведень, до яких приєднано прилад,

$$Q_{mp} = q_6 l_6 + q_2 l_2 \quad (3.19)$$

q_6 та q_2 – тепловіддача 1 м вертикальних та горизонтальних труб відповідно, Вт/м, l_6 та l_2 – довжина вертикальних та горизонтальних труб в межах приміщення, м.

Наведені формули дійсні при відкритій установці нефарбованих приладів біля зовнішніх огорожень приміщення. На тепловіддачу приладу впливають конструкція декоративного огороження склад та колір фарбування. Останнє суттєво змінює тепловіддачу приладів з гладкою поверхнею та практично не впливає на тепловіддачу приладів з ребристою поверхнею (дод. 20).

Мінімально допустиме число секцій чавунного радіатора визначають за формулою

$$N_{\min} = \frac{Q_{н.м.}\beta_4}{Q_{н.у.}\beta_3} \quad (3.20)$$

де $Q_{н.у.}$ – номінальний умовний тепловий потік однієї секції радіатора, Вт (ккал/год); β_4 – коефіцієнт врахування способу установки радіатора (дод. 15); при відкритій установці $\beta_4 = 1$; β_3 – коефіцієнт врахування числа секцій в приладі для радіатору типу МС-140, який приймається рівним:

Число секцій в приладі	До 15	16–20	21–25
β_3	1,0	0,98	0,96

Для радіаторів інших типів β_3 визначають за формулою

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N Q_{н.у.}}, \quad (3.21)$$

Де N – число секцій радіатора.

Необхідну площу зовнішньої гріючої поверхні приладу незалежно від виду теплоносія визначають з формули

$$A_{np} = \frac{Q_{np}}{70K_{н.у.}\phi_k} \quad (3.22)$$

виходячи з номінального умовного коефіцієнта теплопередачі приладу (дод. 21).

Після визначення A_{np} опалювальних приладів знаходять їх розрахункову площу

$$A_p = \frac{A_{np}\beta_4}{b}, \quad (3.23)$$

Де b приймають за дод. 16, а β_4 – за дод. 15.

Співставляючи площу A_p зі значеннями площі гріючої поверхні приладів, наведених в дод. 11, обирають необхідний типорозмір та номінальний тепловий потік приладу, враховуючи, що площа обраного приладу не повинна бути менше A_p .

За значенням A_p для чавунних секційних радіаторів обчислюють мінімальну кількість секцій за формулою

$$N_{\min} = \frac{A_p}{a_c\beta'_3} \quad (3.24)$$

де a_c – площа гріючої поверхні однієї секції, м²; β'_3 – коефіцієнт врахування числа секцій в приладі (для радіаторів МС-140 коефіцієнт β'_3 замінюється на β_3)

$$\beta'_3 = 0,97 + \frac{0,06}{A_p}. \quad (3.25)$$

За результатами розрахунку за формулами (3.24) та (3.25) при $\beta_4 = 1$ складено дод. 22. Розрахункове число секцій приймають за цим додатком за найближчим більшим значенням A_p .

3.4. Розрахунок витрат тепла на опалення

Розрахунок витрат тепла на опалення, Q_0 , Гкал, проводиться за формулою:

$$Q_0 = q_6 V_6 T_0 \Delta t R_1, \quad (3.26)$$

де q_6 – питомі витрати тепла на нагрівання одиниці об'єму будівлі на 1°C , Гкал/($\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$) ($q_6 = 3,5254 \cdot 10^{-7} \div 3,2674 \cdot 10^{-7}$ при збільшенні об'єму будівлі $q_6 \rightarrow \min$); V_6 – будівельний об'єм будівлі, м^3 , який розраховується за формулою:

$$V_6 = S_n h_3 + \sum_{i=1}^{n-1} S_i (h_1 + h_2), \quad (3.27)$$

де S_i – площа i -го поверху будівлі закладу ресторанного господарства, м^2 ; h_1 – висота поверху будівлі, м; h_2 – висота перекриття, м; h_3 – висота покрівлі, м (h_3 дорівнює сумарній товщині паро-, тепло-, гідроізоляції, захисного шару при суміщеній покрівлі. При наявності технічного поверху $h_3 = 1/2$ висоти технічного поверху, при наявності горищного поверху – $1/3$ висоти поверху в коньку); S_n – площа покрівлі (для суміщеної покрівлі), технічного поверху або горища, м^2 ; R_1 – поправочний коефіцієнт на мінімум температури зовнішнього середовища; T_0 – тривалість опалювального періоду за рік, год.; Δt – середня різниця температур внутрішнього та зовнішнього середовища, $^\circ\text{C}$.

3.5. Приклад теплового розрахунку опалювального приладу

Визначити число секцій чавунного секційного радіатора М-90, встановленого біля зовнішньої стіни без ніші під підвіконням (на відстані від нього 40 мм) на п'ятому поверсі п'ятиповерхового будинку, у двотрубній системі водяного опалення з нижнім розташуванням магістралей, якщо $t_r = 95^\circ\text{C}$, $t_3 = 70^\circ\text{C}$, $t_n = 20^\circ\text{C}$, зниження температури водив подаючій магістралі до стояка $\sum \Delta t_m = 2^\circ\text{C}$, $Q_n = 1148$ Вт. Барометричний тиск в місці забудови 1013,3 гПа (760 мм рт. ст.).

Приймаємо висоту поверху будинку 2,5 м, середні витрати води в стояку 250 кг/год, діаметр труб $D_y = 20$ мм. Тоді сумарне зниження температури води в подаючому стояку, який прокладено через перший – четвертий поверхи будинку, знаходимо за формулою (3.16)

$$\sum t_{3 \text{ ст}} = \frac{78 \cdot 10 \cdot 1,03 \cdot 1,02 \cdot 3600}{4187 \cdot 250} = 2,8^\circ\text{C},$$

Де 78 В/м – тепловіддача 1 м вертикальної труби, визначена за дод. 23.

Витрати води в радіаторі знаходимо за формулою

$$G_{\text{пр}} = \frac{Q_n \beta_1 \beta_2}{c(t_{\text{вх}} - t_{\text{вих}})} = \frac{1148 \cdot 1,03 \cdot 1,02 \cdot 3600}{4187(92 - 2 - 2,8 - 70)} = 52 \text{ кг/год.}$$

Середня температура води в радіаторі за формулою (3.15) з врахуванням зниження температури води в подаючих магістралі та стояку

$$t_{\text{сер}} = 0,5(95 - 2 - 2,8 + 70) = 80,1^\circ\text{C}.$$

Тоді різниця температури $\Delta t_{\text{сер}} = 80,1 - 20 = 60,1^\circ\text{C}$.

Тепловіддачу підводок вертикальних (0,3 м) та горизонтальних (2,0 м) труб діаметром $D_y = 15$ мм розраховуємо при $t_{вх} = 95 - 2 - 2,8 \approx 90$ °С та $t_{вих} = 70$ °С за формулою (3.19)

$$Q_{тр} = 59 \cdot 0,15 + 77 \cdot 0,35 + 37 \cdot 0,15 + 50 \cdot 1,65 = 124 \text{ Вт.}$$

За формулою (3.18) $Q_{пр} = 1148 - 0,9 \cdot 124 = 1036$ Вт.

Використовуючи дод. 16 та 18, за формулою (3.10) визначаємо значення комплексного коефіцієнта ϕ_k

$$\phi_k = \left(\frac{60,1}{70}\right)^{1,15} \cdot \left(\frac{52}{360}\right)^{0,08} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,092 = 0,78;$$

Тоді необхідний номінальний тепловий потік за формулою (3.17) складе

$$Q_{н.т.} = \frac{1036 \cdot 0,95}{0,78} = 1262 \text{ Вт.}$$

Використовуючи значення $Q_{н.т.}$ однієї секції радіатора М-90 (дод. 11), визначимо орієнтовне число секцій приладу $N = 1262/140 = 9,01$.

Обчислюємо за формулою (3.21) коефіцієнт

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{9 \cdot 140} = 0,997$$

та знаходимо за формулою (3.20) мінімальне число секцій приладу при $\beta_4 = 1,05$ за дод. 15

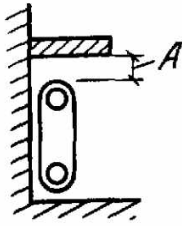
$$N_{\text{мін}} = \frac{1262 \cdot 1,05}{140 \cdot 0,997} = 9,5.$$

Приймаємо до установки десять секцій.

3.6. Зведені таблиці

Таблиця 3.1

Вихідні дані

Показник, розмірність	значення
Тип радіатора	М-90
Спосіб установки, величина A , мм	
Поверх / поверховість будинку	5 / 5
Температура гарячої води в системі, °С	95
Температура зворотної води в системі, °С	70
Температура повітря в приміщенні, °С	20
Сумарне зниження температури води, °С	2
Теплове навантаження приладу, Вт	1148
Висота поверху, м	2,5
Середні витрати води в стояку, кг/год	250
Діаметр умовного проходу труб, мм	20

Біля стіни без ніші і перекритий дошкою у вигляді полиці, $A=40$

Таблиця 3.2

Розрахункові значення

Показник, розмірність	Значення
Витрати води в радіаторі, кг/год	52
Середня температура води в радіаторі, °С	80,1
Необхідний номінальний тепловий потік, Вт	1262
Мінімальне число секцій, шт.	9,5
Виконавча кількість секцій, шт.	10

3.7. Завдання на роботу

Таблиця 3.3

Варіанти завдань

№ варіанту	Тип радіатора	Спосіб установки (номер ескізу за дод. 19), величина А, мм	Поверх / поверховість будинку	Температура гарячої води в системі, °С	Температура зворотної води в системі, °С	Температура повітря в приміщенні, °С	Сумарне зниження температури води, °С	Теплове навантаження приладу, Вт	Висота поверху, м	Середні витрати води в стояку, кг/год	Діаметр умовного проходу труб, мм
1.	МС-140-108	1, 40	1/5	93	68	18	1,5	1140	2,5	246	15
2.	МС-140-98	1, 80	2/5	94	70	20	1,75	1141	2,6	248	20
3.	М-140 АО	1, 100	3/5	95	72	18	2	1142	2,7	250	25
4.	М-140 А	2, 40	4/5	96	68	20	2,25	1143	2,8	252	30
5.	М-90	2, 80	5/5	97	70	18	1,5	1144	3,0	254	15
6.	М-90-108	2, 100	1/7	93	72	20	1,75	1145	2,5	256	20
7.	МС-140-108	3, 260	2/7	94	68	18	2	1146	2,6	258	25
8.	МС-140-98	3, 220	3/7	95	70	20	2,25	1147	2,7	246	30
9.	М-140 АО	3, 180	4/7	96	72	18	1,5	1148	2,8	248	15
10.	М-140 А	3, 150	5/7	97	68	20	1,75	1149	3,0	250	20
11.	М-90	4а, 130	6/7	93	70	18	2	1150	2,5	252	25
12.	М-90-108	4б, 130	7/7	94	72	20	2,25	1140	2,6	254	30
13.	МС-140-108	5, 100	1/9	95	68	18	1,5	1141	2,7	256	15
14.	МС-140-98	6	2/9	96	70	20	1,75	1142	2,8	258	20
15.	М-140 АО	1, 40	3/9	97	72	18	2	1143	3,0	246	25
16.	М-140 А	1, 80	4/9	93	68	20	2,25	1144	2,5	248	30
17.	М-90	1, 100	5/9	94	70	18	1,5	1145	2,6	250	15
18.	М-90-108	2, 40	6/9	95	72	20	1,75	1146	2,7	252	20
19.	МС-140-108	2, 80	7/9	96	68	18	2	1147	2,8	254	25
20.	МС-140-98	2, 100	8/9	97	70	20	2,25	1148	3,0	256	30
21.	М-140 АО	3, 260	9/9	93	72	18	1,5	1149	2,5	258	15
22.	М-140 А	3, 220	1/16	94	68	20	1,75	1150	2,6	246	20
23.	М-90	3, 180	2/16	95	70	18	2	1140	2,7	248	25
24.	М-90-108	3, 150	3/16	96	72	20	2,25	1141	2,8	250	30
25.	МС-140-108	4а, 130	4/16	97	68	18	1,5	1142	3,0	252	15
26.	МС-140-98	4б, 130	5/16	93	70	20	1,75	1143	2,5	254	20

№ варіанту	Тип радіатора	Спосіб установки (номер ескізу за дод. 19), величина А, мм	Поверх / поверховість будинку	Температура гарячої води в системі, °С	Температура зворотної води в	Температура повітря в приміщенні, °С	Сумарне зниження температури води, °С	Теплове навантаження приладу. Вт	Висота поверху, м	Середні витрати води в стояку, кг/год	Діаметр умовного проходу труб, мм
27.	M-140 АО	5, 100	6/16	94	72	18	2	1144	2,6	256	25
28.	M-140 А	6	7/16	95	68	20	2,25	1145	2,7	258	30
29.	M-90	1, 40	8/16	96	70	18	1,5	1146	2,8	246	15
30.	M-90-108	1, 80	9/16	97	72	20	1,75	1147	3,0	248	20
31.	МС-140-108	1, 100	10/16	93	68	18	2	1148	2,5	250	25
32.	МС-140-98	2, 40	11/16	94	70	20	2,25	1149	2,6	252	30
33.	M-140 АО	2, 80	12/16	95	72	18	1,5	1150	2,7	254	15
34.	M-140 А	2, 100	13/16	96	68	20	1,75	1140	2,8	256	20
35.	M-90	3, 260	14/16	97	70	18	2	1141	3,0	258	25
36.	M-90-108	3, 220	15/16	93	72	20	2,25	1142	2,5	246	30
37.	МС-140-108	3, 180	16/16	94	68	18	1,5	1143	2,6	248	15

ДОДАТКИ до практичного заняття (довідкові матеріали)

1. Параметри зовнішнього повітря для міст України

Назва міста	Температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92, °С	Температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92, °С	Тривалість періоду з температурою повітря ≤ 8 °С, діб	Кількість градусо-діб опалювального періоду, г-д	Температурна зона	Параметри зовнішнього повітря холодної пори року для категорії			
						А		Б	
						Температура, °С	Швидкість вітру, м/с	Температура, °С	Швидкість вітру, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бердянськ	-22	-19	168	3024	II	-7	5	-19	5
Вінниця	-26	-21	189	3610	I	-10	7,1	-21	5,2
Джанкой	-21	-17	160	2640	III	-5	6,3	-17	6,3
Дніпро	-26	-23	175	3325	II	-9	7	-23	5,7
Донецьк	-27	-23	183	3623	I	-10	6,2	-23	6,2
Євпаторія	-20	-16	149	2324	IV	3	7,1	-16	7,1
Житомир	-25	-22	192	3610	I	-9	5,4	-22	5,4
Запоріжжя	-25	-22	174	3202	II	-8	7,8	-22	7,1
Івано-Франківськ	-24	-20	184	3330	II	-9	5,8	-20	5,8
Ізмаїл	-17	-14	165	2805	III	-5	9	-14	7
Керч	-19	-15	144	2174	IV	-4	10,2	-15	9
Київ	-26	-22	187	3572	I	-10	5,3	-22	4,2
Кіровоград	-26	-22	185	3515	I	-9	6,7	-22	5,7
Конотоп	-28	-24	195	3920	I	-11	5	-24	4,3
Луганськ	-29	-25	180	3528	I	-10	6,7	-25	5,2
Луцьк	-24	-20	187	3403	II	-8	6,3	-20	6,3
Львів	-23	-19	191	3476	II	-9	7,1	-19	5,1
Маріуполь	-27	-23	168	3259	II	-9	12	-23	8
Миколаїв	-23	-20	165	2904	III	-7	11	-20	10
Одеса	-21	-18	165	2805	III	-6	12	-18	11
Полтава	-27	-23	187	3721	I	-11	6,8	-23	6,2
Рівне	-25	-21	191	3534	I	-9	6,8	-21	5,1
Севастополь	-14	-11	140	2016	IV	0	10,2	-11	9
Сімферополь	-20	-16	158	2544	III	-4	3,2	-16	8

Назва міста	Температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92, °С	Температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92, °С	Тривалість періоду з температурою повітря ≤ 8 °С, дів	Кількість градусо-днів опалювального періоду, г-д	Температурна зона	Параметри зовнішнього повітря холодної пори року для категорії			
						А		Б	
						Температура, °С	Швидкість вітру, м/с	Температура, °С	Швидкість вітру, м/с
Суми	-28	-24	195	3998	I	-12	5,9	-24	5,9
Тернопіль	-24	-21	190	3515	I	-9	7,1	-21	5,1
Ужгород	-22	-18	162	2657	III	-6	6	-18	4,3
Феодосія	-19	-15	144	2174	IV	-2	6	-15	6
Харків	-28	-23	189	3799	I	-11	6,7	-23	6,1
Херсон	-23	-19	167	2906	III	-7	9,9	-19	8
Хмельницький	-25	-21	191	3553	I	-9	5,7	-21	5,7
Черкаси	-26	-22	189	3591	I	-9	6	-22	6
Чернівці	-24	-20	179	3258	II	-9	5,4	-20	5,4
Чернігів	-27	-23	191	3763	I	-10	4,2	-23	3,8
Ялта	-8	-6	126	1613	IV	1	9	-6	8,7

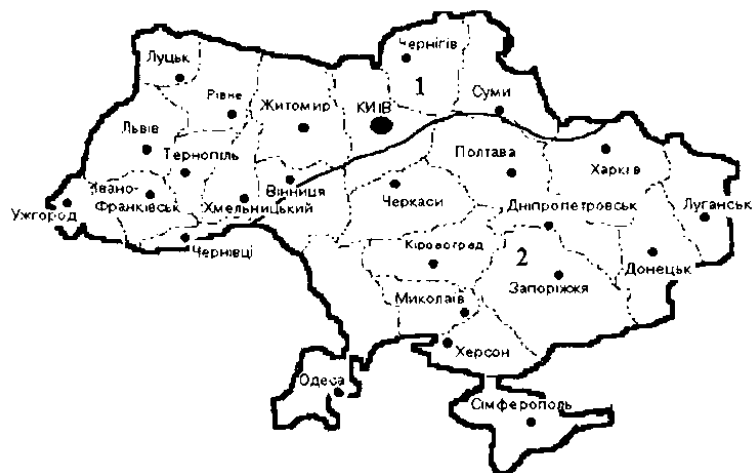


Рис. Д.1 зона вологості території України:
1 – зона нормальної вологості; 2 – суха зона



Рис. Д.2 Температурні зони території України:

I зона – 3501 градусодіб та більше; II зона – від 3001 до 3500 градусодіб;
 III зона – від 2501 до 3000 градусодіб; IV зона – 2500 градусодіб та менше

2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Wt$

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} для температурної зони			
		I	II	III	IV
1	Зовнішні стіни	2,8	2,5	2,2	2,0
2a*	Покриття й перекриття неопалюваних горюч	4,95	4,5	3,9	3,3
2б		3,3	3,0	2,6	2,2
3	Перекриття над проїздами та холодними підвалами, що межують із холодним повітрям	3,5	3,3	3,0	2,5
4	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані вище рівня землі	2,8	2,6	2,2	2,0
5a*	Перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані нижче рівня землі*	3,75	3,45	3,0	2,7
5б		2,5	2,3	2,0	1,8
6a	Вікна, балконні двері, вітрини, вітражі, світло прозорі фасади	0,6	0,56	0,5	0,45
6б		0,5	0,5	0,5	0,45
7	Вхідні двері в багатоповерхові житлові будинки та в громадські будинки	0,44	0,41	0,39	0,32
8	Вхідні двері в багатоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,6	0,56	0,54	0,45
9	Вхідні двері в квартири, що розташовані вище першого поверху	0,25	0,25	0,25	0,25

3. Вологісний режим приміщень

Вологісний режим приміщень	Вологість внутрішнього повітря, %, при температурі		
	до 12 °C	12-24 °C	понад 24 °C
Сухий	до 60	до 50	до 40
Нормальний	60-75	50-60	40-50
Вологий	понад 75	60-75	50-60
Мокрий	-	понад 75	понад 60

4. Вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях

Вологісний режим приміщень	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б

Примітка. Матеріали внутрішніх конструкцій будинків із нормальним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації А.

5. Коефіцієнт теплопровідності будматеріалів

№ п/п	Матеріал, конструкція	Густина матеріалу в сухому стані ρ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності (при умовах експлуатації з дод 8) λ , Вт/(м·°С)	
			А	Б
1	Залізобетон	2500	1,92	2,04
2	Бетон на гравію або щебеню	2400	1,74	1,86
3	Туфобетон	1800	0,87	0,99
5	Пемзобетон	1600	0,62	0,68
9	Керамзитобетон на кварцовому піску	1200	0,52	0,58
11	Керамзитобетон на перлітовому піску	1000	0,35	0,41
13	Перлітобетон	1200	0,44	0,50
15	Шлакопемзобетон	1800	0,63	0,76
17	Газо- і пінобетон, газо- і піносилікат	1000	0,41	0,47
19	Газо- і пінозолобетон	1200	0,52	0,58
21	Цементно-піщаний розчин	1800	0,76	0,93
22	Складний розчин (пісок, вапно, цемент)	1700	0,70	0,87
23	Вапняно-піщаний розчин	1600	0,70	0,81
24	Плити з гіпсу	1200	0,41	0,47
26	Листи з гіпсу обшивні (сухий тиньк)	800	0,19	0,21
27	Кладка з суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	1800	0,70	0,81
28	Кладка з суцільної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	1800	0,76	0,87
30	Кладка з суцільної шлакової цегли на цементно-піщаному розчині	1500	0,64	0,70
31	Облицювання гранітом, базальтом	2800	3,49	3,49
32	Облицювання мармуром	2800	2,91	2,91
33	Облицювання вапняком	2000	1,16	1,28
35	Облицювання туфом	2000	0,93	1,05
37	Сосна поперек волокон	500	0,14	0,18
38	Сосна вздовж волокон	500	0,29	0,35
39	Дуб поперек волокон	700	0,18	0,23
40	Дуб уздовж волокон	700	0,35	0,41
41	Фанера клесна	600	0,15	0,18
42	Картон лицювальний	1000	0,21	0,23
43	Плити деревно-волокнисті і деревно-стружкові	1000	0,23	0,29
44	-//-	200	0,07	0,08
45	Плити фібролітові на портландцементі	800	0,24	0,30

№ п/п	Матеріал, конструкція	Густина матеріалу в сухому стані ρ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності (при умовах експлуатації з дод 8) λ , Вт/(м·°C)	
			А	Б
46	-//-	300	0,11	0,14
47	Клоччя	150	0,06	0,07
48	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	50	0,045	0,046
49	-//-	30	0,046	0,047
50	Плити мінераловатні гофрованої структури	100	0,053	0,06
51	-//-	70	0,05	0,055
52	Пінополістирол	50	0,04	0,045
53	-//-	35	0,041	0,05
54	Пінопласт	125	0,06	0,064
55	-//-	100	0,05	0,052
56	Пінополіуретан	80	0,05	0,05
57	-//-	40	0,04	0,04
58	Гравій керамзитовий	800	0,21	0,23
59	-//-	200	0,11	0,12
60	Гравій шунгізитовий	800	0,20	0,23
61	-//-	400	0,13	0,14
62	Пісок для будівельних робіт	1600	0,47	0,58
63	Піноскло або газоскло	400	0,12	0,14
64	-//-	200	0,08	0,09
65	Листи азбоцементні плоскі	1800	0,47	0,52
66	-//-	1600	0,35	0,41
67	Бітум нафтовий будівельний і покрівельний	1400	0,27	0,27
68	-//-	1000	0,17	0,17
69	Асфальтобетон	2100	1,05	1,05
70	Руберойд	600	0,17	0,17
71	Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий	1800	0,38	0,38
72	-//-	1600	0,33	0,33

6. Опір теплопередачі вікон, балконних дверей та ліхтарів

№ п/п	Заповнення світлового прорізу	Приведений опір теплопередачі, м ² ·°C/Вт
1	Одинарне засклення у дерев'яній рамі	0,18
2	Одинарне засклення у металевій рамі	0,15
3	Подвійне засклення у дерев'яній спареній рамі	0,39
4	Подвійне засклення у дерев'яних окремих рамах	0,42
5	Подвійне засклення у металевих окремих рамах	0,34
6	Подвійне засклення вітрин у металевих окремих рамах	0,31
7	Потрійне засклення у дерев'яних окремо-спарених рамах	0,55
8	Потрійне засклення вітрин у металевих окремих рамах	0,46
9	Блоки скляні порожнисті	0,31-0,33
11	Профільне скло швелерного перерізу	0,16
12	Профільне скло коробчатого перерізу	0,31
13	Органічне скло одинарне	0,19
14	Органічне скло подвійне	0,36

15	Органічне скло потрійне	0,52
16	Двошарові склопакети у дерев'яній рамі	0,36
17	Двошарові склопакети у металевій рамі	0,31
18	Двошарові склопакети та одинарне засклення у окремих дерев'яних рамах	0,53

Примітка. Значення приведених термічних опорів теплопередачі світлових прорізів у дерев'яних рамах наведені для випадків, коли відношення площі засклення до площі заповнень світлових прорізів становить 0,75-0,85. При відношенні площі засклення до площі заповнення світлового прорізу у дерев'яних рамах, рівному 0,6-0,74, вказані у таблиці значення слід збільшити на 10%, а при відношенні площ, рівному 0,86 і більше, відповідно зменшити на 5%.

7. Термічний опір замкнених повітряних прошарків

№ п/п	Товщина повітряного прошарку, м	Термічний опір замкненого повітряного прошарку, $m^2 \cdot ^\circ C / W$			
		горизонтального при потоку тепла знизу вгору та вертикального		горизонтального при потоку тепла зверху вниз	
		при температурі повітря в прошарку			
		додатній	від'ємний	додатній	від'ємний
1	0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
2	0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
3	0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
4	0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
5	0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
6	0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
7	0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примітка. При обклеюванні однієї чи обох поверхонь, між якими знаходиться повітряний прошарок, алюмінієвою фольгою термічний опір потрібно збільшити у 2 рази.

8. Значення поправочного коефіцієнта n на різницю температур

№ п/п	Огороджувальні конструкції	Коефіцієнт n
1	2	3
1	Зовнішні стіни і покриття (втому числі вентилявані зовнішнім повітрям), горищні перекриття (з покрівлею із штучних матеріалів) і над проїздами	1
2	Перекриття над холодними підвалами, які сполучені із зовнішнім повітрям	0,9
3	Перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами у стінах	0,75
4	Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташованих вище рівня землі	0,6
5	Перекриття над неопалюваними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі	0,4

9. Значення коефіцієнта тепловіддачі α_v на внутрішній поверхні огороження

№ п/п	Внутрішня поверхня огорожувальних конструкцій	Коефіцієнт тепловіддачі α_v , Вт/(м ² ·°С)
1	Стін, підлог, гладких стель, стель з ребрами при відношенні висоти ребер h до відстані a між гранями сусідніх ребер $h/a < 0,3$	8,7
2	Стель з виступаючими ребрами при відношенні $h/a > 0,3$	7,6
3	Зенітних ліхтарів	9,9

10. Значення коефіцієнта тепловіддачі α_z на зовнішній поверхні огороження для зимових умов

№ п/п	Зовнішня поверхня огорожувальних конструкцій	Коефіцієнт тепловіддачі α_z , Вт/(м ² ·°С)
1	Зовнішніх стін, покриття, перекриття над проїздами	23
2	Перекриття над холодними підвалами, які сполучені із зовнішнім повітрям	17
3	Перекриття горючого і над неопалюваними підвалами із світловими прорізами у стінах, а також зовнішніх стін з повітряним прошарком, вентильованим зовнішнім повітрям	12
4	Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташованих вище рівня землі, і над неопалюваними технічними підпіллями, розташованими нижче рівня землі	6

11. Технічна характеристика опалювальних приладів

Позначення приладу	Площа нагрівальної поверхні А, м ²	Номінальний тепловий потік, $Q_{н.у.}$, Вт (ккал/год)	Будівельні розміри				Маса, кг
			l	l_1	l_2	l_3	
Радіатори чавунні секційні							
МС-140-108	0,244	185 (159)	500	588	140	108	7,62
МС-140-98	0,240	174 (150)	500	588	140	98	7,4
М-140 АО	0,299	178 (153)	500	582	140	96	8,45
М-140 А	0,245	164 (141)	500	582	140	96	7,8
М-90	0,200	140 (120)	500	582	90	96	6,15
М-90-108	0,187	150 (129)	500	588	90	108	6,15
Радіатори сталеві панельні типу РСВІ							
Однорядні кінцеві та прохідні (з індексом «п»)							
РСВІ-1	0,71	504	563	518	708	538	7,8
РСВІ-1п		(433)					8,3
РСВІ-2	0,95	676	749	704	894	724	10,3
РСВІ-2п		(581)					10,8
РСВІ-3	1,19	850	935	890	1080	910	12,8
РСВІ-3п		(731)					13,3
РСВІ-4	1,44	1025	1121	1076	1266	1096	15,3
РСВІ-4п		(981)					15,8

Позначення приладу	Площа нагрівальної поверхні А, м ²	Номінальний тепловий потік, Q _{н.у.} , Вт (ккал/год)	Будівельні розміри				Маса, кг
			l	l ₁	l ₂	l ₃	
РВСІ-5	1,68	1199	1307	1262	1452	1282	17,9
РВСІ-5П		(1031)					18,4
<i>Дворядні кінцеві</i>							
2РВСІ-1	1,42	873 (751)	563	518	–	538	15,7
2РВСІ-2	1,9	1177 (1012)	749	704	–	724	20,78
2РВСІ-3	2,38	1475 (1268)	935	890	–	910	25,82
2РВСІ-4	2,88	1779 (1530)	1121	1076	–	1096	30,86
2РВСІ-5	3,36	2083 (1791)	1307	1262	–	1282	35,9
Радіатори сталеві панельні чотириходові типу РСГ2							
<i>Однорядні</i>							
РСГ2-1-2	0,54	400 (344)	440	–	–	410	6,0
РСГ2-1-3	0,74	553 (476)	595	–	–	565	8,3
РСГ2-1-4	0,95	706 (607)	755	–	–	725	10,5
РСГ2-1-5	1,19	881 (758)	940	–	–	910	13,2
РСГ2-1-6	1,44	1056 (908)	1130	–	–	1100	15,9
РСГ2-1-7	1,68	1231 (1059)	1315	–	–	1285	18,5
РСГ2-1-8	1,93	1406 (1209)	1505	–	–	1475	21,1
РСГ2-1-9	2,17	1581 (1360)	1690	–	–	1660	23,3
<i>дворядні</i>							
РСГ2-2-4	<u>1,08</u>	1160	755	–	–	725	22,0
	<u>1,37*</u>	(998)					
РСГ2-2-5	<u>1,48</u>	1446	940	–	–	910	27,4
	<u>1,71*</u>	(1244)					
РСГ2-2-6	<u>1,90</u>	1730	1130	–	–	1100	32,8
	<u>2,04*</u>	(1488)					
РСГ2-2-7	<u>2,38</u>	2012	1315	–	–	1285	38,0
	<u>2,38*</u>	(1730)					
РСГ2-2-8	<u>3,36</u>	2294	1505	–	–	1475	43,4
	<u>2,71*</u>	(1973)					
РСГ2-2-9	<u>4,31</u>	2574	1690	–	–	1660	48,6
	<u>3,04*</u>	(2214)					

12. Значення коефіцієнта β_1

Крок номенклатурного значення ряду опалювальних приладів, Вт (ккал/год)	β_1
1	2
120 (103)	1,02
150 (129)	1,03
180 (155)	1,04
210 (181)	1,06
240 (206)	1,08
300 (258)	1,13

Примітка: Для опалювальних приладів приміщення з номінальним тепловим потоком більше 2,3 кВт (1978 ккал/год) замість β_1 приймають коефіцієнт $\beta'_1 = 0,5(1 + \beta_1)$

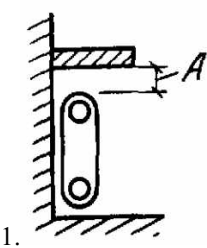
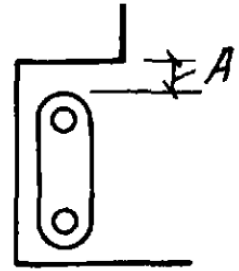
13. Значення коефіцієнта β_2

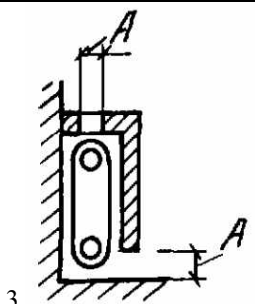
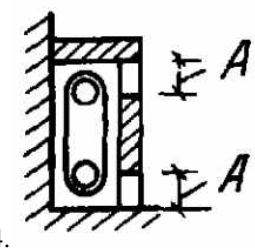
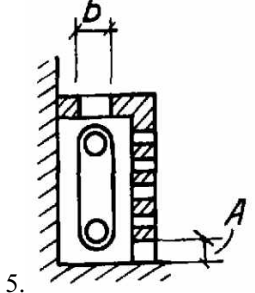
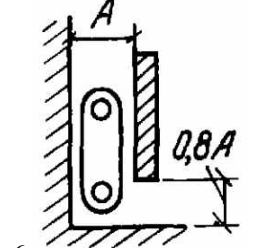
Опалювальний прилад	Значення коефіцієнта β_2 при установці прибору	
	Біля зовнішньої стіни, в тому числі під світловим прорізом	Біля застаканеного світлового прорізу
Радіатор		
Чавунний секційний	1,02	1,07
Сталевий панельний	1,04	1,10
Конвектор		
З кожухом	1,02	1,05
Без кожуха	1,03	1,07

14. Значення коефіцієнта β_3

Кількість секцій в приладі	До 15	16–20	21–25
β_3	1,0	0,98	0,96

15. Значення коефіцієнта β_4 , що враховує спосіб встановлення опалювальних приладів

Ескіз встановлення приладу	Спосіб встановлення приладу	A, мм	β_4
 <p>1.</p>	Біля стіни без ніші і перекритий дошкою у вигляді полиці	40	1,05
		80	1,03
		100	1,02
 <p>2.</p>	У стінній ніші	40	1,11
		80	1,07
		100	1,06

Ескіз встановлення приладу	Спосіб встановлення приладу	A, мм	□ ₄
 <p>3.</p>	У стіні без ніші і закритий дерев'яною шафою зі щілинами в його передній стінці біля підлоги та у верхній дошці	260 220 180 150	1,12 1,13 1,19 1,25
 <p>4.</p>	Те саме, але зі щілинами у верхній частині передньої дошки а) Відкритими б) Закритими сітками	130 130	1,2 1,4
 <p>5.</p>	Біля стіни без ніші та закритий шафою, у верхній дошці якої прорізана щілина, ширина якої не менше глибини приладу. Спереду шафа закрита решіткою, що не доходить до підлоги на відстань не менше 100 мм	100	1,15
 <p>6.</p>	Біля стіни без ніші, та закритий екраном, що не доходить до підлоги на відстань 0,8A		0,9

16. Значення коефіцієнту ν врахування розрахункового атмосферного тиску для опалювальних приладів

Тип опалювального приладу	Значення ν при атмосферному тиску, гПа (мм рт.ст.)								
	1040 (780)	1013,3 (760)	1000 (750)	987 (740)	973 (730)	960 (720)	947 (710)	933 (700)	920 (690)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Радіатор панельний сталевий однорядний	1,008	1,0	0,996	0,991	0,987	0,982	0,978	0,973	0,968
Радіатор дворядний та секційний чавунний	1,011	1,0	0,994	0,989	0,983	0,977	0,972	0,966	0,960
Конвектор без кожуха	1,012	1,0	0,994	0,988	0,982	0,976	0,970	0,963	0,957
Труба ребриста Прилад «Корал» Конвектор з кожухом	1,015	1,0	0,992	0,983	0,975	0,968	0,961	0,954	0,947

17. Значення коефіцієнту Ψ обліку напрямку руху теплоносія води в приладі знизу вгору для чавунних секційних та сталевих панельних РВС1 радіаторів

Тепловий потік приладу, Вт (ккал/год)	Значення Ψ при витратах води в підведенні до приладу $G_{пр}$, кг/год												
	30	40	50	60	70	100	140	180	275	400	600	800	1000
До 400 (344)	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	1,0		
400–525	0,92	0,94	0,95	0,95	0,96	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0	
(344–451)													
525–700	0,89	0,92	0,92	0,95	0,95	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,0
(451–602)													
700–870	0,86	0,89	0,90	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
(602–748)													
870–1000	0,84	0,88	0,89	0,92	0,93	0,95	0,97	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
(748–860)													
1000–1150		0,86	0,86	0,91	0,92	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
(860–989)													
1150–1500		0,85	0,86	0,89	0,9	0,93	0,95	0,96	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
(989–1290)													
1500–1750				0,87	0,88	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99
(1290–1505)													

**18. Значення показників n, p, c для визначення теплового потоку
опалювальних приладів**

Тип опалювального приладу	Напрямок руху теплоносія	Витрати теплоносія G, кг/год	n	p	c
Радіатор чавунний секційний і металевий панельний однорядний і двохрядний типу РСВ1	Зверху – вниз	18-50	0,3	0,02	1,039
		54-536		0	1,0
	536-900	0,01	0,996		
	Знизу – вниз	18-115	0,15	0,08	1,039
	119-900	0		1,0	
	Знизу – вверх	18-61	0,25	0,12	1,113
		65-900		0,04	0,97
Конвектор настінний з кожухом типу «Комфорт-20» і конвектор підлоговий з кожухом типів «Ритм», «Ритм 1500»		36-86	0,35	0,18	1
		90-900		0,07	
Конвектор підлоговий високий типу «КВ»		36-900	0,25	0,1	1
Конвектор настінний з кожухом типів «Універсал», «Універсал С»	Будь-який	36-86	0,3	0,18	1
		90-900		0,07	
Конвектор настінний без кожуха типу «Акорд» однорядний і двохрядний	Будь-який	36-900	0,2	0,03	1
Радіатор металевий панельний типу РСГ2 однорядний	Зверху – вниз	22-288	0,3	0,025	1
	324-900	0			
	Знизу – вверх	22-288	0,25	0,08	1
	324-900	0			
Те саме, двохрядний	Зверху – вниз	22-288	0,3	0,01	1
	324-900	0			
	Знизу – вверх	22-288	0,25	0,08	1
	324-900	0			
Конвектор опалювальний типу «Прогрес 15к»	Будь-який	36-900	0,2	0,06	1
Конвектор опалювальний типу «Прогрес 20к»		36-900	0,14	0,07	1
Труба опалювальна чавунна		36-900	0,25	0,07	1
Прилад опалювальний біметалевий литий типу «Корал»		96-900	0,3	0,04	1
Труба опалювальна металева D _y =40-100	Будь-який	30-900	0,32	0	1

19. Значення коефіцієнту затікання води α в приладових вузлах з радіаторами секційними та панельними типу РСВ1

Приладовий Вузол	Приєднання приладів до стояка	Підведення з замикаючою ділянкою	α
З трьохходовим краном КРТ	Одностороннє	-	1,0
	Двостороннє	-	0,5
З прохідним краном КРТ	Одностороннє	Зміщеним*	0,5
		Осьовим	0,33
	Двостороннє	Зміщеним	0,2
		Осьовим	0,17

*При підведенні з утками для вузла $\alpha=0,33$, для решта α не змінюється

20. Вплив фарбування поверхні на тепловіддачу приладу

Радіатор	Склад і колір фарбування	Змінення тепловіддачі приладу, %
Чавунний секційний	Цинкові біліла	+2,2
	Теракотова фарба, розчинена у бензині (матова поверхня)	+0,9
	Теж саме, на натуральній оліфі (блискуча поверхня)	-1,7
	Алюмінієва фарба, розчинена у нітролаку	-8,5
Стальний панельний	Теж саме	-13

21. Значення номінального умовного коефіцієнту теплопередачі опалювальних приладів

Тип опалювального приладу	Значення K_{vy}	
	Вт/(м ² ·К)	ккал/(год· м ² ·°С)
Радіатор чавунний Секційний:	МС-140-98	8,92
	МС-140-108	9,31
	МС-90-108	9,85
Конвектор з кожухом:	Універсал	4,39(5,2)*
	Універсал С	4,24

*Данні відповідають кроку пластин

22. Розрахункова площа гріючої поверхні радіатора

Кількість секцій	Розрахункова площа гріючої поверхні радіатора A_p , м ² , при типі приладу					
	МС-140-108	МС-140-98	МС-140-АО	М-140-А	М-90	МС-90-108
2	0,49	0,48	0,6	0,55	0,55	0,42
3	0,73	0,72	0,93	0,8	0,64	0,60
4	0,97	0,96	1,22	1,04	0,84	0,78
5	1,21	1,2	1,51	1,29	1,06	0,97
6	1,46	1,44	1,80	1,54	1,22	1,15
7	1,70	1,68	2,09	1,78	1,42	1,33
8	1,94	1,92	2,38	2,03	1,61	1,50
9	2,19	2,16	2,67	2,28	1,8	1,64
10	2,43	2,4	2,96	2,52	2,0	1,84
11	2,67	2,64	3,25	2,77	2,19	2,05
12	2,92	2,88	3,54	3,02	2,39	2,24
13	3,16	3,12	3,63	3,26	2,58	2,42
14	3,40	3,36	4,12	3,51	2,77	2,60
15	3,64	3,6	4,41	3,75	2,97	2,78
16	3,81	3,76	4,7	4,0	3,16	2,99
17	4,05	4,0	4,99	4,25	3,36	3,14
18	4,29	4,23	5,28	4,49	3,55	3,22
19	4,52	4,47	5,57	4,74	3,74	3,50
20	4,76	4,7	5,86	4,99	3,94	3,69
21	4,90	4,83	6,15	5,23	4,13	3,87
22	5,13	5,07	6,44	5,48	4,32	4,05
23	5,36	5,3	6,73	5,73	4,52	4,23
24	5,60	5,53	7,02	5,97	4,71	4,41
25	5,83	5,76	7,31	6,22	4,91	4,59

23. Тепловіддача відкрито прокладених трубопроводів систем водяного опалення

$t_2 - t_6$, °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_2 - t_6$, °C, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	10	15	16	17	17	18	18	20	21	21	22
		22	23	23	24	25	26	28	28	29	30
	15	20	21	21	22	23	24	24	25	26	28
		26	28	29	30	31	32	34	35	36	37
	20	23	24	25	26	28	29	31	32	34	35
		32	34	35	36	38	39	41	42	43	44
	25	31	32	34	35	36	37	38	41	42	43
		39	41	43	44	45	47	49	51	52	53
	32	39	41	43	44	45	47	50	51	52	54
		47	50	52	54	56	58	60	63	64	67
	40	51	53	56	58	60	63	65	67	69	72
		53	56	58	60	63	65	67	69	72	74
	50	56	58	60	63	65	67	69	72	74	77
		65	67	69	73	77	78	81	84	87	90
	40	10	22	23	24	24	25	25	27	28	28
31			32	32	34	35	36	37	38	39	41
15		28	30	30	31	32	34	34	35	36	37
		38	39	41	42	43	44	44	46	47	49

$t_2 - t_g,$ °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_2 - t_g,$ °C, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	20	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46
		46	47	50	52	53	55	57	58	59	60
	25	44	46	47	49	51	52	53	55	56	58
		57	59	63	65	66	68	71	72	74	75
	32	56	58	60	61	64	65	67	68	71	73
		74	77	79	81	84	86	89	92	94	96
	40	64	66	68	70	72	74	77	78	80	82
		77	79	80	84	86	88	89	92	94	97
	50	79	82	85	87	88	93	95	97	100	103
		93	95	99	101	105	107	110	113	115	118
50	10	30	30	31	32	32	34	35	35	36	37
		41	42	43	44	45	46	47	49	50	50
	15	38	38	39	41	41	43	44	44	45	46
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	47	49	50	51	52	53	54	56	57	58
		60	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	59	60	62	64	65	67	68	70	72	73
		73	74	76	79	80	82	85	86	88	91
	32	74	76	78	80	82	84	86	88	91	92
		91	92	94	96	99	101	103	106	108	112
40	85	86	88	91	93	96	97	99	101	103	
	100	102	106	108	110	113	116	118	121	124	
50	106	108	111	114	117	120	123	125	128	131	
	122	125	129	132	135	138	141	144	148	151	
60	10	38	38	39	41	42	42	43	44	44	45
		52	52	53	54	56	57	58	59	60	62
	15	47	49	50	51	52	53	55	55	56	57
		63	65	66	67	69	70	71	73	74	75
	20	59	61	63	64	65	66	67	68	70	72
		77	79	80	81	83	85	86	88	89	92
	25	74	76	78	79	81	83	85	86	88	89
		92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
	32	94	96	98	100	102	105	106	108	110	113
		114	115	118	121	123	125	128	130	132	135
40	107	109	111	114	116	119	121	123	125	128	
	127	129	132	135	137	141	143	145	149	151	
50	134	137	141	143	146	149	152	156	158	162	
	155	157	160	164	167	171	174	177	182	185	
70	10	46	48	49	49	50	51	52	52	53	55
		63	64	65	66	67	68	70	71	73	73
	15	59	60	61	63	64	65	66	67	68	70
		77	79	80	81	82	84	86	87	89	91
	20	74	79	77	78	80	81	83	84	86	87
		93	95	96	97	100	102	103	105	107	108
	25	93	94	96	97	100	101	103	107	107	109
		113	114	116	118	121	123	125	128	128	131
	32	117	119	121	123	125	128	130	133	135	137
		138	141	143	145	148	151	153	156	159	162
40	132	135	137	140	143	145	148	151	152	154	
	155	157	160	163	166	168	172	174	178	180	
50	165	167	171	174	178	180	185	187	191	194	
	187	191	194	198	202	205	208	213	215	218	

$t_2 - t_6$, °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_2 - t_6$, °C, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	10	56	57	58	58	59	60	61	63	64	65
		75	75	78	79	80	81	82	84	85	86
	15	71	72	73	74	75	77	78	79	81	83
		92	93	94	96	98	100	101	101	102	105
	20	98	89	92	93	94	96	98	90	101	102
		109	111	114	115	117	120	121	123	125	127
	25	110	113	114	116	119	120	122	124	125	128
		134	136	138	141	143	145	146	149	151	153
	32	139	142	144	146	149	151	153	156	158	162
		164	166	170	172	174	178	180	182	186	188
40	158	160	165	166	169	173	174	177	180	182	
	184	186	189	192	195	198	201	204	208	210	
50	196	200	203	207	210	214	217	221	224	238	
	223	227	230	235	238	242	246	250	253	257	
90	10	65	66	67	68	70	71	72	72	73	74
		87	88	91	91	93	93	95	96	97	99
	15	82	84	86	87	88	89	91	92	93	94
		107	108	110	112	114	115	117	119	120	122
	20	103	106	107	108	110	112	114	115	116	118
		128	131	132	135	137	138	141	143	144	146
	25	130	131	134	136	137	138	139	142	146	148
		156	158	160	163	164	167	170	172	175	177
	32	164	166	168	171	173	175	179	181	184	186
		191	194	196	200	201	204	208	212	214	216
40	186	188	190	194	196	200	202	206	208	212	
	214	217	220	223	227	229	232	236	238	242	
50	231	235	238	243	246	250	253	257	260	264	
	260	265	270	272	275	280	284	288	293	296	
100	10	75	77	78	79	80	81	82	83	84	85
		101	102	103	105	106	107	108	110	112	113
	15	95	97	99	100	100	101	102	103	105	106
		122	124	126	128	129	131	134	135	136	138
	20	120	122	123	124	127	129	130	132	134	136
		149	152	155	156	158	159	162	164	166	169
	25	149	150	152	154	157	159	162	164	156	167
		180	182	186	188	191	194	195	199	200	203
	32	188	191	193	196	199	202	204	206	209	212
		222	224	228	231	235	237	239	243	246	250
40	214	217	220	223	227	230	233	236	239	242	
	246	250	253	257	260	265	267	271	274	278	
50	268	272	275	279	284	287	292	295	299	303	
	300	305	309	314	318	322	327	330	335	339	
110	10	98	99	100	101	102	104	105	106	107	108
		128	130	131	133	135	136	138	140	141	143
	15	122	123	124	126	128	129	130	132	134	135
		156	158	160	162	164	166	168	170	172	173
	20	154	156	157	159	160	162	164	166	168	170
		191	193	195	198	200	202	205	207	209	202
	25	162	194	197	199	201	204	206	208	211	213
		233	235	238	241	244	247	249	252	255	257
	32	226	229	231	234	237	240	242	244	247	251
		266	269	273	276	280	282	284	288	291	295
40	257	260	263	266	270	274	277	280	283	286	

$t_2 - t_6$, °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_2 - t_6$, °C, через 1°C										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	50	295	300	302	307	310	315	317	321	325	329	
		295	299	302	306	312	315	321	324	327	330	
		330	335	339	345	349	354	359	362	368	370	
120	10	98	99	100	101	102	104	105	106	107	108	
		128	130	131	133	135	136	138	140	141	143	
	15	122	123	124	126	128	129	130	132	134	135	
		156	158	160	162	164	166	168	170	172	173	
	20	154	156	157	159	160	162	164	166	168	170	
		191	193	195	198	200	202	205	207	209	212	
	25	192	194	197	199	201	204	206	208	211	213	
		233	235	238	241	244	247	249	252	255	257	
	32	226	229	231	234	237	240	242	244	247	251	
		266	269	273	276	280	282	284	288	291	295	
	40	257	260	263	266	270	274	277	280	283	286	
		295	300	302	307	310	315	317	321	325	329	
	50	321	326	329	333	338	341	347	350	354	358	
		360	366	369	375	379	383	388	391	397	401	
	130	10	97	100	101	102	103	104	105	106	107	108
			131	132	133	135	136	137	138	141	143	144
		15	123	125	128	129	129	130	130	132	134	135
			159	160	163	165	166	168	171	173	174	176
20		156	158	159	160	163	166	167	169	171	173	
		194	197	200	201	203	204	208	210	212	215	
25		194	194	197	200	202	204	208	210	212	213	
		234	236	241	242	246	249	250	255	256	259	
32		244	248	249	253	256	259	261	264	267	270	
		269	290	295	298	303	304	306	311	314	319	
40		278	281	284	288	292	295	300	302	305	308	
		320	324	327	331	334	340	342	347	350	354	
50		348	352	355	360	365	369	374	378	382	386	
		390	395	400	405	409	414	419	422	428	432	

Примітки:

1. Верхній рядок для вертикальних трубопроводів, нижній – для горизонтальних
2. Тепловіддача трубопроводів прийнята при d_y до 50 мм включно для труб легких і звичайних за ДСТУ 8936:2019, при d_y більше 50 мм – для труб сталевих електрозварних прямо шовних за ГОСТ 10704-76

Переведення одиниць

1 Ккал	4,19 кДж
1 Ккал/год	1,16 Вт
1 Вт	3,6 кДж/год
1 кДж/год	0,28 Вт

1. Пояснення до формули (3.16)

В методичних рекомендаціях сказано:

Приймаємо висоту поверху будинку 2,5 м, середні витрати води в стояку 250 кг/год, діаметр труб $D_s = 20$ мм. Тоді сумарне зниження температури води в подаючому стояку, який прокладено через перший – четвертий поверхи будинку, знаходимо за формулою (2.9)

$$\sum t_{scm} = \frac{78 \cdot 10 \cdot 1,03 \cdot 1,02 \cdot 3600}{4187 \cdot 250} = 2,8^\circ\text{C},$$

Де 78 Вт/м – тепловіддача 1 м вертикальної труби, визначена за дод.

Як же визначили, що тепловіддача 1 м вертикальної труби дорівнює 78? Розраховуємо температуру, за якою будемо визначати тепловіддачу. Це різниця таких заданих температур: $t_2 - t_3 - \sum \Delta t_m = 95 - 20 - 2 = 73^\circ$. Розкладаємо цю температуру на доданки $73 = 70 + 3$. Тепер користуємось додатком 23.

$t_2 - t_3$, °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_2 - t_3$, °C, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70 розрахована температура $t_2 - t_3 - \sum \Delta t_m = 95 - 20 - 2 = 73^\circ = 70^\circ + 3^\circ$	10	46	48	49	49	50	51	52	52	53	55
		63	64	65	66	67	68	70	71	73	73
	15	59	60	61	63	64	65	66	67	68	70
		77	79	80	81	82	84	86	87	89	91
	20	74	79	77	78	80	81	83	84	86	87
		93	95	96	97	100	102	103	105	107	108
	25	93	94	96	97	100	101	103	107	107	109
		113	114	116	118	121	123	125	128	128	131
	32	117	119	121	123	125	128	130	133	135	137
		138	141	143	145	148	151	153	156	159	162
40	132	135	137	140	143	145	148	151	152	154	
	155	157	160	163	166	168	172	174	178	180	
50	165	167	171	174	178	180	185	187	191	194	
	187	191	194	198	202	205	208	213	215	218	

Знайдене значення тепловіддачі 1 м вертикальної труби

2. Пояснення до формули (3.19)

В методичних рекомендаціях сказано:

Тепловіддачу підводок вертикальних (0,3 м) та горизонтальних (2,0 м) труб діаметром $D_v = 15$ мм розраховуємо при $t_{\text{вх}} = 95 - 2 - 2,8 \approx 90^\circ\text{C}$ та $t_{\text{п}} = 70^\circ\text{C}$ за формулою (2.12)

$$Q_{\text{сп}} = 59 \cdot 0,15 + 77 \cdot 0,35 + 37 \cdot 0,15 + 50 \cdot 1,65 = 124 \text{ Вт.}$$

Підводки складаються з безпосередньо підводів та відводів. Таким чином, маємо чотири доданки, як це відмічено на формулі.

 вертикальні підводки, горизонтальні підводки, підводи, відводи.

Для перших двох доданків () тепловіддачу визначаємо для $t_{\text{вх}} = 90^\circ$. Знаходимо різницю $t_{\text{вх}} - t_{\text{п}} = 90 - 20 = 70^\circ$. $t_{\text{п}}$ – температура повітря в приміщенні, в прикладі, що розглядається в методичних рекомендаціях $t_{\text{п}} = 20^\circ$.

$t_v - t_e$, °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_v - t_e$, °C, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70 ↑ температура $t_{\text{вх}} - t_{\text{п}}$	10	46	48	49	49	50	51	52	52	53	55
		63	64	65	66	67	68	70	71	73	73
	15	59	60	61	63	64	65	66	67	68	70
		77	79	80	81	82	84	86	87	89	91
	20	74	79	77	78	80	81	83	84	86	87
		93	95	96	97	100	102	103	105	107	108
	25	93	94	96	97	100	101	103	107	107	109
		113	114	116	118	121	123	125	128	128	131
	32	117	119	121	123	125	128	130	133	135	137
		138	141	143	145	148	151	153	156	159	162
40	132	135	137	140	143	145	148	151	152	154	
	155	157	160	163	166	168	172	174	178	180	
50	165	167	171	174	178	180	185	187	191	194	
	187	191	194	198	202	205	208	213	215	218	

Для двох останніх доданків () тепловіддачу визначаємо при $t_{\text{вх}} = 70^\circ$. Знову знаходимо різницю $t_{\text{вх}} - t_{\text{п}} = 70 - 20 = 50^\circ$

$t_c - t_n$, °C	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_c - t_n$, °C, через 1 °C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
температура $t_{вих} - t_n$ ↑	10	30	30	31	32	32	34	35	35	36	37
		41	42	43	44	45	46	47	49	50	50
	15	38	38	39	41	41	43	44	44	45	46
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	47	49	50	51	52	53	54	56	57	58
		60	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	59	60	62	64	65	67	68	70	72	73
		73	74	76	79	80	82	85	86	88	91
	32	74	76	78	80	82	84	86	88	91	92
		91	92	94	96	99	101	103	106	108	112
40	85	86	88	91	93	96	97	99	101	103	
	100	102	106	108	110	113	116	118	121	124	
50	106	108	111	114	117	120	123	125	128	131	
	122	125	129	132	135	138	141	144	148	151	

Діаметр умовного проходу D_y →

Тема 2: СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ЗАВДАННЯ. Частина 1

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного та практичного заняття.
2. Розглянути приклади розрахунку та виконати завдання практичного заняття (визначення необхідного повітрообміну – приклад пункт 2.2.2). Завдання наведено у пункті 2.1
3. Розрахунки виконувати відповідно до варіанту та завдання.
4. Приклади розрахунків, пункти 2.2.3...2.2.5, опрацювати без розрахунків по варіантах.
5. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
6. Дозволяється вставлення рисунків з інтернет джерел з посиланням на ці джерела.

2.1. Завдання та його виконання

Визначити необхідний повітрообмін на N людей, які знаходяться в заданих умовах; температура повітря в середині приміщення $t_{вд}^{\circ}\text{C}$, вологість $\phi_{вд}\%$, температура зовнішнього повітря $t_{п}^{\circ}\text{C}$, вологість $\phi_{п}\%$.

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити методику розрахунку за рекомендованою літературою і лекційним матеріалом, а також відомості з теорії, наведені в даних рекомендаціях.
2. Розглянути приклад визначення необхідного повітрообміну.
3. Одержати варіант завдання у викладача (дані наведено в таблиці 2.3 розділ 2.5).
4. Провести розрахунок необхідного повітрообміну.
5. Результати розрахунку подати у вигляді зведених таблиць 2.1 та 2.2 (розділ 2.4).

2.2. Відомості з теорії

2.2.1. $I-d$ діаграма вологого повітря

При розрахунку систем вентиляції та кондиціювання параметри та витрати вологого повітря визначаються графоаналітичним методом з використанням $I-d$ діаграми (рис. 6.1), яка побудована в косокутній системі координат. На вертикальній вісі відкладено значення ентальпій I , кДж/кг, сухої частини вологого повітря, а по вісі, що зазвичай складає з ординатою 135° , відкладені значення вологовмісту d , г/кг, сухого повітря. Таке розміщення осей діаграми дозволяє розширити в порівнянні з перпендикулярним положенням осей область ненасиченого вологого повітря, що робить діаграму зручною для графічних побудов. Значення I відмічені на прямих лініях сталих ентальпій, що проведені

паралельно до похилої вісі абсцис. Значення d , як правило, зносяться до низу діаграми на горизонтальну шкалу. Лінії сталих вологовмістів d проходять вертикально.

Криві сталих значень відносної вологості ϕ зазвичай проводять з інтервалом в 5-10 %. Крива $\phi = 100\%$ відповідає стану повного насичення повітря водяною парою. Вона називається граничною лінією та ділить все поле діаграми на дві частини: вище неї розташована область ненасиченого водяною парою вологого повітря, а нижче – область пересиченого вологою повітря (туману, мікрокрапель води у завислому стані), яка у вентиляційних розрахунках практично не використовується.

На область ненасиченого водяною парою вологого повітря нанесені ізотерми. Шкала температур знаходиться на осі ординат. Ізотерми є прямими лініями, вони не паралельні одна одній, що особливо проявляється при високих температурах.

Відповідність між значеннями вологовмісту d та парціального тиску водяної пари $P_{\text{п}}$ в діаграмі встановлюється за допомогою лінії парціальних тисків водяної пари, що проведена через всі лінії сталих вологовмістів d в нижній частині діаграми. Від точок перетину ліній $d = \text{const}$ з лінією парціальних тисків проведені горизонтальні прямі сталих парціальних тисків водяної пари. В правій частині діаграми на лінії, паралельній осі ординат, є шкала $P_{\text{п}}$, кПа.

На границях діаграми нанесені поділki з вказаними напрямками променів процесів ε , кДж/кг. Для визначення положення будь-якого променя процесу необхідно поділku з відповідним числовим значенням ε з'єднати з нулем відліку на осі ординат та через точку початку процесу провести лінію, паралельну отриманому напрямку.

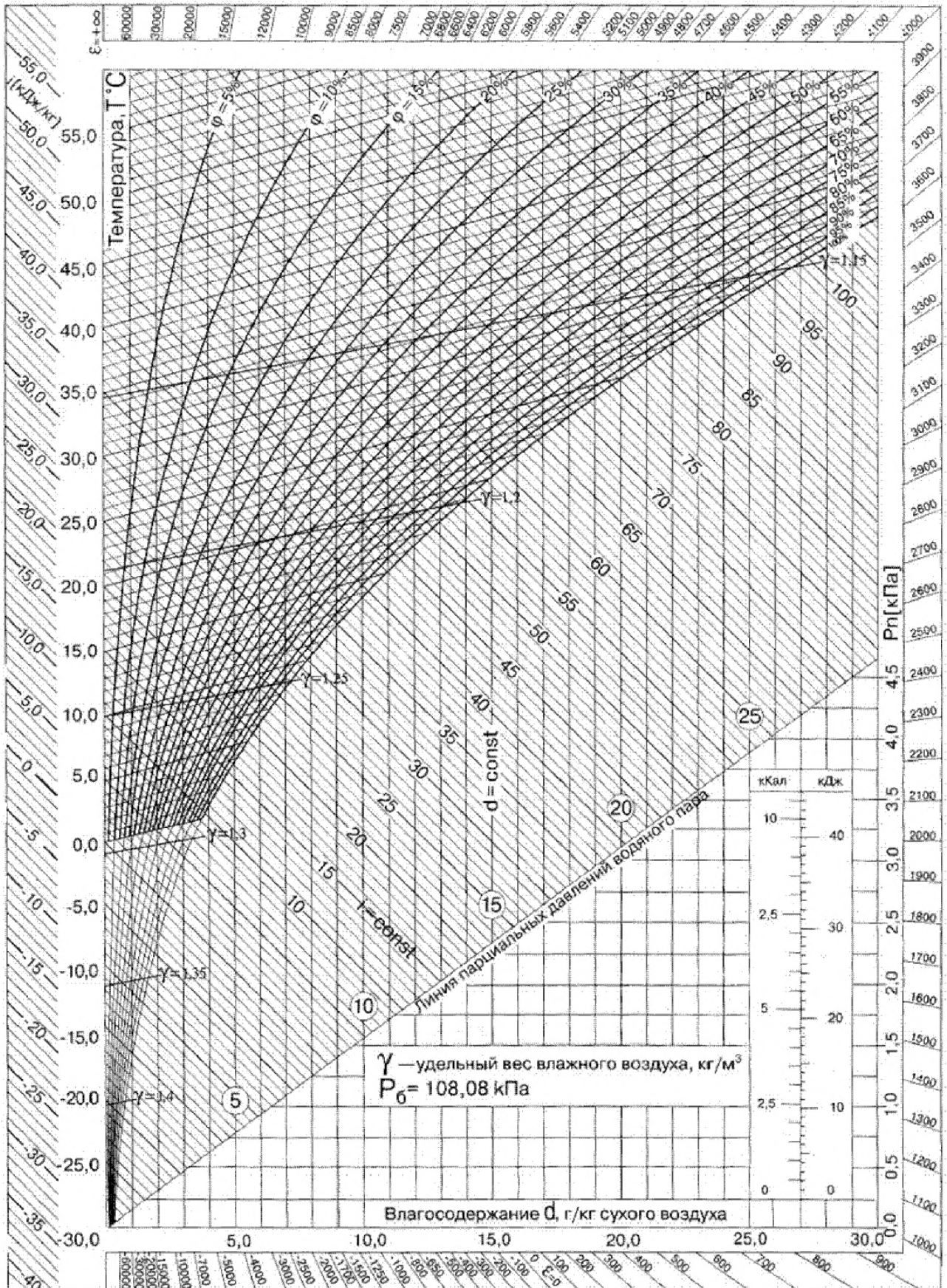


Рис. 2.1 I-d диаграмма влажного воздуха.

2.2.2. Визначення необхідного повітрообміну

Необхідний повітрообмін по явному теплу, кг/год, визначають за формулою

$$G_{0 \text{ н.я.}} = \frac{3,6Q_{\text{н.я.}}}{c(t_{\text{вд}} - t_{\text{п}})} \quad (2.1)$$

де c – питома теплоємність повітря, $c = 1,0056$ кДж/(кг×К); $t_{\text{вд}}$, $t_{\text{п}}$ – температура припливного повітря та повітря, що видаляється, °С; $Q_{\text{н.я.}}$ – надходження явного тепла від людей, Вт, яке розраховують за формулою

$$Q_{\text{н.я.}} = q_{\text{я}} \cdot N, \quad (2.2)$$

де N – кількість людей в приміщенні; $q_{\text{я}}$ – питомі виділення явного тепла, Вт/люд., визначаються за дод. 1.

Визначаємо необхідний повітрообмін по повному теплу, кг/год

$$G_{0 \text{ н.п.}} = \frac{3,6Q_{\text{н.п.}}}{I_{\text{вд}} - I_{\text{п}}}, \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{н.п.}}$ – надходження повного тепла від людей, Вт; $I_{\text{п}}$, $I_{\text{вд}}$ – ентальпія припливного повітря та повітря, що видаляється, кДж/кг. Надходження повного тепла від людей розраховують за формулою

$$Q_{\text{н.п.}} = q_{\text{п}} \cdot N, \quad (2.4)$$

де $q_{\text{п}}$ – питомі виділення повного тепла, Вт/люд (дод. 1).

Ентальпію повітря при заданих параметрах знаходять по рис. Д.1.

Необхідний повітрообмін по волозі, кг/год, визначають за формулою

$$G_{0 \text{ в}} = \frac{M_{\text{в}}}{d_{\text{вд}} - d_{\text{п}}}, \quad (2.5)$$

де $M_{\text{в}}$ – г/год; $d_{\text{п}}$, $d_{\text{вд}}$ – вологовміст припливного повітря та повітря, що видаляється, г/кг, знаходять за рис. Д.1.

Надходження вологи від людей знаходять за рівнянням

$$M_{\text{в}} = m_{\text{в}} \cdot N, \quad (2.6)$$

де $m_{\text{в}}$ – питомі виділення вологи однією людиною, г/(год·люд) (дод. 1).

Необхідний повітрообмін по CO₂, кг/год, визначають за формулою

$$G_{0 \text{ CO}_2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{\frac{C_{\text{вд}}}{\rho_{\text{вд}}} - \frac{C_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}}}}, \quad (2.7)$$

де V_{CO_2} – надходження вуглекислого газу від людей, л/год; $C_{\text{п}}$, $C_{\text{вд}}$ – концентрація CO₂ в припливному повітрі та в повітрі, що видаляється, л/м³ (дод. 2); $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{вд}}$ – густина припливного повітря та повітря, що видаляється, кг/м³;

$$V_{\text{CO}_2} = v_{\text{CO}_2} \cdot N, \quad (2.8)$$

де v_{CO_2} – питомі виділення CO₂ однією людиною, л/(год·люд) (дод. 1).

Остаточний необхідний повітрообмін визначаємо як максимальний з чотирьох розрахованих, тобто

$$G_0 = \max(G_{0 \text{ н.я.}}, G_{0 \text{ н.п.}}, G_{0 \text{ в}}, G_{0 \text{ CO}_2}). \quad (2.9)$$

2.2.3. Підбір калорифера

Витрати тепла на нагрівання повітря визначаються за формулою, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot G_0 \cdot c(t_{\text{вд}} - t_{\text{п}}), \quad (2.10)$$

Потрібний живий переріз для проходу повітря через калорифер знаходимо по рівнянні:

$$f = \frac{G_o}{3600 \cdot v \cdot \rho'} \quad (2.11)$$

де $(v \cdot \rho)$ – масова швидкість, кг/(м² · с).

Після вибору калорифера по дод. 3...6 за живим перерізом, розрахованим за (2.11), уточнюємо масову швидкість для обраного калорифера трансформували рівняння (2.11):

$$v \cdot \rho = \frac{G_o}{3600 \cdot f_d} \quad (2.12)$$

де f_d – дійсний живий переріз, м².

Швидкість води в трубах калорифера визначаємо по рівнянню (2.13):

$$v_g = \frac{Q}{3600 \rho_g f_g (t_z - t_x)} \quad (2.13)$$

де ρ_g – густина води, кг/м³; f_g – живий переріз трубок калорифера для води, м²; t_z, t_x – температура гарячої і холодної води в трубах калорифера, °С.

Тепловіддача калорифера розраховується по рівнянню:

$$Q_k = F_k K (T_{cp} - t_{cp}), \quad (2.14)$$

де F_k – поверхня нагріву обраного калорифера (дод. 33–36), м²; K – коефіцієнт теплопередачі калорифера (дод. 7), Вт/(м² · град); T_{cp} – середня температура теплоносія, °С; t_{cp} – середня температура повітря, °С.

2.2.4. Розрахунок повітряно-теплової завіси

Знаходимо значення розрахункової висоти, тобто відстані по вертикалі від центра прорізу (пройму), що обладнаний завісою, до рівня нульових тисків, де тиски зовні і в середині будинку однакові, за формулою:

$$h_{розр} = 0,5(h_{с.к} + 2h_{нов} - h_{дв}), \quad (2.15)$$

де $h_{с.к}$ – висота сходової клітки, м; $h_{нов}$ – висота одного поверху, м; $h_{дв}$ – висота створи вхідних дверей, м.

Визначаємо різницю тисків повітря з двох сторін на рівні прорізу, що обладнаний завісою, Па:

$$\Delta p = 9,8 h_{розр} (\rho_z - \rho_g), \quad (2.16)$$

де ρ_z, ρ_g – густина зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м³.

Визначаємо витрати повітря для повітряно-теплової завіси змішаного типу, кг/год,:

$$G_3 = \frac{5100 k_2 \mu_{вх} F_{вх} (t_{см} - t_3) \sqrt{\Delta p \rho_z}}{t_{зав} - t_{см}}, \quad (2.17)$$

де k_2 – уточнюючий (поправочний) коефіцієнт для завіс змішаного типу, знаходиться за дод. 9; $\mu_{вх}$ – коефіцієнт витрат для завіс змішаного типу (за дод. 8); $F_{вх}$ – площа однієї відкритої створи вхідних дверей, м²; $t_{см}$ – температура суміші повітря, що подає завіса і зовнішнього, °С; t_3 – температура зовнішнього повітря, °С; $t_{зав}$ – температура повітря, що подає завіса, °С.

Теплову потужність калориферів повітряно-теплової завіси розраховуємо за формулою:

$$Q_3 = A G_3 (t_{зав} - t_{ноч}), \quad (2.18)$$

де $A = 0,28$ коефіцієнт; $t_{ноч}$ – температура повітря, що забирається для завіс, °С (приймається рівною температурі суміші повітря, що поступає в приміщення, на рівні всмоктуючого вентилятора).

2.2.5. Підбір відцентрового вентилятора

Якщо температура повітря, що переміщається, відрізняється від стандартної (20 °С) визначаємо умовний тиск (Па) для вибору вентилятора по формулі:

$$p_y = p_{роб} \frac{273+t}{293} \frac{0,101}{p_б} \frac{\rho_{нов}}{\rho_2}, \quad (2.19)$$

де ρ_2 – густина газу ($t = 0$ °С і $p_б = 0,101$ МПа); $\rho_{нов}$ – густина повітря при тих же умовах.

За рис. Д.2...Д.9 знаходимо вентилятор, який відповідає заданим умовам та його ККД. В точці перетину лінії тиску і продуктивності по характеристиці для обраного вентилятора знаходимо частоту обертання його робочого колеса.

При встановленні вентилятора на клинопасовій передачі необхідна потужність електродвигуна розраховується по формулі, кВт:

$$N = \frac{L \cdot p_{роб}}{3600 \cdot 1020 \cdot \eta_е \cdot \eta_n}, \quad (2.20)$$

де $\eta_е$ – ККД вентилятора в робочій точці характеристики; η_n – ККД передачі.

Визначивши за дод. 10 коефіцієнт запасу потужності визначаємо потужність на валу електродвигуна:

$$N_е = K_з \cdot N \quad (2.21)$$

та приймаємо найближчий більший по потужності електродвигун.

2.3. Приклади розрахунку

2.3.1. Приклад визначення необхідного повітрообміну

Визначити необхідний повітрообмін на 1 людину, яка знаходиться в стані спокою; температура повітря в середині приміщення $t_{вд} = 20$ °С, вологість $\varphi_{вд} = 60$ %, температура зовнішнього повітря $t_n = 10$ °С, вологість $\varphi_n = 80$ %.

Визначаємо необхідний повітрообмін по явному теплу. За дод. 1 визначаємо питомі виділення явного тепла $q_я = 90$ Вт/люд. За формулою (2.2) визначаємо надходження явного тепла від людей $Q_{н.я} = 90$ Вт. Тоді за (2.1)

$$G_{0 \text{ н.я.}} = \frac{3,6 \cdot 90}{1,0056(20-10)} = 32,22 \text{ кг/год}$$

Визначаємо необхідний повітрообмін по повному теплу. За дод. 1 визначаємо питомі виділення повного тепла $q_{п} = 120$ Вт/люд. Тоді за рівнянням (2.4) $Q_{п} = 120$ Вт. В формулу (2.3) входить ентальпія, яку визначаємо за температурою і вологістю з рис. Д.3: $I_n = 26$ кДж/кг, $I_{вд} = 42$ кДж/кг. Тоді за (2.3)

$$G_{0 \text{ п}} = \frac{3,6 \cdot 120}{42-26} = 27 \text{ кг/год}$$

Визначаємо необхідний повітрообмін по волозі. Надходження вологи від людей розраховуємо за формулою (2.6), де попередньо визначаємо питомі виділення вологи однією людиною $m_w = 40$ г/(год·люд): $M_w = 40$ г/год. За рис. Д.1 визначаємо вологовміст припливного повітря $d_n = 6$ г/кг та повітря, що

видаляється, $d_{\text{вд}} = 8,6$ г/кг. Тоді за рівнянням (2.5) необхідний повітрообмін по волозі буде складати

$$G_{0 \text{ в}} = \frac{40}{8,6-6} = 15,38 \text{ кг/год}$$

Визначаємо необхідний повітрообмін по CO_2 . Визначивши за дод. 1 питомі виділення CO_2 однією людиною $v_{\text{CO}_2} = 23$ л/(год·люд), за формулою (2.8) знаходимо надходження вуглекислого газу від людей $V_{\text{CO}_2} = 23$ л/год. Визначивши за дод. 32 концентрацію CO_2 в припливному повітрі $C_n = 0,5$ л/м³ та в повітрі, що видаляється, $C_{\text{вд}} = 1,0$ л/м³, та враховуючи густину припливного повітря $\rho_n = 1,206$ кг/м³ та повітря, що видаляється, $\rho_{\text{вд}} = 1,164$ кг/м³, за формулою (2.7) визначаємо необхідний повітрообмін по CO_2

$$G_{0 \text{ CO}_2} = \frac{23}{\frac{1}{1,164} - \frac{0,5}{1,206}} = 51,8 \text{ кг/год}$$

Остаточний необхідний повітрообмін визначаємо за формулою (2.9)

$$G_0 = \max(32,22; 27; 15,38; 51,8) = 51,8 \text{ кг/год.}$$

2.3.2. Приклад розрахунку до підбору калорифера

Необхідно підібрати калорифер для нагрівання 10000 кг/год зовнішнього повітря від -22 до $+30$ °С. Теплоносій – перегріта вода з температурою в подаючій магістралі 130 °С і в зворотній 70 °С.

Витрати тепла на нагрівання повітря визначаються за формулою (2.10):

$$Q = 0,278 \cdot 10000 \cdot 1,0056(30 + 22) = 145369,54 \text{ Вт.}$$

Знаходимо потрібний живий переріз для повітря через калорифер по рівнянню (2.11), приймаючи масову швидкість 8 кг/(м²·с) для пластинчастих калориферів і 4 кг/(м²·с) для ребристих, м²:

$$\text{для } 8 - f = \frac{10000}{3600 \cdot 8} = 0,347 \text{ м}^2,$$

$$\text{для } 4 - f = \frac{10000}{3600 \cdot 4} = 0,694 \text{ м}^2.$$

По дод. 33–36 живому перерізу $0,347$ м² приймаємо для розрахунку калорифер КФС-7. Уточнюємо масову швидкість для калорифера КФС-7 за рівнянням (2.12):

$$v \cdot \rho = \frac{10000}{3600 \cdot 0,354} = 7,85 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с).}$$

Швидкість води в трубах калорифера КФС-7 визначаємо по рівнянню (2.13), м/с:

$$v_{\text{в}} = \frac{145369,54}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0092(130-70)} = 0,073 \text{ м/с.}$$

Тепловіддача калорифера КФС-7 по рівнянню (2.14), Вт:

$$Q_k = 30,4 \cdot 18,5 \left(\frac{130+70}{2} - \frac{30+22}{2} \right) = 41617,6 \text{ Вт}$$

2.3.3. Приклад розрахунку теплової завіси

Розрахувати повітряно-теплову завісу для входу в адміністративну будівлю при забиранні повітря з відкритого вестибюлю. Вхідні двері обертаються ($\mu_{\text{вх}} = 0,1$ – за дод. 8). Вихідні дані: $t_3 = -25$ °С; $\rho_3 = 1,42$ кг/м³;

$t_6 = 16 \text{ }^\circ\text{C}$; $\rho_6 = 1,22 \text{ кг/м}^3$; $t_{cm} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$; $h_{c.k} = 60 \text{ м}$; $h_{\partial s} = 2,5 \text{ м}$; $h_{nos} = 3,3 \text{ м}$;
 $F_{ex} = 0,8 \times 2,5 = 2 \text{ м}^2$; $n = 2500 \text{ людей/год}$.

Знаходимо значення розрахункову висоту за формулою (2.15), м:

$$h_{розр} = 0,5(60 + 2 \cdot 3,3 - 2,5) = 32,05 \text{ м.}$$

Визначаємо різницю тисків повітря з двох сторін на рівні прорізу, що обладнаний завісою за формулою (2.16), Па:

$$\Delta p = 9,8 \cdot 32,05(1,42 - 1,22) = 62,82 \text{ Па.}$$

Знаходимо коефіцієнт k_2 по дод. 9. Так як число людей, що проходить в будинок, перевищує 1500 людей/год, то розрахункове число людей для однієї створи становить $n = 2500/2 = 1250 \text{ людей/год}$. При забиранні повітря з відкритого вестибюлю, дверей що обертаються і число людей, що проходить через одну створу, 1250 за 1 годину, отримаємо $k_2 = 0,46$.

Визначаємо витрати повітря для повітряно-теплової завіси змішаного типу за формулою (2.17), кг/год, з урахуванням того, що люди проходять одночасно через дві створки і температура $t_{зав} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$G_3 = 5100 \cdot 0,46 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 2(12 + 25) \frac{\sqrt{62,85 \cdot 1,42}}{(50 - 12)} = 8631,83 \text{ кг/год.}$$

Розраховуємо теплову потужність калориферів повітряно-теплової завіси (2.18), Вт, приймаючи $A = 0,28$; $t_{ноч}$ рівною температурі суміші повітря, що поступає в приміщення, на рівні всмоктуючого вентилятора.

$$Q_3 = 0,28 \cdot 8631,83(50 - 12) = 91842,67 \text{ Вт}$$

2.3.4. Приклад підбору відцентрового вентилятора

Підібрати відцентровий вентилятор для переміщення $L = 40000 \text{ м}^3/\text{год}$ чистого повітря з температурою $t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Опір сітки повітропроводів $p_{роб} = 700 \text{ МПа}$. Барометричний тиск $p_6 = 0,096 \text{ МПа}$.

Так як температура повітря, що переміщається, відрізняється від стандартної ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) по формулі (2.19) визначаємо умовний тиск для вибору вентилятора, Па:

$$p_y = 700 \frac{273+80}{293} \frac{0,101}{0,096} = 887,27 \text{ Па.}$$

Цим умовам відповідає радіальний вентилятор типу Ц4-70 № 12,5, який при $L = 40000 \text{ м}^3/\text{год}$ і $p_y = 887,27 \text{ Па}$ має ККД, рівний 0,78 (рис. Д.9). В точці перетину лінії тиску і продуктивності по характеристиці для даного номера вентилятора знаходимо частоту обертання робочого колеса вентилятора.

При встановленні вентилятора на клинопасовій передачі необхідна потужність електродвигуна розраховується по формулі (2.20), кВт:

$$N = \frac{40000 \cdot 700}{3600 \cdot 1020 \cdot 0,78 \cdot 0,95} = 10,3 \text{ кВт.}$$

Встановлена потужність на валу електродвигуна з урахуванням коефіцієнта запасу (дод. 10) за формулою (2.21)

$$N_B = 1,1 \cdot 10,3 = 11,3 \text{ кВт.}$$

Приймаємо найближчий більший по потужності електродвигун.

2.4. Зведені таблиці

Таблиця 2.1

Вихідні дані

Показник, розмірність	значення
Кількість людей, що знаходяться в приміщенні, чол.	1
Умови виділення	В стані спокою
Температура повітря в середині приміщення, °С	20
Вологість повітря в середині приміщення, %	60
Температура зовнішнього повітря, °С	10
Вологість зовнішнього повітря, %	80

Таблиця 2.2

Розрахункові значення

Показник, розмірність	Значення
Необхідний повітрообмін по явному теплу, кг/год	32,22
Необхідний повітрообмін по повному теплу, кг/год	27
Необхідний повітрообмін по волозі, кг/год	15,38
Необхідний повітрообмін по СО ₂ , кг/год	51,8
Остаточо необхідний повітрообмін, кг/год	51,8

2.5. Завдання

Таблиця 2.3

Варіанти завдань

№ варіанта	Кількість людей, що знаходяться в приміщенні, чол.	Умови виділення	Температура повітря в середині приміщення, °С	Вологість повітря в середині приміщення, %	Температура зовнішнього повітря, °С	Вологість зовнішнього повітря, %
1.	2	При важкій роботі	17	58	5	78
2.	3	При роботі середньої важкості	18	59	6	79
3.	4	При легкій роботі	19	60	7	80
4.	5	В стані спокою	20	61	8	81
5.	6	При важкій роботі	21	62	9	82
6.	7	При роботі середньої важкості	22	58	10	83
7.	8	При легкій роботі	17	59	11	84
8.	9	В стані спокою	18	60	5	85
9.	10	При важкій роботі	19	61	6	78
10.	2	При роботі середньої важкості	20	62	7	79
11.	3	При легкій роботі	21	58	8	80
12.	4	В стані спокою	22	59	9	81
13.	5	При важкій роботі	17	60	10	82
14.	6	При роботі середньої	18	61	11	83

№ варіанга	Кількість людей, що знаходяться в приміщенні, чол.	Умови виділення	Температура повітря в середині приміщення, °С	Вологість повітря в середині приміщення, %	Температура зовнішнього повітря, °С	Вологість зовнішнього повітря, %
15.	7	важкості При легкій роботі	19	62	5	84
16.	8	В стані спокою	20	58	6	85
17.	9	При важкій роботі	21	59	7	78
18.	10	При роботі середньої важкості	22	60	8	79
19.	2	При легкій роботі	17	61	9	80
20.	3	В стані спокою	18	62	10	81
21.	4	При важкій роботі	19	58	11	82
22.	5	При роботі середньої важкості	20	59	5	83
23.	6	При легкій роботі	21	60	6	84
24.	7	В стані спокою	22	61	7	85
25.	8	При важкій роботі	17	62	8	78
26.	9	При роботі середньої важкості	18	58	9	79
27.	10	При легкій роботі	19	59	10	80
28.	2	В стані спокою	20	60	11	81
29.	3	При важкій роботі	21	61	5	82
30.	4	При роботі середньої важкості	22	62	6	83
31.	5	При легкій роботі	17	58	7	84
32.	6	В стані спокою	18	59	8	85

ДОДАТКИ до практичного заняття (довідкові матеріали)

1. Питомі виділення від людей

Умови виділення	Виділення CO ₂ , л/(год люд)	Температура оточуючого повітря, °С																	
		10			15			20			25			30			35		
		$q_{я}$	$q_{п}$	m_w	$q_{я}$	$q_{п}$	m_w	$q_{я}$	$q_{п}$	m_w	$q_{я}$	$q_{п}$	m_w	$q_{я}$	$q_{п}$	m_w	$q_{я}$	$q_{п}$	m_w
При важкій роботі	45	200	290	135	165	290	185	130	290	240	95	290	295	50	290	355	10	290	415
При роботі середньої важкості	35	165	215	70	135	210	110	105	205	140	70	200	185	40	200	230	5	200	280
При легкій роботі	25	150	180	40	120	160	55	100	150	75	65	145	115	40	145	150	5	145	200
В стані спокою	23	140	165	30	120	145	30	90	120	40	60	95	50	40	95	75	10	95	115

$q_{я}$, $q_{п}$ – питомі виділення явного та повного тепла, Вт/люд; m_w – питомі виділення вологи однією людиною, г/(год·люд)

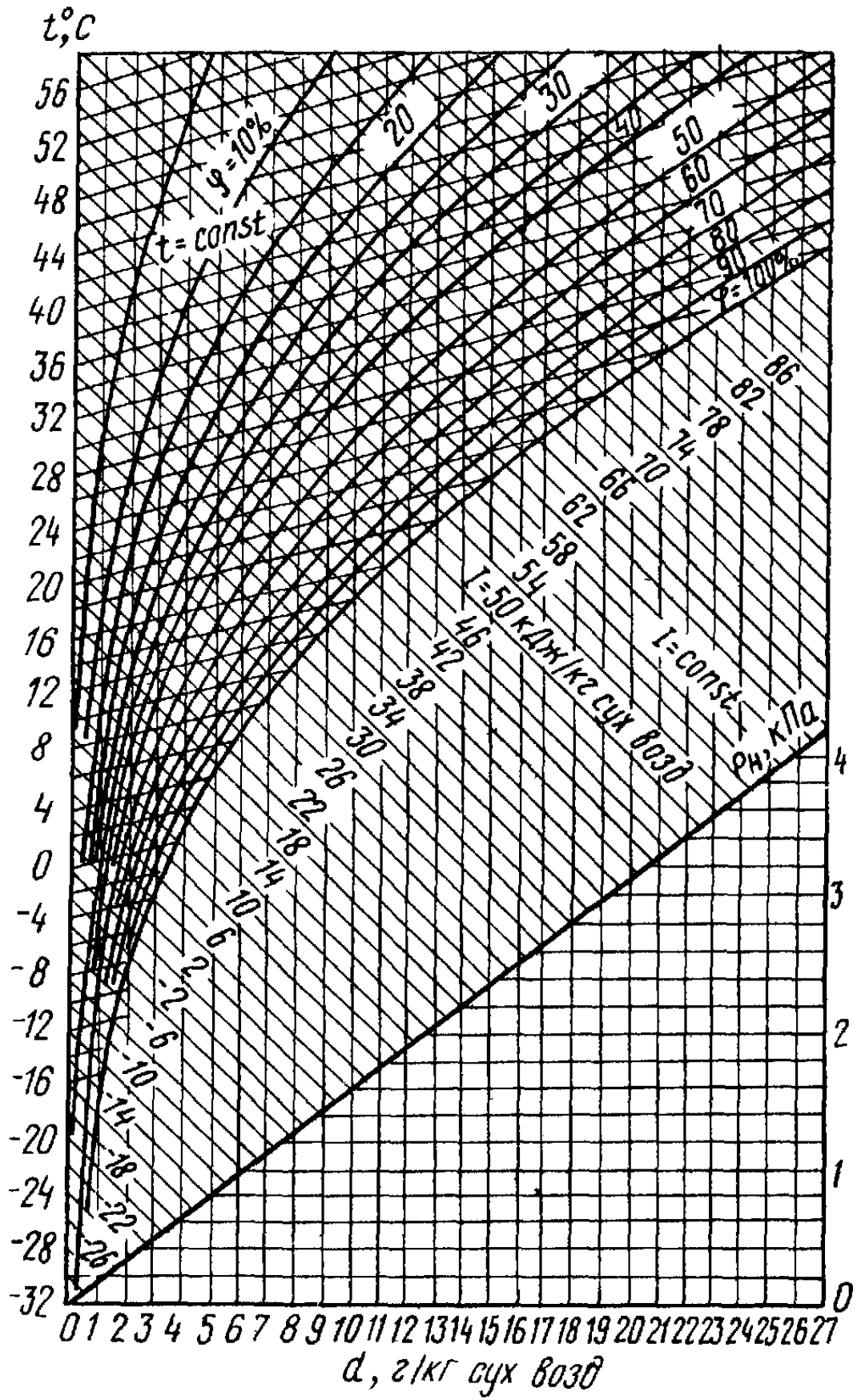


Рис. Д.1 I-d діаграма вологого повітря

2. Концентрація вуглекислого газу в повітрі приміщень

Місце	Концентрація, л/м ³
Дитячі кімнати та лікарні	0,7
Місця постійного перебування людей (житлові кімнати)	1,0
Місця періодичного перебування людей, більше 2 годин безперервно (установи, глядацькі зали)	1,25
Місця короткочасного перебування людей, менше 2 годин безперервно (установи, магазини)	2,0
В зовнішньому повітрі:	
населена місцевість (село)	0,33
малі міста	0,4
великі міста	0,5

3. Калорифери сталвні пластинчасті середньої моделі КФС, КФБ

Номер калорифера	Поверхня нагріву, м ²		Живий переріз, м ²			Маса, кг		Кількість пластин, шт	Кількість трубок, шт		Розміри, мм										Діаметр штуцера, d дюйми	
	КФС	КФБ	по повітря	по теплоносію		КФС	КФБ		КФС	КФБ	А	А ₁	А ₂	А ₃	Б	Б ₁	Б ₂	Б ₃	n ₁	n ₂	КФС	КФБ
				КФС	КФБ																	
1*	7,25	9,3	0,0851	0,0046	0,0061	37,5	46,2	243	18	24	410	450	610	470	360	390	290	412	3	3	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}
2	9,9	12,7	0,115	0,0046	0,0061	46,0	57,2	333	18	24	560	600	760	620	360	390	290	412	4	3	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}
3	13,2	16,9	0,154	0,0061	0,0082	59,1	74,0	444	24	32	560	600	780	620	480	510	390	532	4	4	1 ^{1/2}	2
4	16,7	21,4	0,195	0,0061	0,0082	70,5	88,5	564	24	32	710	750	930	770	480	510	390	532	5	4	1 ^{1/2}	2
5	20,9	26,8	0,244	0,0076	0,0102	87,4	103,4	705	30	40	710	750	930	770	600	640	520	662	5	5	2	2
6	25,3	32,4	0,295	0,0076	0,0102	101,5	127,3	855	30	40	860	900	1080	920	600	640	520	662	6	5	2	2
7	30,4	38,9	0,354	0,0092	0,0122	123,1	154,0	1026	36	48	860	900	1100	920	720	760	630	782	6	6	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}
8	35,7	45,7	0,416	0,0092	0,0122	139,7	176,2	1206	36	48	1010	1050	1250	1080	720	760	630	782	7	6	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}
9	41,6	53,3	0,486	0,0107	0,0143	160,6	202,0	1407	42	56	1010	1050	1250	1080	840	880	750	902	7	7	2 ^{1/2}	3
10	47,8	61,2	0,558	0,0107	0,0143	170,7	226,5	1617	42	56	1160	1200	1400	1230	840	880	750	902	9	7	2 ^{1/2}	3
11	54,6	69,9	0,638	0,0122	0,0163	205,6	258,9	1848	48	64	1160	1200	1420	1230	960	1010	870	1032	9	8	3	3
12	61,6	79,0	0,720	0,0122	0,0163	227,0	286,2	2088	48	64	1310	1350	1570	1380	960	1010	870	1032	10	8	3	3
13	69,3	88,8	0,810	0,0138	0,0184	253,3	319,3	2349	54	72	1310	1350	1570	1380	1080	1130	990	1152	10	9	3	3
14	77,3	99,0	0,903	0,0138	0,0184	277,7	350,4	2619	54	72	1460	1500	1720	1530	1080	1130	990	1152	11	9	3	3

- Примітка:
1. Штуцера калориферів мають трубне різьблення
 2. Калорифери, відмічені зірочкою, не випускаються промисловістю.

У калориферах КФБ чотири ряди труб, Г=340 мм. У калорифера КФС три ряди труб, Г=200 мм.

4. Калорифери сталіні оребрені середньої моделі КФСО та великої моделі КФБО

Номер калориферу	Поверхня нагріву, м ²		Живий переріз, м ²				Розміри, мм												Трубне різьблення штуцера, дюйми		Маса, кг		
			По повітря	По теплоносію	По повітря	По теплоносію	А	А ₁	А ₂	А ₃	Б	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	а	b	n ₁					n ₂
	КФСО	КФБО																	КФСО		КФБО		
2	9,77	13,02	0,0913	0,0061	0,091	0,0081	560	600	624	760	360	390	412	290	61	77,5	16	3	4	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₂	50,5	55,3
4	17,06	20,68	0,153	0,0084	0,143	0,0107	710	750	780	930	494	510	532	390	71	77,5	16	4	5	1 ¹ / ₂	2	73,3	88,3
5	21,71	26,68	0,167	0,0107	0,182	0,0135	710	750	780	930	624	640	662	520	71	77,5	18	5	5	2	2	96,1	110
6	26,29	32,65	0,227	0,0107	0,222	0,0135	860	900	924	1080	624	625	662	520	71	77,5	18	5	6	2	2	106	128
7	30,05	40,06	0,271	0,0122	0,271	0,0163	860	900	924	1100	722	760	782	630	71	77,5	18	6	6	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	123	152
8	35,28	47,00	0,318	0,0122	0,318	0,0165	1010	1050	1080	1250	710	760	782	626	76	102	16	6	7	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	140	175
9	41,89	53,86	0,375	0,0145	0,375	0,0193	1010	1050	1080	1250	840	880	902	740	77	102	14	7	7	2 ¹ / ₂	3	160	207
10	48,22	64,30	0,431	0,0145	0,431	0,0193	1160	1200	1230	1400	840	880	902	750	77	52,5	14	7	9	2 ¹ / ₂	3	178	230
11	55,84	71,00	0,497	0,0168	0,475	0,0213	1160	1200	1230	1420	970	1010	1032	870	81	52,5	16	8	9	3	3	206	258

Примітка. Розмір Б у калориферів КФБО для № 4 дорівнює 454 мм, для № 5 и 6 – 584 мм, для № 11 – 926 мм

5. Калорифер сталевий пластинчатий багатоходовий середньої та великої моделі типу КМС та КМБ

Номер калориферу	Поверхня нагріву, м ²		Живий переріз, м ²			Кількість						Розміри, мм								Маса, кг			
	КМС	КМБ	По повітря	по теплоносію		ходів	секцій	труб		монтажних отворів	пластин	А	А ₁	А ₂	А ₃	Б	Б ₁	Б ₂	Б ₃	n ₁	n ₂	КМС	КМБ
				КМС	КМБ			КМС	КМБ														
2	9,9	12,7	0,115	0,0023	0,0030	2	3	18	24	32	333	560	600	760	699	350	390	412	290	4	3	66	76
3	13,2	16,9	0,154	0,0015	0,0020	4	4	24	32	36	444	560	600	780	719	470	510	544	390	4	4	78	95
4	16,7	21,4	0,195	0,0015	0,0020	4	4	24	32	40	564	710	750	774	869	480	510	544	390	4	5	96	123
5	20,9	26,8	0,244	0,0019	0,0025	4	5	30	40	44	705	710	750	774	869	600	640	664	520	5	5	117	144
6	25,3	32,4	0,295	0,0019	0,0025	4	5	30	40	48	855	860	900	924	1009	600	640	664	520	5	6	139	169
7	30,4	38,9	0,354	0,0023	0,0030	4	6	36	48	52	1025	860	900	924	1019	720	760	784	630	6	6	160	202
8	35,7	45,7	0,475	0,0023	0,0030	4	6	36	48	56	1206	1010	1050	1074	1169	720	760	784	630	6	7	187	234
9	41,6	53,3	0,485	0,0018	0,0024	6	7	42	56	60	1407	1010	1050	1074	1169	840	880	904	750	7	7	217	272
10	47,8	61,2	0,558	0,0018	0,0024	6	7	42	56	64	1617	1160	1200	1224	1319	840	880	7904	750	7	9	250	312
11	54,6	69,9	0,638	0,0020	0,0027	6	8	48	64	68	1848	1160	1200	1224	1339	966	1010	1024	870	8	9	260	329

- Примітка.
1. При установці калориферу з вертикальним положенням трубок у кришках калориферів повинні бути виповнені отвори і встановлені пробкові крани для випускання повітря і зпуску води з кожного відсіку калориферу.
 2. У зв'язку з обмеженими даними випробувальний підбір калориферів КСМ і КМБ тимчасово можуть проводитись так само, як для калориферів КФС і КФБ, з збільшеним коефіцієнтом теплопередачі при температурах води 95⁰/70⁰ у 1,6 рази, а при 130⁰/70⁰ - в 1,4 рази.
 3. Діаметр штуцерів усіх калориферів КМС 1¹/₂ дюйми, а калориферів КМБ – 2 дюйми, різьблення штуцерів трубне.
 4. У калориферів типу КМБ розмір А для № 3 дорівнює 780 мм, розмір А₃ для № 2 і 3 дорівнює 620 мм.

6. Технічна характеристика прийнятих калориферів

Модель і номер калориферу	Живий переріз, м ²		Поверхня нагріву	Маса, кг
	для води	для повітря		
КФС – 7	0,0092	0,354	30,4	123,1
КФБ – 7	0,0122	0,354	38,9	154
КФСО – 9	0,0145	0,375	41,89	160
КФБО – 9	0,0193	0,375	53,86	207
КМС – 7	0,0023	0,354	30,4	160
КМБ – 7	0,0030	0,354	38,9	202

7. Коефіцієнти теплопередачі та опору калориферів

Тип калориферу	Швидкість води, м/с	Коефіцієнт теплопередачі ккал/м ² · год · С	Опір руху повітря, кгс/м ²	Теплопередача, ккал/год
КФС – 7	0,063	15,94	4,64	46000
КФБ – 7	0,047	14,90	6,00	55700
КФСО – 9	0,040	17,09	4,71	68600
КФБО – 9	0,030	15,75	5,73	81500
КМС – 7	0,252	29,90	4,64	87200
КМБ – 7	0,193	28,00	6,00	105000

8. Коефіцієнт витрат μ_{ex} для завіс змішаного типу

Конструкція входу	μ_{ax}
Одинарні двері	0,7
Подвійні двері з тамбуром, прямий прохід	0,65
Потрійні двері з тамбуром, прямий прохід	0,6
Подвійні двері з тамбуром, зигзагоподібний прохід	0,55
Потрійні двері з тамбуром, зигзагоподібний прохід	0,4
Двері, що обертаються	0,1

Примітка. При числі послідовно розташованих дверей (більше трьох) розрахунок можливо проводити з незначним запасом, як для потрійних дверей

9. Поправочний коефіцієнт k_2 для завіс змішаного типу

Місце забору повітря і тип вестибулю	Двері	Значення k_2 при кількості людей n які проходять у будівлю за 1 год.														
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Забір повітря з відчиненого вестибулю	Одинарні	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,58	0,61
	Подвійні, або, що обертаються	0,04	0,08	0,11	0,15	0,19	0,21	0,26	0,3	0,34	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,54
	Потрійні	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,16	0,2	0,25	0,28	0,32	0,35	0,380	0,41	0,44	0,46
Теж саме, зачиненого	Одинарні	0,05	0,09	0,14	0,18	0,22	0,23	0,27	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55
	Подвійні, або, що обертаються	0,03	0,07	0,1	0,14	0,17	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,47	0,4	0,43	0,46	0,49
	Потрійні	0,02	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	0,24	0,23	0,25	0,29	0,32	0,34	0,37	0,4	0,42
Забір повітря зовні, або при відчиненому вестибулі	Одинарні	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,21	0,24	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49
	Подвійні, або, що обертаються	0,03	0,06	0,09	0,12	0,12	0,15	0,17	0,21	0,24	0,24	0,27	0,38	0,33	0,41	0,49
	Потрійні	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,16	0,2	0,23	0,26	0,28	0,3	0,33	0,35	0,37
Теж саме, зачиненому	Одинарні	0,04	0,07	0,11	0,14	0,17	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,35	0,38	0,4	0,42
	Подвійні, або, що обертаються	0,03	0,05	0,08	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36	0,38
	Потрійні	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,15	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33

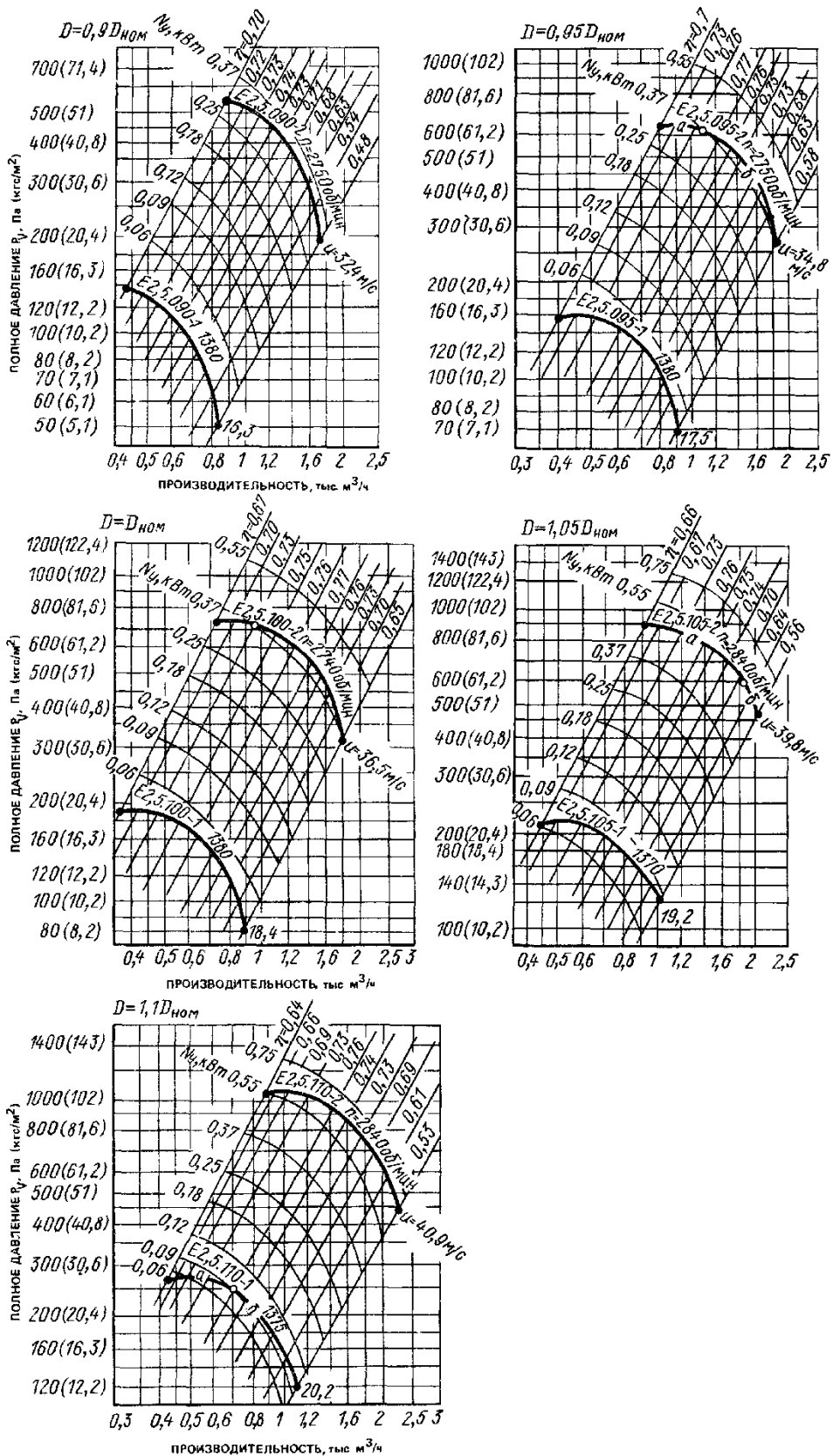


Рис. Д.2. Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-2,5 (виконання 1)

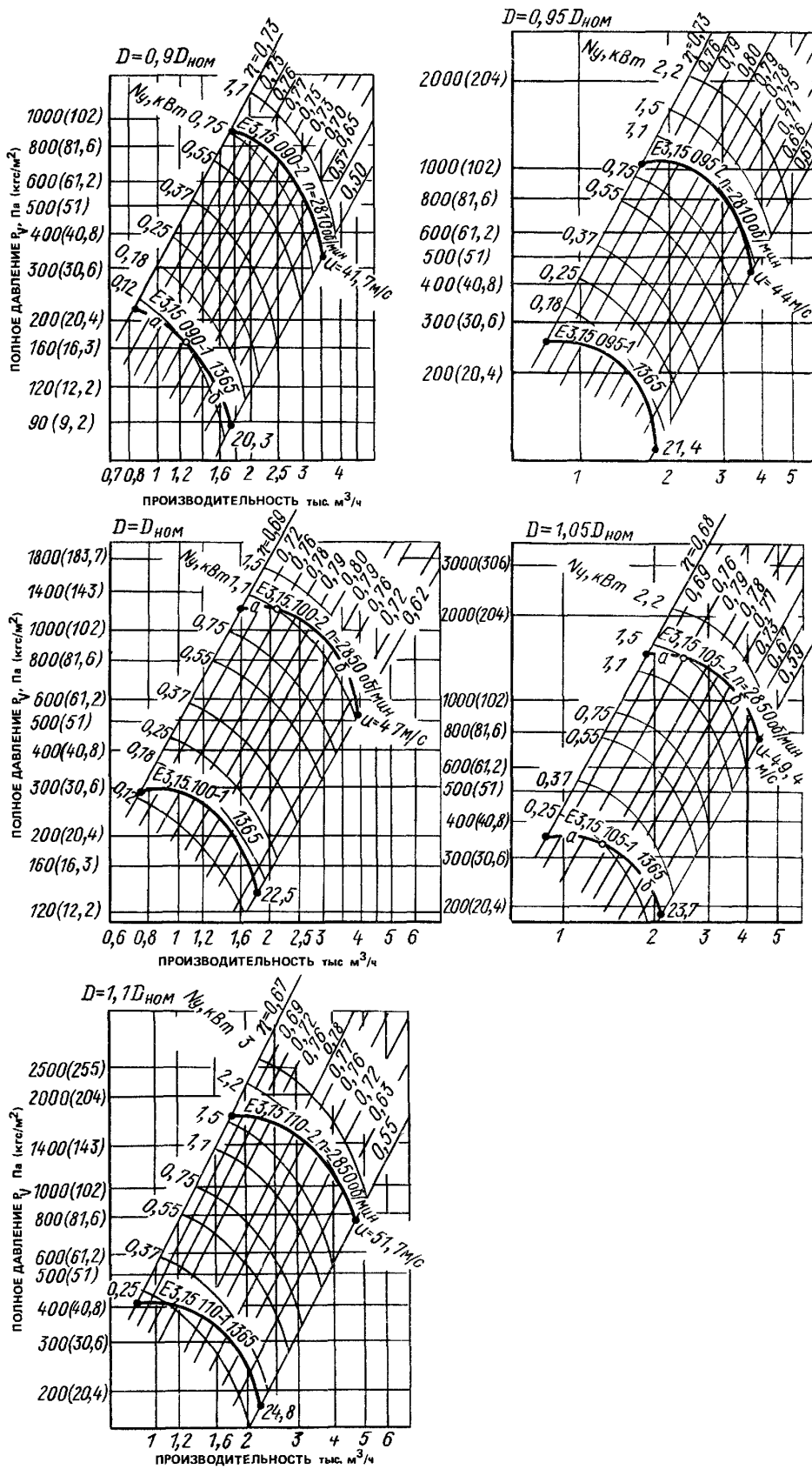


Рис. Д.3. Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-3,15 (виконання 1)

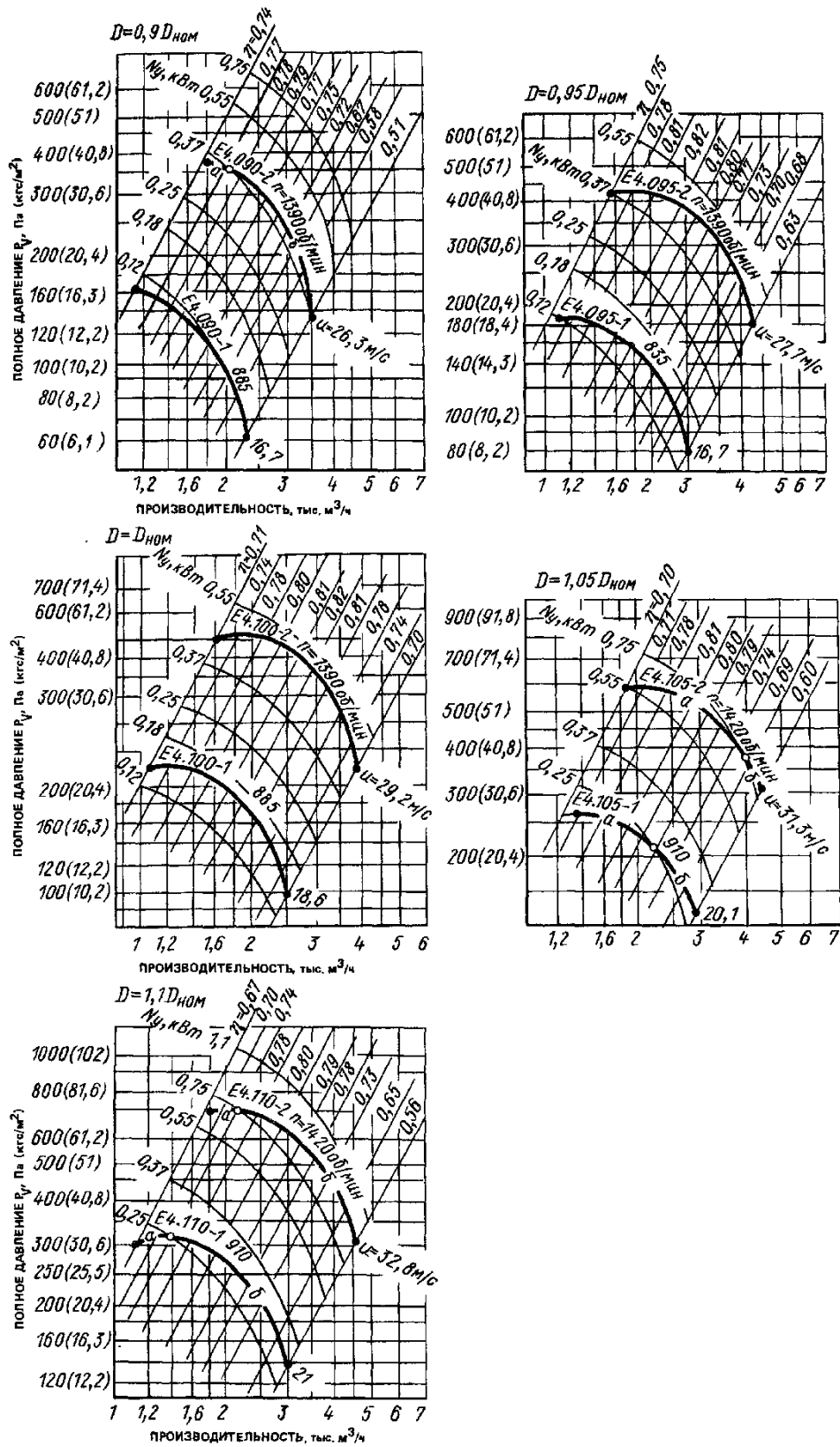


Рис. Д.4. Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-4 (виконання 1)

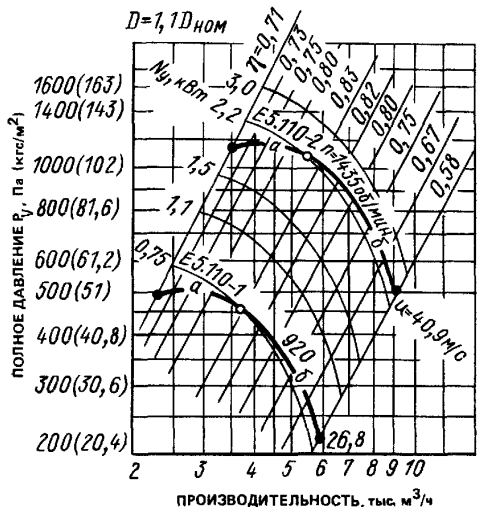
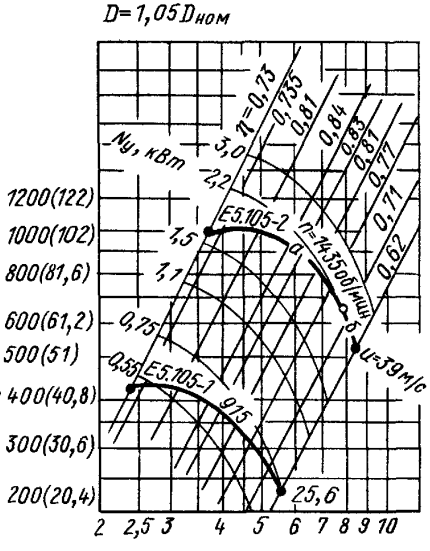
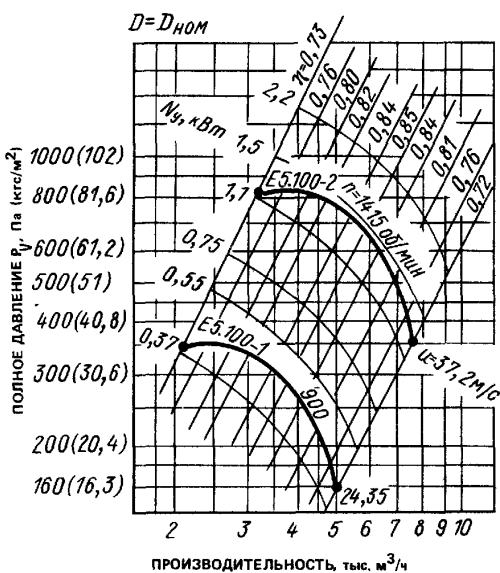
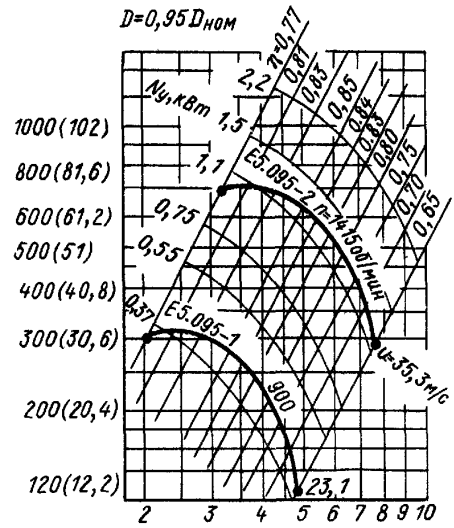
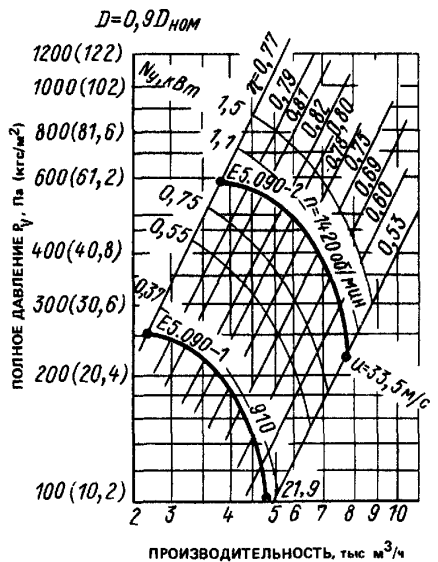


Рис. Д.5. Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-5 (виконання 1)

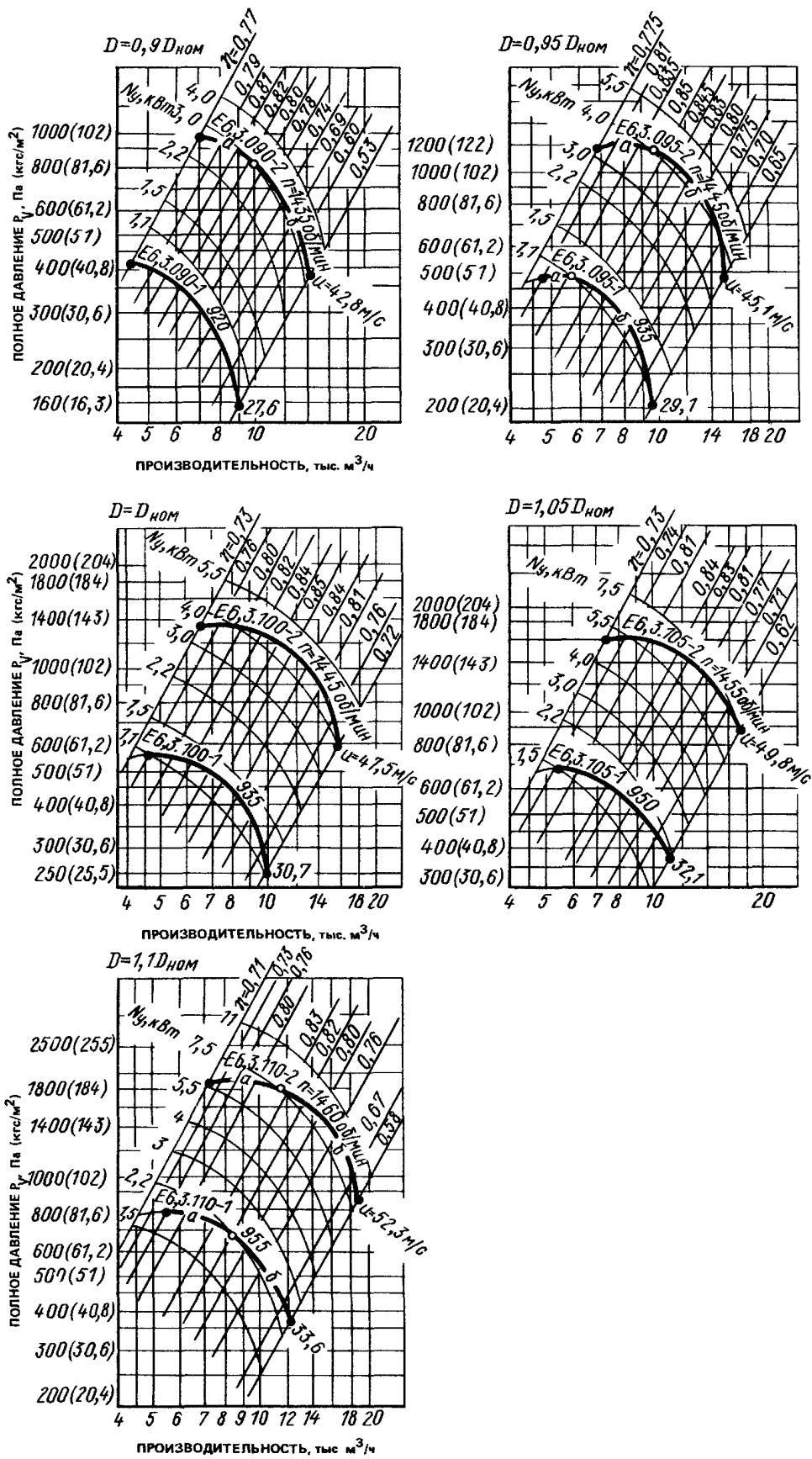


Рис. Д.6. Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-6,3 (виконання 1)

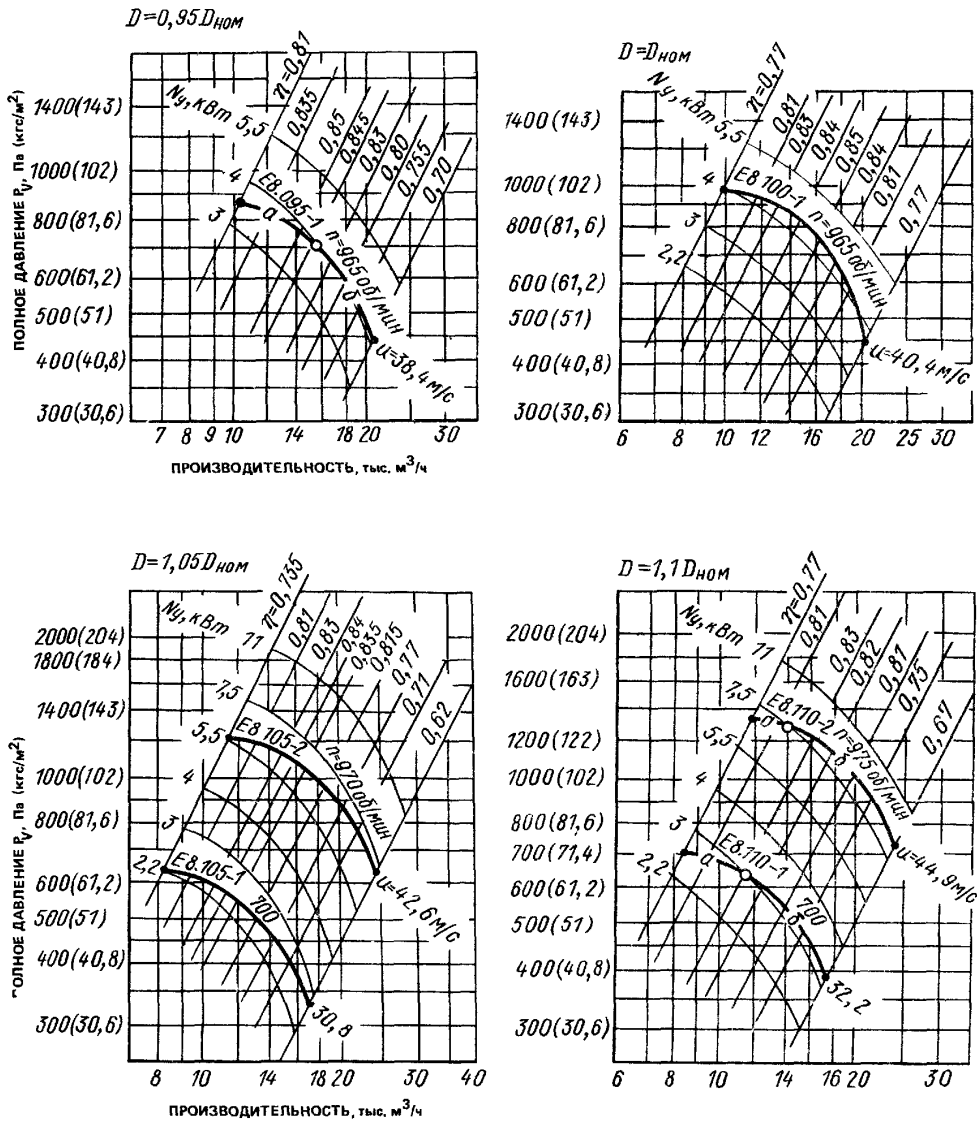


Рис. Д.7. Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-8 (виконання 1)

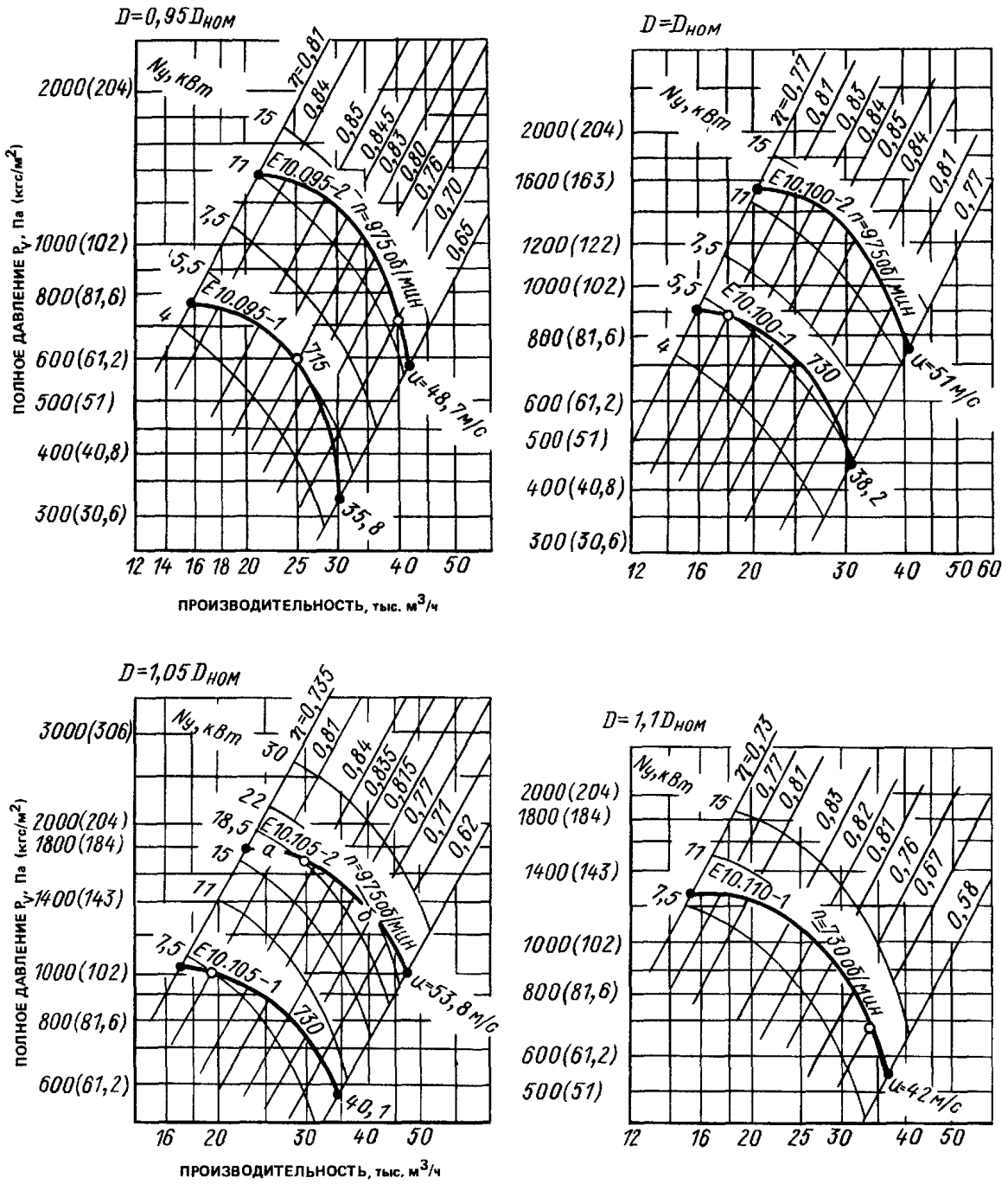


Рис. Д.8 Аеродинамічні характеристики вентиляторів В.Ц4-75-10 (виконання 1)

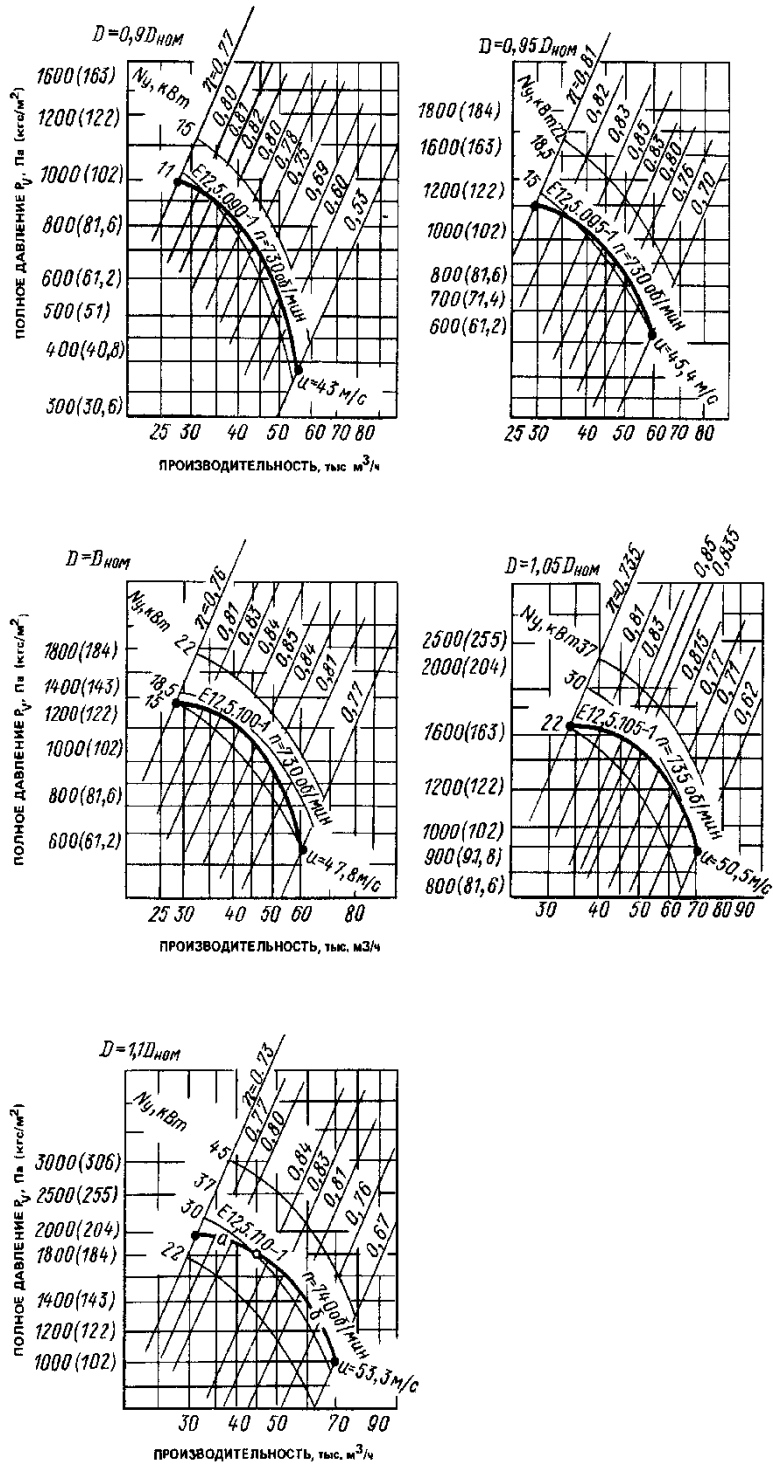


Рис. Д.9 Аэродинамические характеристики вентиляторов В.Ц4-75-12,5 (выполнения 1)

10. Коэффициенты запаса мощности

Потужність на валу електродвигуна, кВт	Коефіцієнт запасу при вентиляторі	
	радіальний	осьовий
<0,5	1,5	1,2
0,51-1	1,3	1,15
1,01-2	1,2	1,1
2,01-5	1,15	1,05
<5	1,1	1,05

ЗАВДАННЯ. Частина 2

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного та практичного заняття.
2. Розглянути приклади розрахунку та виконати завдання практичного заняття (приклад пункт 3.3.1). Завдання наведено у пункті 3.1.
3. Розрахунки виконувати відповідно до варіанту та завдання.
4. Приклади розрахунків, пункти 3.3.2...3.3.3, опрацювати без розрахунків по варіантах.
5. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
6. Дозволяється вставлення рисунків з інтернет джерел з посиланням на ці джерела.

3.1. Завдання та його виконання

Визначити витрати охолодженої і рециркульованої води, початкову і кінцеву температуру води, необхідні для охолодження і осушки заданої кількості повітря (кг/год) від початкового стану з температурою t_1 (°C) та ентальпією I_1 (кДж/кг) до кінцевого стану з температурою t_2 (°C) та вологістю φ_2 . Вода, що поступає з холодильного центру, має температуру t_x (°C). Тип кондиціонера задано.

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити методику розрахунку за рекомендованою літературою і лекційним матеріалом, а також відомості з теорії, наведені в даних рекомендаціях.
2. Розглянути приклад визначення витрат охолодженої і рециркуляційної води.
3. Одержати варіант завдання у викладача (дані наведено в таблиці 3.3 розділ 3.5).
4. Провести розрахунок витрат охолодженої і рециркульованої води, початкову і кінцеву температуру води, необхідні для охолодження і осушки заданої кількості повітря. Побудувати на I-d діаграмі лінію процесу тепловологої обробки повітря в камері зрошення.
5. Результати розрахунку подати у вигляді зведених таблиць 3.1 та 3.2 (розділ 3.4).

3.2. Відомості з теорії

Для визначення витрат охолодженої і рециркуляційної води, початкової і кінцевої температури води, необхідних для охолодження і осушки повітря від початкового стану з температурою t_1 та ентальпією I_1 до кінцевого стану з температурою t_2 і вологістю φ за допомогою I-d діаграми визначають всі параметри процесу тепловологої обробки повітря в камері зрошення, а саме t_{m_1} , t_{m_2} , I_2 , t_L .

Коефіцієнт адіабатної ефективності визначають за рівнянням

$$E_a = 1 - \frac{t_2 - t_{m2}}{t_1 - t_{m1}}. \quad (3.1)$$

По графіку (рис. Д.1) визначають коефіцієнт зрошення μ і коефіцієнт ентальпійної ефективності E_n для прийнятого типорозміру і виконання камери зрошення.

Відносна різниця температур повітря визначається за формулою

$$\Theta = b c_{\epsilon} \mu \left(\frac{1}{E_n} - \frac{1}{E_a} \right), \quad (3.2)$$

Де b – коефіцієнт апроксимації; c_{ϵ} – теплоємність води.

Початкова і кінцева температура води відповідно

$$t_{\epsilon_1} = t_L - \frac{\Theta}{c_{\epsilon}} (I_1 - I_2), \quad (3.3)$$

$$t_{\epsilon_2} = t_{\epsilon_1} + \frac{I_1 - I_2}{c_{\epsilon} \mu}. \quad (3.4)$$

Витрати води, що розбризкується визначають за рівнянням

$$G_{\epsilon} = G_n \mu. \quad (3.5)$$

Витрати охолодженої води розраховують за формулою

$$G_{\epsilon x} = \frac{G_{\epsilon} (I_1 - I_2)}{c_{\epsilon} (t_{\epsilon_1} - t_x)}. \quad (3.6)$$

Витрати рециркуляційної води визначають за формулою

$$G_p = G_{\epsilon} - G_{\epsilon x}. \quad (3.7)$$

Для процесу охолодження повітря витрати холоду (кДж/год) визначають за рівнянням

$$Q_{хол} = G (I_{nn} - I_{нк}), \quad (3.8)$$

Де G – кількість повітря, що охолоджується; I_{nn} , $I_{нк}$ – ентальпія повітря на початку та в кінці процесу відповідно.

Кількість сконденсованих водяних парів (кг/год) розраховують за рівнянням:

$$W_{\kappa} = G (d_{nn} - d_{нк}) \cdot 10^{-3}, \quad (3.9)$$

Де d_{nn} , $d_{нк}$ – вологовміст повітря на початку та в кінці процесу відповідно.

Витрати водяного пару (кг/год), необхідного для ізотермічного зволоження повітря визначають за формулою

$$D = G (d_{n2} - d_{n1}) \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

або

$$D = \frac{G (I_{n2} - I_{n1})}{I_{нар}}, \quad (3.11)$$

Де G – кількість повітря, що зволожується; I_{n1}, I_{n2} – ентальпія повітря на початку та в кінці процесу відповідно; d_{n1}, d_{n2} – вологовміст повітря на початку та в кінці процесу відповідно.

Для вибору кондиціонера необхідної потужності розраховують потужність охолодження. Орієнтовний розрахунок потужності охолодження Q (в кіловатах) проводиться за загальноприйнятою методикою:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (3.12)$$

де Q_1 – тепловий притік від вікна, стін, підлоги і стелі; Q_2 – сума теплопритоків від людей; Q_3 – сума теплопритоків від побутових приладів.

Тепловий притік від вікон, стін, підлоги та стелі визначають за формулою

$$Q_1 = \frac{S h q}{1000}, \quad (3.13)$$

де S – площа приміщення (м^2); h – висота приміщення (м); q – коефіцієнт, що дорівнює 30–40 $\text{Вт}/\text{м}^3$.

Для затіненого приміщення приймають $q = 30$, при середній освітленості – $q = 35$ та $q = 40$ для приміщень, в які потрапляє багато сонячного світла. Якщо в приміщення потрапляють прямі сонячні промені, то на вікнах повинні бути світлі штори або жалюзі.

Теплопритоки від людей визначають за формулою

$$Q_2 = N q_2, \quad (3.14)$$

Де N – кількість людей, що перебувають в приміщенні; q_2 – теплопритік від однієї людини. Тепловий притік від дорослої людини: 0,1 кВт – у спокійному стані; 0,13 кВт – при легкому русі; 0,2 кВт – при фізичному навантаженні.

Тепловий притік від побутових приладів розраховують за формулою

$$Q_3 = \sum_{i=1}^n N_i q_i, \quad (3.15)$$

Де N_i – Кількість однотипних приладів у приміщенні; q_i – тепловий притік від i -го типу побутового приладу. Тепловий притік від комп'ютера складає 0,3 кВт, від телевізора – 0,2 кВт; для інших приладів можна вважати, що вони виділяють у вигляді тепла 30 % від максимальної споживаної потужності (тобто передбачається, що середня споживана потужність складає 30% від максимальної).

Потужність обраного кондиціонера повинна лежати в діапазоні від -5% до +15% розрахункової потужності Q .

3.3. Приклади розрахунку

3.3.1. Приклад визначення витрат охолодженої і рециркуляційної води, початкової і кінцевої температури води, необхідних для охолодження і осушки повітря

Визначити витрати охолодженої і рециркульованої води, початкову і кінцеву температуру води, необхідні для охолодження і осушки 37000 кг/год повітря від початкового стану $t_1 = 36$ °С і $I_1 = 70$ кДж/кг до кінцевого стану $t_2 = 16$ °С і $\varphi_2 = 0,9$. Вода, що поступає з холодильного центру, має температуру

$t_x = 7 \text{ }^\circ\text{C}$. Кондиціонер КТЦЗ-31.5, камера зрошення ОКФ-3 двохрядна, виконання 1.

Будуємо на $I-d$ діаграмі лінію процесу тепловологої обробки повітря в камері зрошення (рис. 3.1). В результаті отримуємо: температура мокрого термометра на початку та в кінці процесу відповідно $t_{m1} = 23,6 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{m2} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, ентальпія в кінці процесу $I_2 = 43 \text{ кДж/кг}$, температура в кінцевій точці ідеального процесу $t_L = 14 \text{ }^\circ\text{C}$.

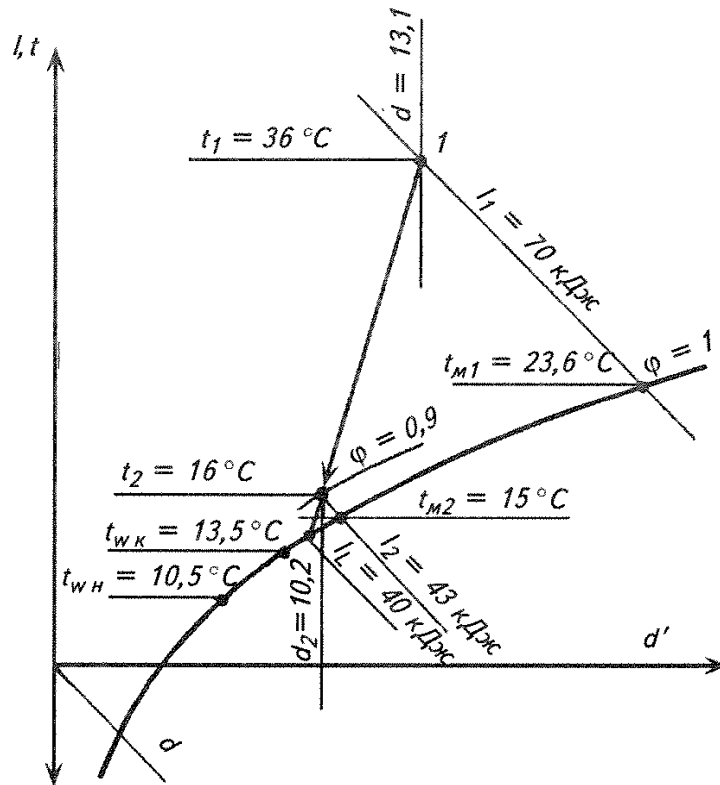


Рис. 3.1. Розрахунок на $I-d$ -діаграмі процесу тепловологостної обробки повітря у форсуночній камері зрошення

Коефіцієнт адиабатної ефективності визначають за рівнянням (3.1)

$$E_a = 1 - \frac{16 - 15}{36 - 23,6} = 0,92.$$

По графіку (рис. Д.1) визначають коефіцієнт зрошення $\mu = 2,2$ і коефіцієнт ентальпійної ефективності $E_n = 0,67$ для прийнятого типорозміру і виконання камери зрошення.

Відносна різниця температур повітря визначається за формулою (3.2) при коефіцієнті апроксимації $b = 0,33 \text{ }^\circ\text{C/кДж}$ і $c_s = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$.

$$\Theta = 0,33 \cdot 4,2 \cdot 2,2 \left(\frac{1}{0,67} - \frac{1}{0,92} \right) = 1,25.$$

Початкову і кінцеву температуру води розраховуємо відповідно за формулами (3.3) та (3.4)

$$t_{e1} = 14 - \frac{1,25}{4,2 \cdot 2,2} (70 - 43) \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_{e2} = 10,5 + \frac{70 - 43}{4,2 \cdot 2,2} = 13,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Витрати води, що розбризкується визначають за рівнянням (3.5)

$$G_6 = 37000 \cdot 2,2 = 81400 \text{ кг/год.}$$

Витрати охолодженої води розраховують за формулою (3.6)

$$G_{\text{ох}} = \frac{37000(70 - 43)}{4,2(10,5 - 7)} = 68370 \text{ кг/год.}$$

Витрати рециркуляційної води визначають за формулою (3.7)

$$G_p = 81400 - 68370 = 13030 \text{ кг/год.}$$

3.3.2. Приклад розрахунку процесу охолодження повітря

Повітря з параметрами $\varphi = 40 \%$, $t = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$ охолоджується в поверхневому теплообміннику до температури $t = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Визначити витрати холоду та кількість сконденсованої вологи, якщо кількість повітря рівне 1000 кг/год. Процес охолодження повітря зобразити на $I-d$ діаграмі вологого повітря.

Для визначення ентальпії та вологовмісту повітря на початку та в кінці процесу, зображуємо його на $I-d$ діаграмі вологого повітря (рис. 3.2)

Тоді ентальпія та вологовміст повітря на початку процесу

$I_{nn} = 38,6 \text{ кДж/год}$, $d_{nn} = 6,6 \text{ г/кг}$. Аналогічно ентальпія та вологовміст повітря в кінці процесу $I_{nk} = 18,5 \text{ кДж/год}$, $d_{nk} = 5,3 \text{ г/кг}$.

Витрати холоду за рівнянням (3.8)

$$Q_{\text{хол}} = 1000(38,6 - 18,5) = 20100 \text{ кДж/год.}$$

А кількість сконденсованих водяних парів за формулою (3.9):

$$W_k = 1000(6,6 - 5,3) \cdot 10^{-3} = 1,3 \text{ кг/год.}$$

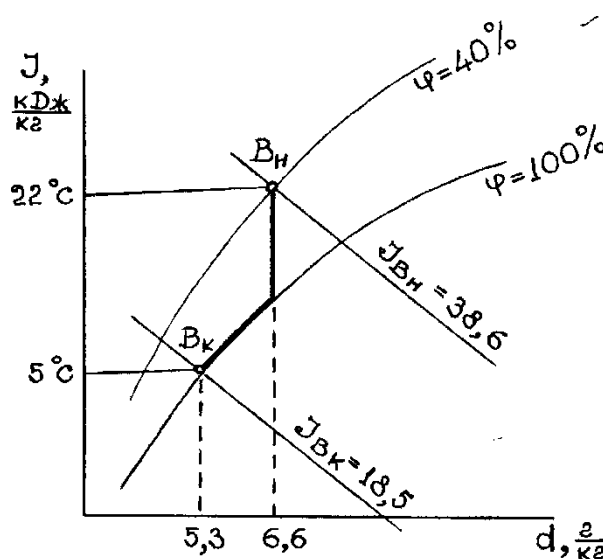


Рис. 3.2 Процес охолодження повітря, зображений на $I-d$ діаграмі

3.3.3. Приклад розрахунку процесу зволоження повітря

Повітря з параметрами $\varphi_1 = 20\%$, $t_1 = 22\text{ }^\circ\text{C}$ зволожується водяним паром до $\varphi_2 = 60\%$. Визначити витрати пари, якщо його тиск становить 1 ат (101300 Па). Витрати повітря 10000 кг/год. Побудувати $I-d$ діаграму процесу.

Ентальпія пари при $P = 1$ ат рівна 2676 кДж/кг (дод. 1). Згідно формули $\varepsilon = I_{нар}$ величина кутового коефіцієнта $\varepsilon = 2676$ кДж/кг.

На $I-d$ діаграмі наносимо точку B_1 , що відповідає початковому стану повітря (рис. 3.3).

Через точку B_1 проводимо промінь процесу. На перетині променя процесу з $\varphi_2 = 60\%$ відмічаємо точку B_2 , яка відповідає кінцевому стану повітря. Пряма $B_1 B_2$ відповідає процесу зволоження повітря водяним паром. По $I-d$ діаграмі визначаємо вологовміст і ентальпію повітря до і після зволоження.

$$d_{n1} = 3,3 \text{ г/кг}, d_{n2} = 10 \text{ г/кг}$$

$$I_{n1} = 30,1 \text{ кДж/кг}, I_{n2} = 48,0 \text{ кДж/кг}$$

Тоді витрати водяного пару за (3.10):

$$D = 10000(10 - 3,3) \cdot 10^{-3} = 67 \text{ кг/год},$$

або за (3.11)

$$D = \frac{10000(48 - 30,1)}{2676} \approx 67 \text{ кг/год}.$$

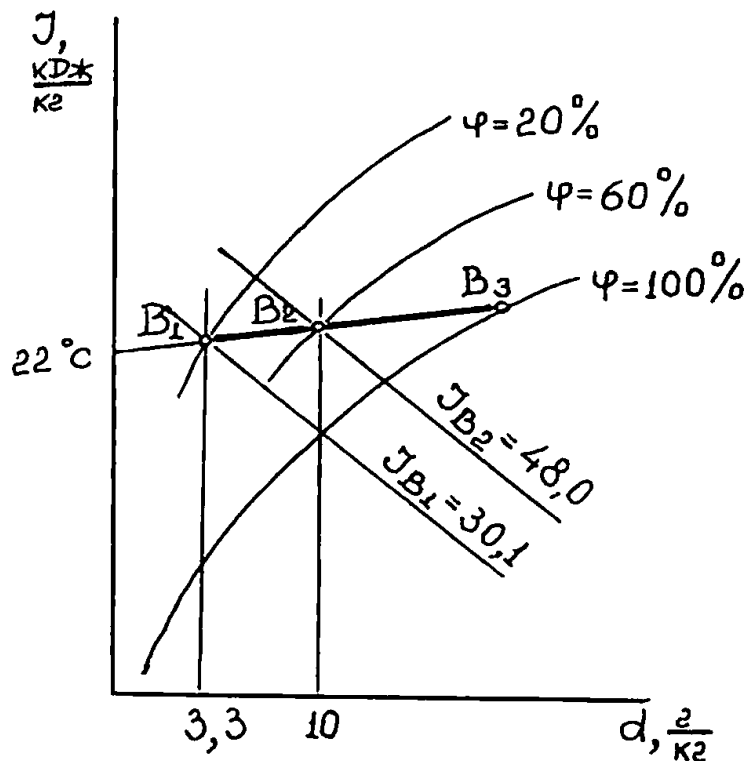


Рис. 3.3. $I-d$ діаграма ізотермічного зволоження повітря

3.4. Зведені таблиці

Таблиця 3.1

Вихідні дані

Показник, розмірність	значення
Кількість повітря, кг/год	37000
Температура початкового стану, °С	36
Ентальпія початкового стану, кДж/кг	70
Температура кінцевого стану °С	16
Вологість кінцевого стану	0,9
Температура води, що поступає з холодильного центру, °С	7
Тип кондиціонера	ОКФ-3 двохрядна, виконання 1

Таблиця 3.2

Розрахункові значення

Показник, розмірність	Значення
Температура мокрого термометра на початку процесу, °С	23,6
Температура мокрого термометра в кінці процесу, °С	15
Температура в кінцевій точці ідеального процесу	14
Коефіцієнт адиабатної ефективності	0,92
коефіцієнт зрошення	2,2
коефіцієнт ентальпійної ефективності	0,67
Відносна різниця температур повітря	1,25
Початкова температура води, °С	10,5
Кінцева температура води, °С	13,5
Витрати води, що розбризкується, кг/год	81400
Витрати охолодженої води, кг/год	68370
Витрати рециркуляційної води, кг/год	13030

3.5. Завдання на практичну роботу

Таблиця 3.3

Варіанти завдань

№ варіанту	Кількість повітря	Початковий стан повітря		Кінцевий стан повітря		Температура води з холодильного центру	Тип кондиціонера та тип виконання
		Температура	ентальпія	температура	вологість		
1.	30000	38	65	20	0,9	8	ОКФ-3.01 (2)
2.	31000	37	70	18	0,8	7	ОКФ-3.02 (2)
3.	32000	36	60	16	0,7	6	ОКФ-3.06 (2)
4.	33000	35	65	14	0,6	5	ОКФ-3.08 (2)
5.	34000	34	70	12	0,9	4	ОКФ-3.12 (2)
6.	35000	33	60	20	0,8	8	ОКФ-3.16 (2)
7.	36000	32	65	18	0,7	7	ОКФ-3.25 (2)
8.	37000	31	70	16	0,6	6	ОКФ-3.01 (1)
9.	38000	30	60	14	0,9	5	ОКФ-3.03 (1)
10.	39000	38	65	12	0,8	4	ОКФ-3.06 (1)
11.	40000	37	70	20	0,7	8	ОКФ-3.08 (1)
12.	30000	36	60	18	0,6	7	ОКФ-3.04 (1)

№ варіанту	Кількість повітря	Початковий стан повітря		Кінцевий стан повітря		Температура води з холодильного центру	Тип кондиціонера та тип виконання
		Температура	ентальпія	температура	вологість		
13.	31000	35	65	16	0,9	6	ОКФ-3.12 (1)
14.	32000	34	70	14	0,8	5	ОКФ-3.16 (1)
15.	33000	33	60	12	0,7	4	ОКФ-3.20 (1)
16.	34000	32	65	20	0,6	8	ОКФ-3.25 (1)
17.	35000	31	70	18	0,9	7	ОКФ-3.01 (2)
18.	36000	30	60	16	0,8	6	ОКФ-3.02 (2)
19.	37000	38	65	14	0,7	5	ОКФ-3.06 (2)
20.	38000	37	70	12	0,6	4	ОКФ-3.08 (2)
21.	39000	36	60	20	0,9	8	ОКФ-3.12 (2)
22.	40000	35	65	18	0,8	7	ОКФ-3.16 (2)
23.	30000	34	70	16	0,7	6	ОКФ-3.25 (2)
24.	31000	33	60	14	0,6	5	ОКФ-3.01 (1)
25.	32000	32	65	12	0,9	4	ОКФ-3.03 (1)
26.	33000	31	70	20	0,8	8	ОКФ-3.06 (1)
27.	34000	30	60	18	0,7	7	ОКФ-3.08 (1)
28.	35000	38	65	16	0,6	6	ОКФ-3.04 (1)
29.	36000	37	70	14	0,9	5	ОКФ-3.12 (1)
30.	37000	36	60	12	0,8	4	ОКФ-3.16 (1)

ДОДАТКИ до практичного заняття (довідкові матеріали)

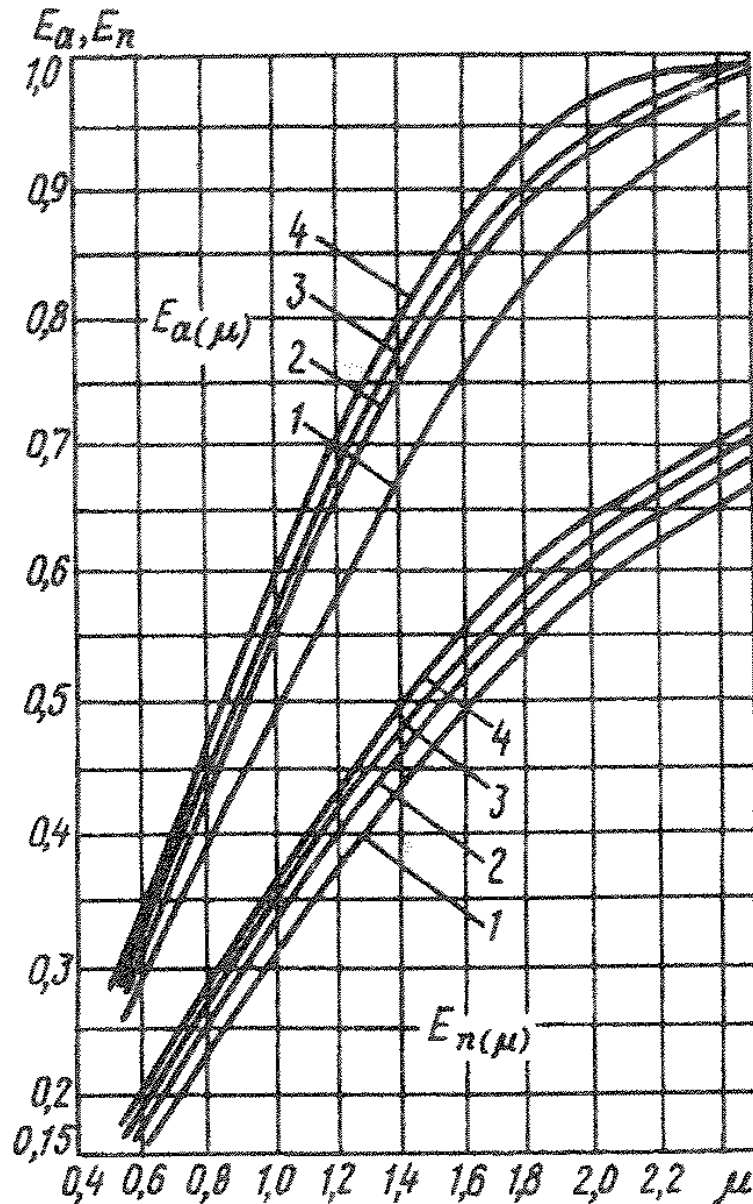


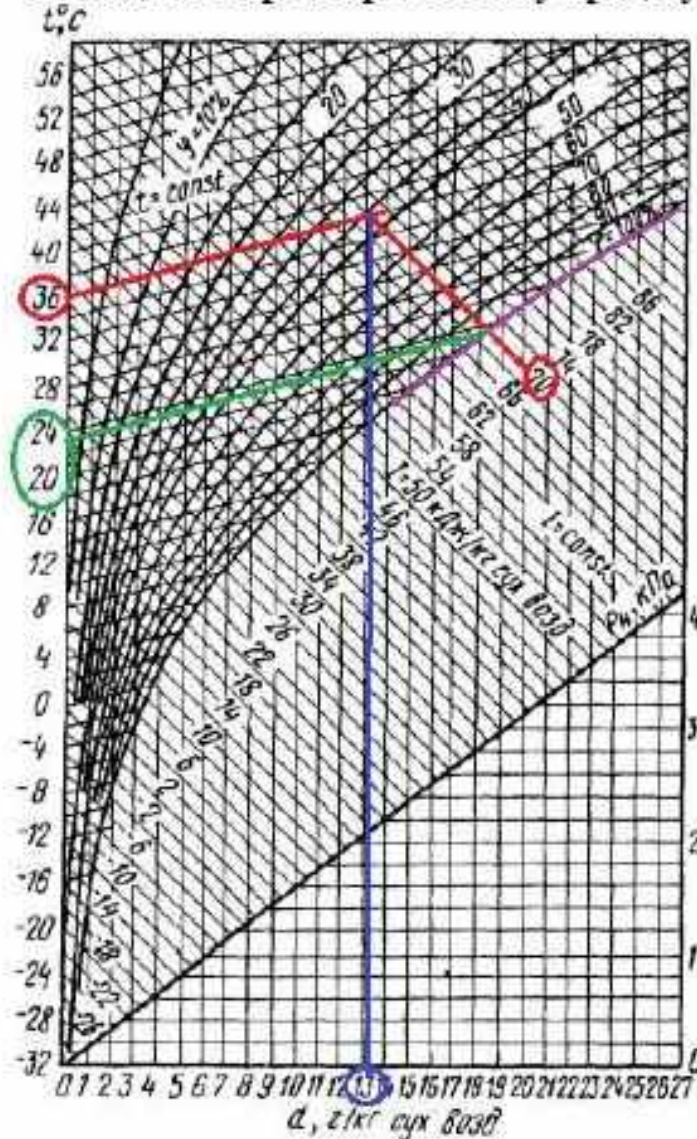
Рис. Д.1. Залежність коефіцієнтів адиабатної E_a та ентальпійної E_n ефективності двохрядних камер зрошення ОКФ-3:

- 1 – ОКФ-3.01, ОКФ-3.02 (камери виконання 2); 2 – ОКФ-3.02, ОКФ-3.06, ОКФ-3.08, ОКФ-3.12, ОКФ-3.16, ОКФ-3.25 (камери виконання 2);
 3 – ОКФ-3.01, ОКФ-3.03, ОКФ-3.06, ОКФ-3.08, ОКФ-3.04, ОКФ-3.12, ОКФ-3.16, ОКФ-3.20, ОКФ-3.25 (камери виконання 1); 4 – ОКФ-3.03, ОКФ-3.04, ОКФ-3.25 (камери виконання 1);
 цифри 01, 02, 03 і т.д. в марках камер означають пропускну здатність камер, в десятках тисяч кубічних метрів повітря на годину

1. Властивості насиченої пари в залежності від температури

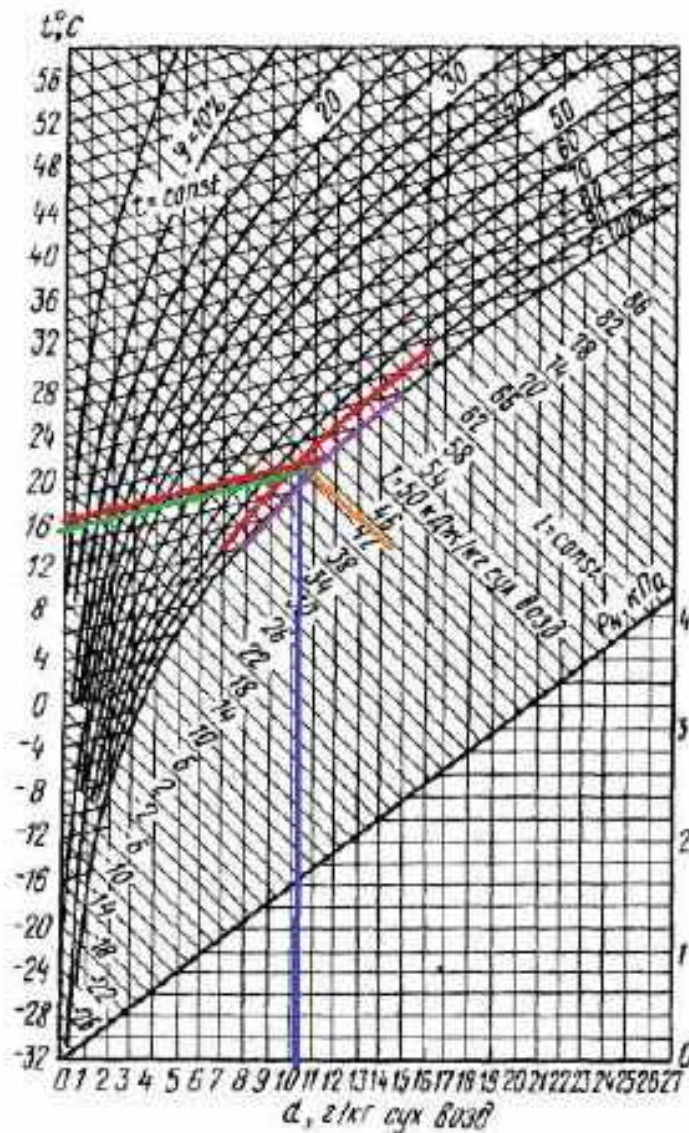
Температура, °С	Тиск (абсолютний), кгс/см ²	Питомий об'єм, м ³ /кг	Густина, кг/м ³	Питома ентальпія рідини i , кДж/кг	Питома ентальпія пара i'' , кДж/кг	Питома теплота пароутворення r , кДж/кг
0	0,0062	206,5	0,00484	0	2493,1	2493,1
5	0,0089	147,1	0,006880	20,95	2502,7	2481,7
10	0,0125	106,4	0,00940	41,90	2512,3	2470,4
15	0,0174	77,9	0,01283	62,85	2522,4	2459,5
20	0,0238	57,8	0,01729	83,80	2532,0	2448,2
25	0,323	43,40	0,02304	104,75	2541,7	2436,9
30	0,0433	32,93	0,3036	125,7	2551,3	2425,6
35	0,0573	25,25	0,03960	146,65	2561,0	2414,3
40	0,0752	19,55	0,05114	167,60	2570,6	2403,0
45	0,0977	15,28	0,06543	188,55	2579,8	2391,3
50	0,1258	12,054	0,0830	209,5	2589,5	2380,0
55	0,1605	9,589	0,1043	230,45	2598,7	2368,2
60	0,2031	7,687	0,1301	251,4	2608,3	2356,9
65	0,2550	6,209	0,1611	272,35	2617,5	2345,2
70	0,3177	5,052	0,1979	293,3	2626,3	2333,0
75	0,3930	4,139	0,2416	314,3	2636	2321
80	0,483	3,414	0,2929	335,2	2644	2310
85	0,590	2,832	0,3531	356,2	2653	2297
90	0,715	2,365	0,4229	377,1	2662	2285
95	0,862	1,985	0,5039	398,1	2671	2273
100	1,033	1,675	0,5970	419,0	2679	2260
105	1,232	1,421	0,7036	440,4	2687	2248
110	1,461	1,212	0,8254	461,3	2696	2234
115	1,724	1,038	0,9635	482,7	2704	2221
120	2,025	0,893	1,1199	504,1	2711	2207
125	2,367	0,7715	1,296	525,4	2718	2194

Знаходимо параметри початку процесу



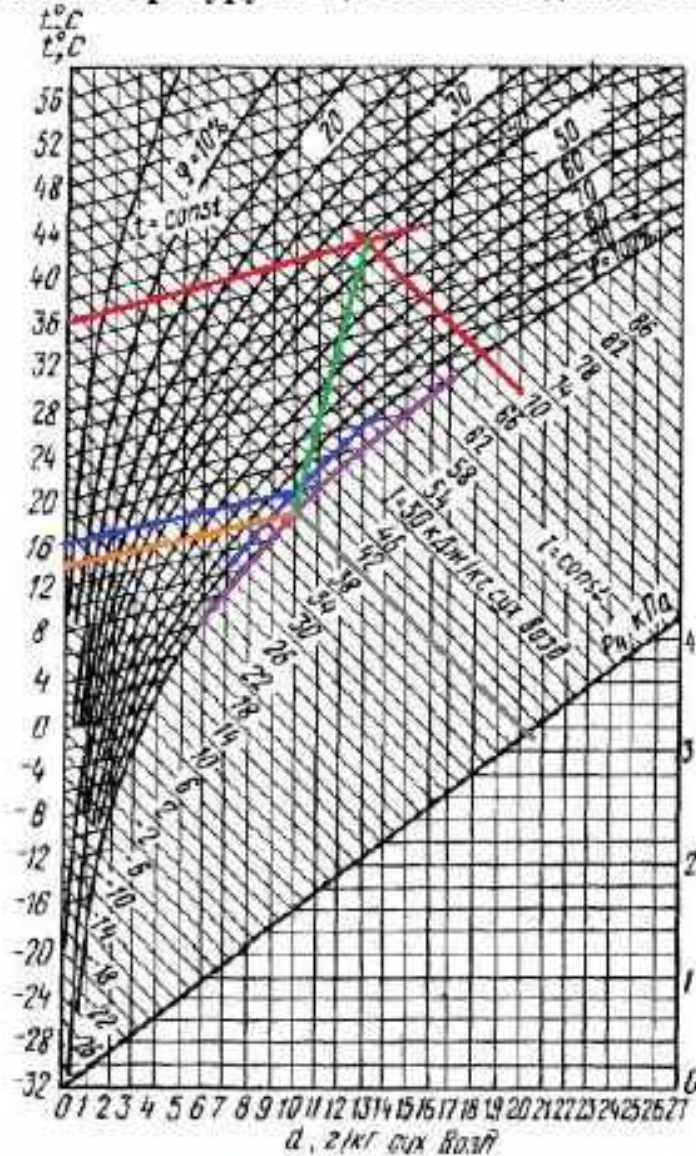
1. Проводимо лінії (—), що відповідають температурі $t_1=36^\circ$ та ентальпії $I_1=70$ кДж/кг.
2. З точки перетину ведемо лінію (—) на шкалу вологовмісту (вниз). Отримуємо значення $d_1=13,1$.
3. Температура мокрого термометру знаходиться при вологості $\varphi=100\%=1$. Відмічаємо відповідну лінію (—) на діаграмі.
4. З перетину ліній вологості та ентальпії проводимо лінію (—) температури. Отримуємо $t_{m1}=23,6$.

Знаходимо параметри кінця процесу



1. Проводимо лінії (—), що відповідають температурі $t_2=16^\circ$ та ентальпії $\phi_2=0,9=90\%$.
2. З точки перетину ведемо лінію (—) на шкалу вологовмісту (вниз). Отримуємо значення $d_2=10,2$.
3. З точки перетину ведемо лінію (—) на шкалу ентальпії. Отримуємо значення $I_2=43$.
4. Температура мокрого термометру знаходиться при вологості $\phi=100\%=1$. Відмічаємо відповідну лінію (—) на діаграмі.
5. З перетину ліній вологості та ентальпії проводимо лінію (—) температури. Отримуємо $t_{w2}=15$.

Знаходимо температуру кінцевої точки ідеального процесу



1. Проводимо лінії (—), що відповідають температурі $t_1=36^\circ$ та ентальпії $I_1=70 \text{ кДж/кг}$. Перетин цих ліній дають точку початку процесу.
2. Проводимо лінії (—), що відповідають температурі $t_2=16^\circ$ та ентальпії $\phi_2=0,9=90\%$. Перетин цих ліній дають точку кінця процесу.
3. З'єднуємо точки початку і кінця процесу прямою (під лінійку) лінією (—) і подовжуємо її до перетину з лінією вологості $\phi=100\%=1$ (—). Це і є кінцева точка ідеального процесу.
4. З отриманої точки ведемо лінію для визначення температури (—) $t_L=14^\circ$ та ентальпії $I_L=40$ (—) в кінцевій точці ідеального процесу.

Тема 3: СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ.

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного та практичного заняття.
2. Розглянути приклад розрахунку пункт 4.3 та виконати завдання практичного заняття. Завдання наведено у пункті 4.1
3. Розрахунки виконувати відповідно до варіанту та завдання.
4. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
5. Дозволяється вставлення рисунків з інтернет джерел з посиланням на ці джерела.

4.1. Завдання та його виконання

Розрахувати витрати води для внутрішнього водогону для житлового будинку на $N_{кв}$ квартири (на $N_{під}$ під'їздів), висотою $N_{пов}$ поверхів. Будинок обладнано централізованим гарячим водопостачанням та стандартними ваннами, мийками, умивальниками та унітазами зі змивними бачками. Розрахункова середня населеність квартир U_0 чол.

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити методику розрахунку за рекомендованою літературою і лекційним матеріалом, а також відомості з теорії, наведені в даних рекомендаціях.
2. Розглянути приклад визначення розрахункових витрат води в системах водопостачання та каналізації.
3. Одержати варіант завдання у викладача (дані наведено в таблиці 4.5, розділ 4.5).
4. Побудувати розрахункову схему холодного водогону, провести розрахунок.
5. Результати розрахунку подати у вигляді таблиць 4.1 та 4.2, наведених в прикладі розрахунку даних методичних рекомендацій (розділ 4.3) та у вигляді зведених таблиць 4.3 та 4.4 (розділ 4.4).

4.2. Відомості з теорії

Системи холодного, гарячого водопостачання та каналізації повинні забезпечувати подачу води та відведення стічних вод, що відповідають розрахунковому числу водоспоживачів або встановлених санітарно-технічних приборів.

Для розрахунку максимальних секундних витрат води системи в цілому або на розрахунковій ділянці необхідно:

- Визначити споживачів води та їх кількість U ;
- Прийняти або розрахувати секундну q_0 та годинну q_{hr} витрати води водорозбірною арматурою;
- Визначити число встановлених санітарно-технічних приладів N ;
- Розрахувати ймовірність дії приладу P ;
- Розрахувати секундні та годинні витрати води;
- Розрахувати секундні витрати стічних вод.

Максимальні секундні витрати води на розрахунковій ділянці внутрішньої водопровідної мережі визначають за формулою

$$q = 5q_0\alpha, \quad (4.1)$$

де α – коефіцієнт, який визначається за дод. 4, коефіцієнт α залежить від загальної кількості приладів N , які обслуговує розрахункова ділянка мережі та ймовірності їх одночасної дії P ; q_0 – секундні витрати води, л/с, віднесені до одного приладу. Розрізняють q_0^{tot} – загальні секундні витрати води (холодної і гарячої); q_0^h – витрати гарячої води; q_0^c – витрати холодної води.

Секундні витрати води q_0 , л/с, водорозбірною арматурою (приладом), віднесені до одного приладу, слід визначати для:

- Окремого приладу за дод. 1;
- Різних приладів, які обслуговують однакових водо споживачів за дод. 2;
- Житлових і громадських будинків та споруд, в яких відсутні відомості про витрати води і технічні характеристики санітарних приладів, дозволяється приймати: $q_0^{tot} = 0,3$ л/с; $q_0^h = q_0^c = 0,2$ л/с;
- Різних приладів, які обслуговують різних споживачів, за формулою:

$$q_0 = \frac{\sum_i N_i P_i q_{0,i}}{\sum_i N_i P_i}, \quad (4.2)$$

де N_i – число однотипних водорозбірних приладів; $q_{0,i}$ – секундні витрати води (загальні, холодної, гарячої), л/с, водорозбірними приладами (дод. 1); P_i – ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів при відмінних групах водоспоживачів у будинках різного призначення.

Ймовірність одночасної роботи водорозбірних приладів P при однакових водоспоживачах у будинку або споруді визначають за формулою

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{q_0 N \cdot 3600}, \quad (4.3)$$

де $q_{hr,u}$ – нормативні витрати води, л, в годину максимального водоспоживання (дод. 2).

При відмінних групах водо споживачів у будинках або спорудах різного призначення ймовірність одночасної роботи водорозбірних приладів визначають за формулою

$$P = \frac{\sum_i N_i P_i}{\sum_i N_i}. \quad (4.4)$$

Максимальні секундні витрати стічних вод q^s , л/с, на ділянках каналізаційних мереж в будинках і спорудах залежить від витрат води на відповідних ділянках і визначається:

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

$$q^s = q^{tot} + q_0^s; \quad (4.5)$$

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

$$q^s = q^{tot}, \quad (4.6)$$

де q_0^s – найбільші секундні витрати стічних вод від санітарних приладів (дод. 1).

Для санітарних приладів, що зустрічаються найчастіше, значення величини q_0^s такі: для умивальників – 0,15 л/с, для мийок – 0,6 л/с, для ванн – 0,8 л/с, для унітазів зі зливним бачком (краном) – 1,6 (1,4) л/с.

Максимальні годинні витрати води, м³/год. розраховують за формулою

$$q = 0,005 q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (4.7)$$

де α_{hr} – коефіцієнт, який визначається за дод. 3 або дод. 4 залежно від загальної кількості приладів N та ймовірності їх одночасної дії P_{hr} .

Годинні витрати води санітарно-технічним приладом $q_{0,hr}$ л/год., слід визначати:

- При однакових водо споживачах у будинку або споруді – за дод. 2;
- При відмінних споживачах за формулою

$$q_{0,hr} = \frac{\sum_i N_i P_{hr,i} q_{0,hr,i}}{\sum_i N_i P_{hr,i}}, \quad (4.8)$$

при цьому розрізняють $q_{0,hr}^{tot}$ – загальні годинні витрати води (холодної і гарячої); $q_{0,hr}^h$ – витрати гарячої води; $q_{0,hr}^c$ – витрати холодної води.

Ймовірність одночасного використання санітарно-технічних приладів для системи в цілому

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_0}{q_{0,hr}}. \quad (4.9)$$

У виробничих будівлях і спорудах максимальні годинні витрати води на виробничі потреби вираховують за добутком відповідних середнього динних витрат на коефіцієнт годинної нерівномірності.

Середні годинні витрати води q_T , м³/год., за період (доба, зміна) максимального водоспоживання T визначають за формулою

$$q_T = \frac{\sum_i q_{u,i} U_i}{1000T}, \quad (4.10)$$

де i – порядковий номер групи водоспоживачів у будинку або споруді; U_i – кількість однотипних водоспоживачів у i -тій групі; q_i – добова норма витрат води i -тим споживачем, л; T – період, год.

4.3. Приклад розрахунків витрат води в системах водопостачання та каналізації

Розрахувати витрати води для внутрішнього водогону для житлового будинку на 216 квартири (на 2 під'їзди), висотою 10 поверхів. Будинок обладнано централізованим гарячим водопостачанням та стандартними ваннами, мийками, умивальниками та унітазами зі змивними бачками. Розрахункова середня населеність квартир $U_0 = 4,1$ чол.

Задача даного прикладу полягає у визначенні секундних витрат холодної води і розрахункових годинних витрат в водопровідній мережі будинку.

Норми витрат води прийняті згідно обов'язкових додатків 1 та 2:

- $q_U^{tot} = 300$ л/добу на 1 людину – загальна норма витрат води споживачем за добу найбільшого водоспоживання;
- $q_U^c = 200$ л/добу на 1 людину – норма витрат холодної води споживачем за добу найбільшого водоспоживання;
- $q^h = 200$ л/добу на 1 людину – норма витрат гарячої води споживачем за добу найбільшого водоспоживання;
- $q_{hr,U}^{tot} = 15,6$ л/год. на 1 людину – загальна норма витрат води споживачем за годину найбільшого водоспоживання;
- $q_{hr}^c = 5,6$ л/год. На 1 людину – максимальна годинна витрата холодної води.
- $q_{hr}^h = 10$ л/добу на 1 людину – максимальна годинна витрата гарячої води споживачем за добу найбільшого водоспоживання;

Норми витрат води санітарним прибором приймаємо:

- $q_0^{tot} = 0,3$ л/с – загальна витрата води санітарним прибором;
- $q_0^c = 0,2$ л/с – витрата холодної води санітарно-технічним прибором;
- $q_0^h = 0,2$ л/с – витрата гарячої води санітарно-технічним прибором.

- ☞ За водорозбірний прилад приймається одна точка водовідбору, тобто один кран (наприклад, один поплавковий кран або один вентиль змішувача).
- ☞ Загальна кількість приладів для житлового будинку визначається як добуток кількості квартир на кількість приладів встановлених в кожній квартирі, для готелю – добуток кількості номерів на кількість приладів встановлених в кожному номері.

Кількість споживачів води в будинку це кількість всіх жильців будинку, що визначається як добуток кількості квартир та середньої населеності квартири, тобто

$$U = 216 \cdot 4,1 = 885,6.$$

Квартири будинку оснащена змішувачем мийки на кухні, змішувачем умивальника та змішувачем ванни. Кожен з цих змішувачів – це дві точки водозабору (одна холодна і одна гаряча). Крім того в квартирах встановлено унітази зі змивними бачками, оснащеними поплавковим краном, який представляє собою ще одну точку холодного водовідбору. Отже, в кожній квартирі є 7 точок водовідбору з яких 4 – холодного і 3 – гарячого водовідбору.

Складаємо розрахункову безмасштабну схему холодного водопостачання (рис. 4.1).

Ймовірність дії санітарно-технічного приладу за формулою (4.3) загальна –

$$P^{t0t} = \frac{15,6 \cdot 885,6}{0,3 \cdot (216 \cdot 7) \cdot 3600} = 0,00846;$$

холодна –

$$P^c = \frac{5,6 \cdot 885,6}{0,2 \cdot (216 \cdot 4) \cdot 3600} = 0,007972;$$

гаряча –

$$P^c = \frac{10 \cdot 885,6}{0,2 \cdot (216 \cdot 3) \cdot 3600} = 0,019.$$

Коефіцієнт α знаходимо за дод. 4 метод рекомендацій, а q розраховуємо за формулою (4.1). Результати розрахунків на кожній ділянці зводимо в таблиці.

Оскільки загальні розрахункові витрати води $q^{t0t} = 7,401 \text{ л/с} < 8 \text{ л/с}$ максимальні секундні витрати стічних вод розраховуємо за формулою (4.5). Для цього за додатком 1 метод. рекомендацій визначаємо $q_0^s = 0,6 \text{ л/с}$. Тоді

$$q^s = 7,401 + 0,6 = 8,001 \text{ л/с}$$

Годинні розрахункові витрати води визначають за формулою (4.7). Попередньо розраховують ймовірність використання водорозбірних приладів за формулою (4.9). Тоді ймовірність використання санітарних приладів в будинку в цілому

$$P_{hr}^{t0t} = \frac{3600 \cdot 0,00846 \cdot 0,3}{300} = 0,030456 \approx 0,0305;$$

холодного водозабору

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,007972 \cdot 0,2}{200} = 0,0286992 \approx 0,0287;$$

гарячого водозабору

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,019 \cdot 0,2}{200} = 0,068.$$

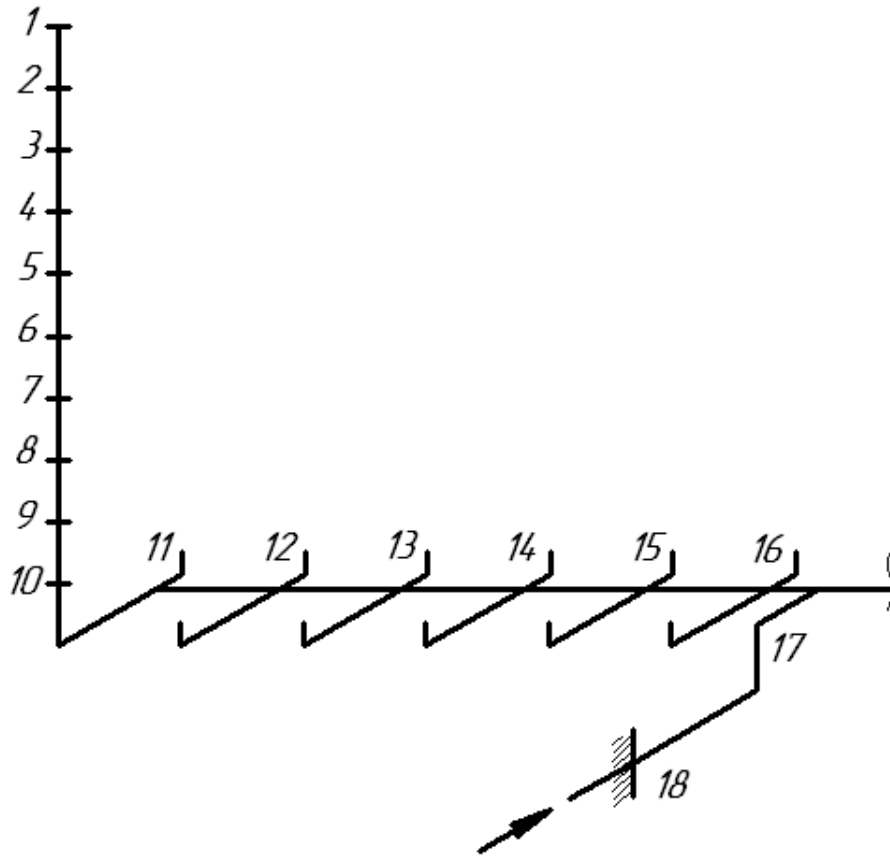


Рис. 4.1. Розрахункова схема холодного водогону

Таблиця 4.1

Розрахункові витрати холодної води.

№ точки розрахункової схеми	№ ділянки	N	P	$N \cdot P$	\square	q
1	—	—	—	—	—	—
2	1–2	4	0,007972	0,032	0,241	0,241
3	2–3	8	0,007972	0,064	0,295	0,295
4	3–4	12	0,007972	0,096	0,338	0,338
5	4–5	16	0,007972	0,128	0,378	0,378
6	5–6	20	0,007972	0,159	0,410	0,410
7	6–7	24	0,007972	0,191	0,444	0,444
8	7–8	28	0,007972	0,223	0,476	0,476
9	8–9	32	0,007972	0,255	0,502	0,502
10	9–10	36	0,007972	0,287	0,526	0,526
11	10–11	72	0,007972	0,574	0,730	0,730
12	11–12	144	0,007972	1,148	1,046	1,046
13	12–13	216	0,007972	1,722	1,328	1,328

№ точки розрахункової схеми	№ ділянки	N	P	$N \cdot P$	\square	q
14	13–14	288	0,007972	2,296	1,563	1,563
15	14–15	360	0,007972	2,870	1,802	1,802
16	15–16	432	0,007972	3,444	2,029	2,029
17	16–17	864	0,007972	6,888	3,181	3,181
18	17–18	1512	0,00846	12,792	4,934	7,401

Таблиця 4.2

Розрахункові витрати гарячої води.

№ точки розрахункової схеми	№ ділянки	N	P	$N \cdot P$	\square	q
1	–	–	–	–	–	–
2	1–2	3	0,019	0,057	0,286	0,286
3	2–3	6	0,019	0,114	0,361	0,361
4	3–4	9	0,019	0,171	0,425	0,425
5	4–5	12	0,019	0,228	0,476	0,476
6	5–6	15	0,019	0,285	0,526	0,526
7	6–7	18	0,019	0,342	0,573	0,573
8	7–8	21	0,019	0,399	0,610	0,610
9	8–9	24	0,019	0,456	0,652	0,652
10	9–10	27	0,019	0,513	0,692	0,692
11	10–11	54	0,019	1,026	0,995	0,995
12	11–12	108	0,019	2,052	1,479	1,479
13	12–13	162	0,019	3,078	1,879	1,879
14	13–14	216	0,019	4,104	2,281	2,281
15	14–15	270	0,019	5,130	2,626	2,626
16	15–16	324	0,019	6,156	2,956	2,956
17	16–17	648	0,019	12,312	4,820	4,820
18	17–18	1512	0,00846	12,792	4,934	7,401

Так як всі ймовірності менші за 0,1, а кількість приладів більша за 200 користуємось таблицею 4.2. Тоді

$$N^{t0t} \cdot P_{hr}^{t0t} = 1512 \cdot 0,0305 = 46,116 \approx 46;$$

$$N^c \cdot P_{hr}^c = 864 \cdot 0,0287 = 24,797 \approx 25;$$

$$N^h \cdot P_{hr}^h = 648 \cdot 0,068 = 44,064 \approx 44.$$

Цим значенням в додатку 4 ДБН В.2.5-64-2012 відповідають значення

$$\alpha_{hr}^{t0t} = 13,37, \alpha_{hr}^c = 8,192, \alpha_{hr}^h = 12,89.$$

Підставивши знайдені значення в (4.7) отримують

$$q_{hr}^{t0t} = 5 \cdot 300 \cdot 13,37 = 20055 \text{ л/год} \approx 20 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{hr}^c = 5 \cdot 200 \cdot 8,192 = 8192 \text{ л/год} \approx 8,2 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{hr}^h = 5 \cdot 200 \cdot 12,89 = 12890 \text{ л/год} \approx 13 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Результати розрахунку представляємо у вигляді табл. 4.4.

4.4. Зведені таблиці

Таблиця 4.3

Вихідні дані

№ варіанта	Кількість квартир $N_{кв}$, шт.	Кількість під'їздів $N_{під}$, шт.	Кількість поверхів $N_{пов}$, шт.	населеність квартир U_0 , чол.
0	216	2	10	4,1

Таблиця 4.4

Розрахункові значення

Показник, розмірність	Значення
Секундні розрахункові витрати холодної води q^c , л/с	3,181
Секундні розрахункові витрати гарячої води q^h , л/с	4,820
Загальні секундні розрахункові витрати холодної води q^{tot} , л/с	7,401
Секундні витрати стічних вод q^s , л/с	8,001
Загальні годинні розрахункові витрати води q_{hr}^{tot} , м ³ /год	20
Годинні розрахункові витрати холодної води q_{hr}^c , м ³ /год	8,2
Годинні розрахункові витрати гарячої води q_{hr}^h , м ³ /год	13

4.5. Завдання на роботу

Таблиця 4.5

Варіанти завдань

№ варіанта	Кількість квартир $N_{кв}$, шт.	Кількість під'їздів $N_{під}$, шт.	Кількість поверхів $N_{пов}$, шт.	Населеність квартир U_0 , чол.
1.	32	2	5	3,9
2.	72	3	7	4
3.	128	4	9	4,1
4.	108	2	10	4,2
5.	72	3	5	4,3
6.	144	4	7	3,9
7.	128	2	9	4
8.	216	3	10	4,1
9.	128	4	5	4,2
10.	48	2	7	4,3
11.	96	3	9	3,9

№ варіанта	Кількість квартир $N_{кв}$, шт.	Кількість під'їздів $N_{під}$, шт.	Кількість поверхів $N_{пов}$, шт.	Населеність квартир U_0 , чол.
12.	144	4	10	4
13.	48	2	5	4,1
14.	108	3	7	4,2
15.	192	4	9	4,3
16.	144	2	10	3,9
17.	96	3	5	4
18.	192	4	7	4,1
19.	64	2	9	4,2
20.	108	3	10	4,3
21.	64	4	5	3,9
22.	72	2	7	4
23.	144	3	9	4,1
24.	216	4	10	4,2
25.	64	2	5	4,3
26.	72	3	6	3,9
27.	144	4	9	4
28.	216	2	12	4,1
29.	64	2	8	4,2
30.	72	4	9	4,3

ДОДАТКИ до практичного заняття (довідкові матеріали)

1. Витрати води та стоків санітарними приладами

Санітарні прилади	Секундні витрати води, л/с			Годинні витрати води, л/с			Вільний напір H_f , м	Витрати стоків від приладу q_0^s , л/с	Мінімальні діаметри умовного проходу, мм	
	загальні	холодної	гарячої	загальні	холодної	гарячої			підводки	відводу
	q_0^{tot}	q_0^c	q_0^h	$q_{0,hr}^{tot}$	$q_{0,hr}^c$	$q_{0,hr}^h$				
1. Умивальник, рукомийник з водорозбірним краном	0,1	0,1	—	30	30	—	2	0,15	10	32
2. Те ж, зі змішувачем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2	0,15	10	32
3. Раковина, мийка інвентарна з водорозбірним краном і колонка лабораторна водорозбірна	0,15	0,15	—	50	50	—	2	0,3	10	40
4. Мийка (у тому числі лабораторна) зі змішувачем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2	0,6	10	40
5. Мийка (для підприємств громадського харчування) зі змішувачем	0,3	0,2	0,2	500	220	280	2	0,6	15	50
6. Ванна із змішувачем (у тому числі спільних для ванн і умивальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3	0,8	10	40
7. Ванна з водогрійної колонкою і змішувачем	0,22	0,22	—	300	300	—	3	1,1	15	40
8. Ванна медична зі змішувачем умовним діаметром, мм:										
20	0,4	0,3	0,3	700	460	460	5	2,3	20	50
25	0,6	0,4	0,4	750	500	500	5	3	25	75
32	1,4	1	1	1060	710	710	5	3	32	75

Санітарні прилади	Секундні витрати води, л/с			Годинні витрати води, л/с			Вільний напір H_f , м	Витрати стоків від приладу q_0^s , л/с	Мінімальні діаметри умовного проходу, мм	
	загальні	холодної	гарячої	загальні	холодної	гарячої			підводки	відводу
	q_0^{tot}	q_0^c	q_0^h	$q_{0,hr}^{tot}$	$q_{0,hr}^c$	$q_{0,hr}^h$				
9. Ванна для ніг зі змішувачем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	3	0,5	10	40
10. Душова кабіна з мілким душовим піддоном і змішувачем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3	0,2	10	40
11. Душова кабіна з глибоким душовим піддоном і змішувачем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3	0,6	10	40
12. Душ в груповій установці зі змішувачем	0,2	0,14	0,14	500	270	230	3	0,2	10	50
13. Гігієнічний душ (біде) зі змішувачем і аератором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	5	0,15	10	32
14. Нижній висхідний душ	0,3	0,2	0,2	650	430	430	5	0,3	15	40
15. Колонка в мильні з водорозбірним краном холодної або гарячої води	0,4	0,4	—	1000	1000	—	2	0,4	20	—
16. Унітаз зі змивним бачком	0,1	0,1	—	83	83	—	2	1,6	8	85
17. Унітаз зі змивним краном	1,4	1,4	—	81	81	—	4	1,4	—	85
18. Пісуар	0,035	0,035	—	36	36	—	2	0,1	10	40
19. Пісуар з напівавтоматичним змивним краном	0,2	0,2	—	36	36	—	3	0,2	15	40
20. Питний фонтанчик	0,04	0,04	—	72	72	—	2	0,05	10	25
21. Поливальний кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	2	0,3	15	—
22. Трап умовним діаметром, мм:										
50	—	—	—	—	—	—	—	0,7	—	50
100	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—	100

2. Норми витрати води споживачами

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
1. Житлові будинки квартирного типу: з водопроводом та каналізацією без ванн з газопостачанням з водопроводом, каналізацією та ваннами з водонагрівачами, що працюють на твердому паливі з водопроводом, каналізацією та ваннами з газовими водонагрівачами з швидкодіючими газовими нагрівачами і багатоточковим водорозбором з централізованим гарячим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками та душами з сидячими ваннами, обладнаними душами	1 житель	95	—	120	—	6,5	—	0,2 (50)	0,2 (50)
	те саме	120	—	150	—	7	—	0,2 (50)	0,2 (50)
	„-“	150	—	180	—	8,1	—	0,3 (300)	0,3 (300)
	„-“	190	—	225	—	10,5	—	0,3 (300)	0,3 (300)
	1 житель	210	—	250	—	13	—	0,3 (300)	0,3 (300)
	Те саме	195	85	230	100	12,5	7,9	0,2(100)	0,14 (60)
„-“	230	90	275	110	14,3	9,2	0,3 (300)	0,2 (200)	

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
з ваннами довжиною від 1500 до 1700 мм, обладнаними душами висотою більше 12 поверхів з централізованим гарячим водопостачанням і підвищеними вимогами до їх благоустрою	-,-	250	105	300	120	15,6	10	0,3 (300)	0,2 (200)
з ваннами довжиною від 1500 до 1700 мм, обладнаними душами висотою більше 12 поверхів з централізованим гарячим водопостачанням і підвищеними вимогами до їх благоустрою	-,-	360	115	400	130	20	10,9	0,3 (300)	0,2 (200)
2. гуртожитки:									
з загальними душовими	-,-	85	50	100	60	10,4	6,3	0,2 (100)	0,14 (60)
з душами при всіх житлових кімнатах	-,-	110	60	120	70	12,5	8,2	0,12 —	0,14 (60)
із загальними кухнями та блоками душових на поверхах при житлових кімнатах у кожній секції будинку	-,-	140	80	160	90	12	7,5	0,2 (100)	0,14 (60)
3. Готелі, пансіонати та мотелі з загальними ваннами та душами	-,-	120	70	120	70	12,5	8,2	0,3 (300)	0,2 (200)
4. Готелі та пансіонати з душами в усіх окремих номерах	1 житель	230	140	230	140	19	12	0,2 (115)	0,14 (80)

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
5. Готелі з ваннами в окремих номерах, % від загального числа номерів:									
до 25	Те саме	200	100	200	100	22,4	10,4	0,3 (250)	0,2 (180)
-,- 75	-,-	250	150	250	150	28	15	0,3 (280)	0,2 (190)
-//- 100	-,-	300	180	300	180	30	16	0,3 (300)	0,2 (200)
6. лікарні:									
з загальними ваннами та душовими	1 ліжка	115	75	115	75	8,4	5,4	0,2 (100)	0,14 (60)
з санітарними вузлами, наближеними до палат инфекционные	Те саме	200	90	200	90	12	7,7	0,3 (300)	0,2 (200)
	-,-	240	110	240	110	14	9,5	0,2 (200)	0,14 (120)
7. Санаторії та будинки відпочинку:									
з ваннами при всіх житлових кімнатах	-,-	200	120	200	120	10	4,9	0,3 (300)	0,2 (200)
з душами при всіх житлових кімнатах	-,-	150	75	150	75	12,5	8,2	0,2 (100)	0,14 (60)
8. Поліклініки і амбулаторії	1 хворий за зміну	13	5,2	15	6	2,6	1,2	0,2 (80)	0,14 (60)
9. Дитячі ясла-садки: з денним перебуванням дітей:									
	1 дитина	21,5	11,5	30	16	9,5	4,5	0,14 (100)	0,1 (60)

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
з їдальнями, що працюють на напівфабрикатах з їдальнями, які працюють на сировині, та пральнями, обладнаними автоматичними пральними машинами з цілодобовим перебуванням дітей:	1 дитина	75	25	105	35	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)
з їдальнями, що працюють на напівфабрикатах з їдальнями, які працюють на сировині, та пральнями, обладнаними автоматичними пральними машинами	Те саме	39	21,4	55	30	10	4,5	0,14 (100)	0,1 (60)
10. Піонерські табори (у тому числі цілорічної дії):	-, -	93	28,5	130	40	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)
з їдальнями, які працюють на сировину і пральнями, обладнаними автоматичними пральними машинами	1 місце	200	40	200	40	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
з їдальнями, що працюють на напівфабрикатах і пранням білизни в централізованих пралень	Те саме	55	30	55	30	10	4,5	0,14 (100)	0,1 (60)
11. пральні: механізовані	1 кг сухої білизни	75	25	75	25	75	25	За технологічними даними	0,2 (200) 0,1 (60) 0,1 (60)
немеханізовані	Те саме	40	15	40	15	40	15		
12. адміністративні будівлі	1 працюючий	12	5	16	7	4	2		
13. Навчальні заклади (у тому числі вищі та середні спеціальні) з душовими при гімнастичних залах і буфетами, що реалізують готову продукцію	1 учень і 1 викладач	17,2	6	20	8	2,7	1,2	0,14 (100)	0,1 (60)
14. Лабораторії вищих і середніх спеціальних навчальних закладів	1 прилад за зміну	224	112	260	130	43,2	21,6	0,2 (200)	0,2 (200)
15. Загальноосвітні школи з душовими при гімнастичних залах та їдальнями, які працюють на напівфабрикатах	1 учень і 1 викладач за зміну смену	10	3	11,5	3,5	3,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)
Те саме, з подовженим днем	Те саме	12	3,4	14	4	3,1	1	0,14 (100)	0,1 (60)

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
16. Професійно-технічні училища з душовими при гімнастичних залах та їдальнями, які працюють на напівфабрикатах	-,-	20	8	23	9	3,5	1,4	0,14 (100)	0,1 (60)
17. Школи-інтернати з приміщеннями: навчальними (з душовими при гімнастичних залах) спальнями	-,- 1 місце	9 70	2,7 30	10,5 70	3,2 30	3,1 9	1 6	0,14 (100) 0,14 (100)	0,1 (60) 0,1 (60)
18. Науково-дослідні інститути та лабораторії: хімічного профілю біологічного профілю фізичного профілю природничих наук	1 працюючий Те саме -,- -,-	460 310 125 12	60 55 15 5	570 370 155 16	80 75 20 7	55,6 32 12,9 3,5	8 8,2 1,7 1,7	0,2 (300) 0,2 (300) 0,2 (300) 0,14 (80)	0,2 (200) 0,2 (200) 0,2 (200) 0,1 (60)
19. аптеки: торговий зал і підсобні приміщення лабораторія приготування ліків	1 працюючий Те саме	12 310	5 55	16 370	7 75	4 32	2 8,2	0,14 (60) 0,2 (300)	0,1 (40) 0,2 (200)
20. Підприємства громадського харчування: для приготування їжі:	1 умовна страва	12	4	12	4	12	4	0,3 (300)	0,2 (200)

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
реалізованої в обідньому залі	Те саме	10	3	10	3	10	3	0,3 (300)	0,2 (200)
що продається додому	1 т	—	—	6700	3100	—	—	0,3 (300)	0,2 (200)
що випускають напівфабрикати:	Те саме	—	—	6400	700	—	—	0,3 (300)	0,2 (200)
м'ясні	„-“	—	—	4400	800	—	—	0,3 (300)	0,2 (200)
Рибні	„-“	—	—	7700	1200	—	—	0,3 (300)	0,2 (200)
овочеві									
кулінарні									
21. Магазили:									
Продовольчі	1 працюючий за зміну (20 м ² торгівельної зали)	250	65	250	65	37	9,6	0,3 (300)	0,2 (200)
Промтоварні	1 працюючий за зміну	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
22. Парикмахерские	1 робоче місце за зміну	56	33	60	35	9	4,7	0,14 (60)	0,1 (40)
23. Кінотеатри	1 місце	4	1,5	4	1,5	0,5	0,2	0,14 (80)	0,1 (50)
24. Клуби	Те саме	8,6	2,6	10	3	0,9	0,4	0,14 (80)	0,1 (50)
25. Театри:									
для глядачів	„-“	10	5	10	5	0,9	0,3	0,14 (60)	0,1 (40)
„-“ артистів	1 артист	40	25	40	25	3,4	2,2	0,14 (80)	0,1 (50)
26. Стадіони і спортзали:									

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
для глядачів	1 місце	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
-, - фізкультурників (з урахуванням прийому душу)	1 фізкультурник	50	30	50	30	4,5	2,5	0,2 (80)	0,14 (50)
для спортсменів	1 спортсмен	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
27. Плавальні басейни: поповнення басейну	% місткості басейну на добу	10	—	—	—	—	—	—	—
для глядачів	1 місце	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
-, - спортсменів (з урахуванням прийому душу)	1 спортсмен (1 фізкультурник)	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
28. лазні:									
для миття в мильні з тазами на лавах і ополіскуванням у душі	1 відвідувач	—	—	180	120	180	120	0,4 (180)	0,4 (120)
те ж, з прийомом оздоровчих процедур і ополіскуванням у душі:	Те саме	—	—	290	190	290	190	0,4 (290)	0,4 (190)
душова кабіна	-, -	—	—	360	240	360	240	0,2 (360)	0,14 (240)
ванна кабіна	-, -	—	—	540	360	540	360	0,3 (540)	0,2 (360)

Водоспоживачі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрати води приладом, л/с (л/год)	
		в середню добу		за добу найбільшого водоспоживання		за годину найбільшого водоспоживання		загальні (холодної и гарячої) q_0^{tot} ($q_{0,hr}^{tot}$)	холодної чи гарячої q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
		Загальна (у тому числі гарячої) $q_{u,m}^{tot}$	горячої $q_{u,m}^h$	Загальна (у тому числі гарячої) q_u^{tot}	горячої q_u^h	Загальна (у тому числі гарячої) $q_{hr,u}^{tot}$	горячої $q_{hr,u}^h$		
29. Душові в побутових приміщеннях промислових підприємств	1 душова сітка в зміну	—	—	500	230	500	230	0,2 (500)	0,14 (270)
30. Цехи з тепло-виділеннями більше 84 кДж на 1 м ³ /год	1 люд. в зміну	—	—	45	24	14,1	8,4	0,14 (60)	0,1 (40)
31. решта цехів	Те саме	—	—	25	11	9,4	4,4	0,14 (60)	0,1 (40)
32. Витрата води на поливання:	1 м ²	3	—	3	—	—	—	—	—
трав'яного покриву футбольного поля	Те саме	0,5	—	0,5	—	—	—	—	—
решти спортивних споруд	„-“	1,5	—	1,5	—	—	—	—	—
удосконалених покриттів, тротуарів, площ, заводських проїздів	1 м ²	0,4 — 0,5	—	0,4 — 0,5	—	—	—	—	—
зелених насаджень, газонів і квітників	Те саме	3 — 6	—	3 — 6	—	—	—	—	—
33. Заливка поверхні ковзанки	„-“	0,5	—	0,5	—	—	—	—	—

3. Рекомендоване значення коефіцієнтів α та α_{hr} в залежності від числа санітарно-технічних приладів N , ймовірності їх дії P та використання P_{hr} при $P (P_{hr}) > 0,1$ и $N \leq 200$

N	$P (P_{hr})$									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
4	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80
6	0,72	0,78	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,20
8	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,39	1,50	1,58	1,59
10	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
12	1,05	1,15	1,28	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11	2,29	2,36
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,40	2,63	2,75
16	1,25	1,37	1,53	1,71	1,92	2,15	2,41	2,69	2,96	3,14
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,60	3,92
22	1,49	1,67	1,88	2,13	2,41	2,74	3,11	3,51	3,94	4,33
24	1,57	1,77	2,00	2,26	2,57	2,93	3,33	3,78	4,27	4,70
26	1,64	1,86	2,11	2,39	2,73	3,11	3,55	4,04	4,60	5,11
28	1,72	1,95	2,21	2,52	2,88	3,30	3,77	4,3	4,94	5,51
30	1,80	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
32	1,87	2,13	2,43	2,77	3,18	3,66	4,20	4,82	5,60	6,24
34	1,94	2,21	2,53	2,90	3,33	3,84	4,42	5,08	5,92	6,65
36	2,02	2,30	2,63	3,02	3,48	4,02	4,63	5,33	6,23	7,02
38	2,09	2,38	2,73	3,14	3,62	4,20	4,84	5,58	6,60	7,43
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	4,38	5,05	5,83	6,91	7,84
45	2,33	2,67	3,08	3,53	4,12	4,78	5,55	6,45	7,72	8,80
50	2,50	2,88	3,32	3,80	4,47	5,18	6,05	7,07	8,52	9,90
55	2,66	3,07	3,56	4,07	4,82	5,58	6,55	7,69	9,40	10,80
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,20	11,80
65	2,99	3,46	4,02	4,61	5,50	6,38	7,55	8,93	11,00	12,70
70	3,14	3,65	4,25	4,88	5,83	6,78	8,05	9,55	11,70	13,70
75	3,30	3,84	4,48	5,15	6,16	7,18	8,55	10,17	12,50	14,70
80	3,45	4,02	4,70	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,40	15,70
85	3,60	4,20	4,92	5,69	6,82	7,98	9,57	11,41	14,20	16,80
90	3,75	4,38	5,14	5,96	7,15	8,38	10,08	12,04	14,90	17,70
95	3,90	4,56	5,36	6,23	7,48	8,78	10,59	12,67	15,60	18,60
100	4,05	4,74	5,58	6,50	7,81	9,18	11,10	13,30	16,50	19,60
105	4,20	4,92	5,80	6,77	8,14	9,58	11,61	13,93	17,20	20,60
110	4,35	5,10	6,02	7,04	8,47	9,99	12,12	14,56	18,00	21,60
115	4,50	5,28	6,24	7,31	8,80	10,40	12,63	15,19	18,80	22,60
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,50	23,60
125	4,80	5,64	6,68	7,85	9,46	11,22	13,65	16,45	20,20	24,60
130	4,95	5,82	6,90	8,12	9,79	11,63	14,16	17,08	21,00	25,50
135	5,10	6,00	7,12	8,39	10,12	12,04	14,67	17,71	21,90	26,50
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,70	27,50
145	5,39	6,36	7,56	8,93	10,77	12,86	15,69	18,97	23,40	28,40
150	5,53	6,54	7,78	9,20	11,09	13,27	16,20	19,60	24,20	29,40
155	5,67	6,72	8,00	9,47	11,41	13,68	16,71	20,23	25,00	30,40

<i>N</i>	<i>P (P_{hr})</i>									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
160	5,81	6,90	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,60	31,30
165	5,95	7,07	8,44	10,01	12,05	14,50	17,73	21,49	26,40	32,50
170	6,09	7,23	8,66	10,28	12,37	14,91	18,24	22,12	27,10	33,60
175	6,23	7,39	8,88	10,55	12,69	15,32	18,75	22,75	27,90	34,70
180	6,37	7,55	9,10	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,50	35,40
185	6,50	7,71	9,32	11,09	13,33	16,14	19,77	24,01	29,40	36,60
190	6,63	7,87	9,54	11,36	13,65	16,55	20,28	24,64	30,10	37,60
195	6,76	8,03	9,75	11,63	13,97	16,96	20,79	25,27	30,90	38,30
200	6,89	8,19	9,96	11,90	14,30	17,40	21,30	25,90	31,80	39,50

4. Значення коефіцієнтів α (α_{hr}) при $P(P_{hr}) \leq 0,1$ та будь-якому числі N , а також при $P(P_{hr}) > 0,1$ та числі $N > 200$

NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}
Менше									
0,015	0,200	0,046	0,266	0,115	0,361	0,35	0,573	0,84	0,883
0,015	0,202	0,047	0,268	0,120	0,367	0,36	0,580	0,86	0,894
0,016	0,205	0,048	0,270	0,125	0,373	0,37	0,588	0,88	0,905
0,017	0,207	0,049	0,271	0,130	0,378	0,38	0,595	0,90	0,916
0,018	0,210	0,050	0,273	0,135	0,384	0,39	0,602	0,92	0,927
0,019	0,212	0,052	0,276	0,140	0,389	0,40	0,610	0,94	0,937
0,020	0,215	0,054	0,280	0,145	0,394	0,41	0,617	0,96	0,948
0,021	0,217	0,056	0,283	0,150	0,399	0,42	0,624	0,98	0,959
0,022	0,219	0,058	0,286	0,155	0,405	0,43	0,631	1,00	0,969
0,023	0,222	0,060	0,289	0,160	0,410	0,44	0,638	1,05	0,995
0,024	0,224	0,062	0,292	0,165	0,415	0,45	0,645	1,10	1,021
0,025	0,226	0,064	0,295	0,170	0,420	0,46	0,652	1,15	1,046
0,026	0,228	0,065	0,298	0,175	0,425	0,47	0,658	1,20	1,071
0,027	0,230	0,068	0,301	0,180	0,430	0,48	0,665	1,25	1,096
0,028	0,233	0,070	0,304	0,185	0,435	0,49	0,672	1,30	1,120
0,029	0,235	0,072	0,307	0,190	0,439	0,50	0,678	1,35	1,144
0,030	0,237	0,074	0,309	0,195	0,444	0,52	0,692	1,40	1,168
0,031	0,239	0,076	0,312	0,20	0,449	0,54	0,704	1,45	1,191
0,032	0,241	0,078	0,315	0,21	0,458	0,56	0,717	1,50	1,215
0,033	0,243	0,080	0,318	0,22	0,467	0,58	0,730	1,55	1,238
0,034	0,245	0,082	0,320	0,23	0,476	0,60	0,742	1,60	1,261
0,035	0,247	0,084	0,323	0,24	0,485	0,62	0,755	1,65	1,283
0,036	0,249	0,086	0,326	0,25	0,493	0,64	0,767	1,70	1,306
0,037	0,250	0,088	0,328	0,26	0,502	0,66	0,779	1,75	1,328
0,038	0,252	0,090	0,331	0,27	0,510	0,68	0,791	1,80	1,350
0,039	0,254	0,092	0,333	0,28	0,518	0,70	0,803	1,85	1,372
0,040	0,256	0,094	0,336	0,29	0,526	0,72	0,815	1,90	1,394
0,041	0,258	0,096	0,338	0,30	0,534	0,74	0,826	1,95	1,416
0,042	0,259	0,098	0,341	0,31	0,542	0,76	0,838	2,00	1,437
0,043	0,261	0,100	0,343	0,32	0,550	0,78	0,849	2,1	1,479
0,044	0,263	0,105	0,349	0,33	0,558	0,80	0,860	2,2	1,521
0,045	0,265	0,110	0,355	0,34	0,565	0,82	0,872	2,3	1,563
2,4	1,604	8,2	3,585	18,0	6,362	44,0	12,89	96	24,99
2,5	1,644	8,3	3,616	18,2	6,415	44,5	13,01	97	25,22
2,6	1,684	8,4	3,646	18,4	6,469	45,0	13,13	98	25,45
2,7	1,724	8,5	3,677	18,6	6,522	45,5	13,25	99	25,68
2,8	1,763	8,6	3,707	18,8	6,575	46,0	13,37	100	25,91
2,9	1,802	8,7	3,738	19,0	6,629	46,5	13,49	102	26,36
3,0	1,840	8,8	3,768	19,2	6,682	47,0	13,61	104	26,82
3,1	1,879	8,9	3,798	19,4	6,734	47,5	13,73	106	27,27
3,2	1,917	9,0	3,828	19,6	6,788	48,0	13,85	108	27,72
3,3	1,954	9,1	3,858	19,8	6,840	48,5	13,97	110	28,18
3,4	1,991	9,2	3,888	20,0	6,893	49,0	14,09	112	28,63
3,5	2,029	9,3	3,918	20,5	7,025	49,5	14,20	114	29,09
3,6	2,065	9,4	3,948	21,0	7,156	50	14,32	116	29,54
3,7	2,102	9,5	3,978	21,5	7,287	51	14,56	118	29,89
3,8	2,138	9,6	4,008	22,0	7,417	52	14,80	120	30,44
3,9	2,174	9,7	4,037	22,5	7,547	53	15,04	122	30,90
4,0	2,210	9,8	4,067	23,0	7,677	54	15,27	124	31,35
4,1	2,246	9,9	4,097	23,5	7,806	55	15,51	126	31,80
4,2	2,281	10,0	4,126	24,0	7,935	56	15,74	128	32,25
4,3	2,317	10,2	4,185	24,5	8,064	57	15,98	130	32,70
4,4	2,352	10,4	4,244	25,0	8,192	58	16,22	132	33,15
4,5	2,386	10,6	4,302	25,5	8,320	59	16,45	134	33,60
4,6	2,421	10,8	4,361	26,0	8,447	60	16,69	136	34,06

NP_{hr} або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}	NP або NP_{hr}	α або α_{hr}
4,7	2,456	11,0	4,419	26,5	8,575	61	16,92	138	34,51
4,8	2,490	11,2	4,477	27,0	8,701	62	17,15	140	34,96
4,9	2,524	11,4	4,534	27,5	8,828	63	17,39	142	35,41
5,0	2,558	11,6	4,592	28,0	8,955	64	17,62	144	35,86
5,1	2,592	11,8	4,649	28,5	9,081	65	17,85	146	36,31
5,2	2,626	12,0	4,707	29,0	9,207	66	18,09	148	36,76
5,3	2,660	12,2	4,764	29,5	9,332	67	18,32	150	37,21
5,4	2,693	12,4	4,820	30,0	9,457	68	18,55	152	37,66
5,5	2,726	12,6	4,877	30,5	9,583	69	18,79	154	38,11
5,6	2,760	12,8	4,934	31,0	9,707	70	19,02	156	38,56
5,7	2,793	13,0	4,990	31,5	9,832	71	19,25	158	39,01
5,8	2,826	13,2	5,047	32,0	9,957	72	19,48	160	39,46
5,9	2,858	13,4	5,103	32,5	10,08	73	19,71	162	39,91
6,0	2,891	13,6	5,159	33,0	10,20	74	19,94	164	40,35
6,1	2,924	13,8	5,215	33,5	10,33	75	20,18	166	40,80
6,2	2,956	14,0	5,270	34,0	10,45	76	20,41	168	41,25
6,3	2,989	14,2	5,326	34,5	10,58	77	20,64	170	41,70
6,4	3,021	14,4	5,382	35,0	10,70	78	20,87	172	42,15
6,5	3,053	14,6	5,437	35,5	10,82	79	21,10	174	42,60
6,6	3,085	14,8	5,492	36,0	10,94	80	21,33	176	43,05
6,7	3,117	15,0	5,547	36,5	11,07	81	21,56	178	43,50
6,8	3,149	15,2	5,602	37,0	11,19	82	21,69	180	43,95
6,9	3,181	15,4	5,657	37,5	11,31	83	22,02	182	44,40
7,0	3,212	15,6	5,712	38,0	11,43	84	22,25	184	44,84
7,1	3,244	15,8	5,767	38,5	11,56	85	22,48	186	45,29
7,2	3,275	16,0	5,821	39,0	11,68	86	22,71	188	45,74
7,3	3,307	16,2	5,876	39,5	11,80	87	22,94	190	46,19
7,4	3,338	16,4	5,930	40,0	11,92	88	23,17	192	46,64
7,5	3,369	16,6	5,984	40,5	12,04	89	23,39	194	47,09
7,6	3,400	16,8	6,039	41,0	12,16	90	23,62	196	47,54
7,7	3,431	17,0	6,093	41,5	12,28	91	23,85	198	47,99
7,8	3,462	17,2	6,147	42,0	12,41	92	24,08	200	48,43
7,9	3,493	17,4	6,201	42,5	12,53	93	24,31	205	49,49
8,0	3,524	17,6	6,254	43,0	12,65	94	24,54	210	50,59
8,1	3,555	17,8	6,308	43,5	12,77	95	24,77	215	51,70
220	52,80	360	83,28	500	113,32	640	143,08	780	172,66
225	53,90	365	84,36	505	114,38	645	144,14	785	173,71
230	55,00	370	85,44	510	115,45	650	145,20	790	174,76
235	56,10	375	86,52	515	116,52	655	146,25	795	175,82
240	57,19	380	87,60	520	117,58	660	147,31	800	176,87
245	58,29	385	88,67	525	118,65	665	148,37	810	178,98
250	59,38	390	89,75	530	119,71	670	149,43	820	181,08
255	60,48	395	90,82	535	120,78	675	150,49	830	183,19
260	61,57	400	91,90	540	121,84	680	151,55	840	185,29
265	62,66	405	92,97	545	122,91	685	152,6	850	187,39
270	63,75	410	94,05	550	123,97	690	153,66	860	189,49
275	64,85	415	95,12	555	125,04	695	154,72	870	191,60
280	65,94	420	96,20	560	126,10	700	155,77	880	193,70
285	67,03	425	97,27	565	127,16	705	156,83	890	195,70
290	68,12	430	98,34	570	128,22	710	157,89	900	197,90
295	69,20	435	99,41	575	129,29	715	158,94	910	200,00
300	70,29	440	100,49	580	130,35	720	160,00	920	202,10
305	71,38	445	101,56	585	131,41	725	161,06	930	204,20
310	72,46	450	102,63	590	132,47	730	162,11	940	206,30
315	73,55	455	103,70	595	133,54	735	163,17	950	208,39
320	74,63	460	104,77	600	134,60	740	164,22	960	210,49
325	75,72	465	105,84	605	135,66	745	165,28	970	212,59
330	76,80	470	106,91	610	136,72	750	166,33	980	214,68
335	77,88	475	107,98	615	137,78	755	167,39	990	216,78
340	78,96	480	109,05	620	138,84	760	168,44	1000	218,87

NP а̄о NP_{hr}	α а̄о α_{hr}	NP а̄о NP_{hr}	α а̄о α_{hr}	NP а̄о NP_{hr}	α а̄о α_{hr}	NP а̄о NP_{hr}	α а̄о α_{hr}	NP а̄о NP_{hr}	α а̄о α_{hr}
345	80,04	485	110,11	625	139,90	765	169,50	1250	271,14
350	81,12	490	111,18	630	140,96	770	170,55	1600	343,90
355	82,20	495	112,25	635	142,02	775	171,60	2000	426,80

Тема 4: СИСТЕМИ КАНАЛІЗАЦІЇ

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційних занять.
2. У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.5-64-2012, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-9-2009, ДБН 360-92, ДБН В.1.1-7_2016 ...):
 - 2.1 Описати систему водопостачання і каналізації готельно-ресторанного господарства;
 - 2.2 Описати систему пожежогасіння у готельно-ресторанному господарстві;
 - 2.3 Навести обладнання систем водопостачання і каналізації (тип, марка, продуктивність та ін.).
3. За варіант готелю чи ресторану обрати будь який, що розташований на території України. Навести назву та територіальне розташування. Ресторани і готелі не повинні повторюватись.
4. За джерела інформації дозволяється обрати відкриті інтернет ресурси.
5. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
6. Робота повинна містити рисунки, схеми тощо.

Тема 5: СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного та практичного заняття.
2. Розглянути приклади розрахунку та виконати завдання практичного заняття. Завдання наведено у пункті 5.1.
3. Розрахунки виконувати відповідно до варіанту та завдання.
4. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
5. Дозволяється вставлення рисунків з інтернет джерел з посиланням на ці джерела.

5.1. Завдання та його виконання

Розрахувати витрати газу для приготування їжі, гарячого водопостачання та опалення. Будинок обладнано заданими приладами: газовою плитою та водонагрівачами для гарячого водопостачання та опалення. В будинку проживає U_0 чол.

Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити методику розрахунку за рекомендованою літературою і лекційним матеріалом, а також відомості з теорії, наведені в даних рекомендаціях.
2. У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.2-9-2009, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-25-2009, ДБН В.2.5-23:2010 ...):
 - 2.1 Підібрати та описати систему електропостачання готельно-ресторанного господарства;
 - 2.2 Підібрати обладнання для системи електропостачання та електроспоживання (тип, марка, потужність та ін.).
 - 2.3 Провести розрахунок потужності системи електропостачання (за бажанням) пункт 5.2.1. Вихідні дані для розрахунку обрати самостійно.
3. Розглянути приклад визначення розрахункових витрат газу.
4. Одержати варіант завдання у викладача (дані наведено в таблиці 5.3 розділ 5.5).
5. Провести розрахунок витрат газу на приготування їжі, гаряче водопостачання та опалення.
6. Результати розрахунку подати у вигляді зведених таблиць 5.1 та 5.2 (розділ 5.4).

5.2. Відомості з теорії

5.2.1 Розрахунок потужності системи електропостачання.

Загальні витрати електроенергії готельним комплексом протягом року визначають за укрупненим показником (ДБН В.2.5-23-2010), який розраховують за формулою

$$P = (P_{ж} \cdot N + P_{зрг} \cdot N_1 + P_{р.т} \cdot S_{р.т} + P_{в} \cdot N_2 + P_{а} \cdot S_{а} + P_{г} \cdot S_{г}) \cdot T, \text{ кВт}$$

де $P_{ж}$ – питоме навантаження електроенергії житловою частиною готелю, кВт;
 N – кількість місць у готелі;

$P_{зрг}$ – питоме навантаження від функціонування закладів ресторанного господарства, кВт;

N_1 – кількість місць у закладах ресторанного господарства;

$P_{р.т}$ – питоме навантаження від функціонування підприємств роздрібною торгівлі, кВт/м²;

$S_{р.т}$ – площа підприємств роздрібною торгівлі, м²;

$P_{в}$ – питоме навантаження від функціонування приміщень видовищного призначення, кВт;

N_2 – кількість місць у приміщеннях видовищного призначення;

$P_{а}$ – питоме навантаження від функціонування аптек, кВт/м²;

$S_{а}$ – площа аптеки, м²;

$P_{г}$ – питоме навантаження від функціонування приміщень гаражу, кВт;

$S_{г}$ – кількість місць у гаражі;

T – кількість робочих днів готельного комплексу на рік.

Значення питомих навантажень ($P_{ж}$, $P_{зрг}$, $P_{р.т}$, $P_{в}$, $P_{а}$, $P_{г}$) береться з таблиці 3.15 [ДБН В.2.5-23:2010](#).

Результати розрахунку потужності системи електропостачання заносяться до таблиці (приклад).

№ п/п	Об'єкт комплексу	Кільк.	Один. вимір.	Питоме навантаження (таб. 3.15 ДБН В.2.5-23:2010)	Розрахункове значення, кВт
1.	Житлова частина готельного комплексу	150 чол.	кВт на місце	0,50	150×0,5=75
2.	Ресторан
3.
	Сумарні витрати				...×T=...

Газопостачання

Системи газопостачання повинні розраховуватися на максимальну годинну витрату газу. Максимальна розрахункова годинна витрата газу Q_d^h , м³/год, при 0 °С і тиску газу 0,1 МПа на господарсько-побутові та виробничі потреби слід визначати як частку річної витрати газу за формулою:

$$Q_d^h = K_{\max}^h \cdot Q_y, \quad (5.1)$$

де K_{\max}^h – коефіцієнт годинного максимуму (коефіцієнт переходу від річної витрати до максимальної розрахункової годинної витрати газу); Q_y – річна витрата газу, м³/рік.

Для окремих житлових та громадських будинків розрахункові годинні витрати газу Q_d^h , м³/год, слід визначати за сумою номінальних витрат газу газовими приладами з урахуванням коефіцієнтів одночасності їх дії за формулою:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m K_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \quad (5.2)$$

де $\sum_{i=1}^m$ – сума добутків величин K_{sim} , q_{nom} і n_i від 1 до m ; K_{sim} – коефіцієнт одночасності (дод. 3); q_{nom} – номінальна витрата газу приладом або групою приладів, м³/год, приймається за паспортними даними або технічними характеристиками приладів; n_i – число однотипних приладів або груп приладів, шт.; m – число типів приладів або груп приладів, шт.

5.2.1. Витрати газу на приготування їжі

Для приготування їжі на кухні встановлено газову плиту, теплопродуктивність якої $N_{пл}$ кВт та номінальні витрати газу $q_{пл}^h$ м³/год визначаємо за додатком 1.

Витрати газу в середньому за добу $q_{пл}^{cp.доби}$, м³/добу визначають за формулою

$$q_{пл}^{cp.доби} = \frac{q_{пл}^h}{K_{\max}^h} \cdot a, \quad (5.3)$$

де $K_{\max}^h = 2$; $a = 1,6 \dots 2,8$ – число роботи газової плити за добу.

5.2.2. Витрати газу на гаряче водопостачання

Для гарячого водопостачання в будинку встановлено побутовий газовий проточний водонагрівач, теплопродуктивність якого $N_{г.в.}$ кВт та номінальні витрати газу $q_{г.в.}^h$ м³/год визначаємо за додатком 1.

Визначимо витрати газу в середньому за добу $q_{г.в.}^{cp.доби}$, м³/добу

$$q_{г.в.}^{cp.доби} = \frac{V \cdot n(t_{г.в.} - t_{х.в.})}{Q_1^e \cdot \eta \cdot 10^2}, \quad (5.4)$$

де V – середні витрати гарячої води на 1 людину на добу, л/добу, прийняті виходячи з питомих норм витрати теплоти в будинках при встановленні газового водонагрівача (дод. 2);

$$V = \frac{q_1^{pic} - q_2^{pic}}{b(t_{г.в.} - t_{х.в.}) \cdot 10^2}, \quad (5.5)$$

де q_1^{pik} – норма витрати теплоти на 1 людину в рік при наявності в квартирі газової плити і газового водонагрівача, МДж, визначається за дод. 2;

q_2^{pik} – норма витрати теплоти на 1 людину в рік при наявності в квартирі газової плити і централізованого гарячого водопостачання, визначається за дод. 2;

$t_{г.в.}$ – температура гарячої води на виході з водонагрівача, °С;

$t_{х.в.}$ – температура холодної води, °С;

n – кількість людей, що проживає в будинку;

η – коефіцієнт корисної дії водонагрівача (дод. 1);

b – кількість днів у році – 365;

Q_i^e – теплота згорання природного газу – 34 МДж/м³.

При встановленні в будинку газової плити і газового водонагрівача сумарні витрати газу за годину визначаються за формулою (5.2).

5.2.3. Витрати газу на опалення

Для опалення будинку встановлено відповідний водонагрівач. Його теплопродуктивність $N_{нагр}$ та номінальні витрати газу $q_{нагр}^h$ приймаємо за дод. 28.

Витрати газу в максимальну зимову добу визначають за формулою:

$$Q_{оп}^{макс.добу} = q_{нагр}^h \cdot 24 \cdot K_{sim}, \quad (5.6)$$

де K_{sim} – коефіцієнт одночасності (дод. 3).

Визначаємо витрати газу середню добу $Q_{оп}^{сеп.добу}$, м³/добу, опалювального періоду:

$$Q_{оп}^{сеп.добу} = \frac{Q_{оп}^{макс.добу}}{K_{оп}^{добу}}, \quad (5.7)$$

де $K_{оп}^{добу}$ – коефіцієнт добової нерівномірності визначається за формулою

$$K_{оп}^{добу} = \frac{t_в - t_з}{t_в - t_{ср.оп}}, \quad (5.8)$$

де $t_в$ – розрахункова температура повітря в середині будинку, °С,

$t_з$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С,

$t_{ср.оп}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С.

5.3. Приклад розрахунку витрат газу на приготування їжі, гаряче водопостачання та опалення

В м. Києві в будинку, де проживає 3 людей встановлено чотириохпальникову газову плиту ПГ-4/1, побутовий газовий проточний водонагрівач типу ВПГ-23 для гарячого водопостачання та водонагрівач NESTRA 2.23 для опалення будинку. Температура гарячої води на виході з водонагрівача ВПГ-23 становить 50 °С; температура холодної води – 5 °С.

Розрахункова температура повітря в середині будинку становить 20 °С, а розрахункова температура зовнішнього повітря – –22 °С.

За дод. 1 визначаємо теплопродуктивність $N_{nl} = 11,8$ кВт та номінальні витрати газу $q_{nl}^h = 1,25$ м³/год чотирьохпальниковою газовою плитою ПГ-4/1. Тоді, поклавши $a = 2,2$, визначаємо за формулою (5.3) витрати газу на приготування їжі в середньому за добу:

$$q_{nl}^{cp.дoбу} = \frac{1,25}{2} \cdot 2,2 = 1,375 \text{ м}^3/\text{дoбу}$$

Так само за дод. 1 визначаємо теплопродуктивність $N_{z.v.} = 27,8$ кВт та номінальні витрати газу $q_{z.v.}^h = 2,94$ м³/год побутового газового проточного водонагрівача типу ВПГ-23.

Визначимо витрати газу на гаряче водопостачання в середньому за добу $q_{z.v.}^{cp.дoбу}$ за формулою (5.4), попередньо розрахувавши середні витрати гарячої води на 1 людину на добу за формулою (5.5):

$$V = \frac{8000 - 2800}{365(50 - 5) \cdot 10^2} = 31,66 \text{ л/дoбу,}$$

$$q_{z.v.}^{cp.дoбу} = \frac{31,66 \cdot 3(50 - 5)}{34 \cdot 10^6 \cdot 0,83 \cdot 10^2} = 1,5 \text{ м}^3/\text{дoбу.}$$

Так як в будинку встановлені і газова плита, і газовий водонагрівач сумарні витрати газу за годину визначаються за формулою (5.2):

$$Q_d^h = (1,25 + 2,94)0,7 = 2,93 \text{ м}^3/\text{Гoд.}$$

Для розрахунку витрат газу на опалення за дод. 1 для водонагрівача NESTRA 2.23 приймаємо теплопродуктивність $N_{нагр} = 23,2$ кВт та номінальні витрати газу – $q_{нагр}^h = 2,8$ м³/Гoд.

Визначаємо витрати газу в максимальну зимову добу за формулою (5.6):

$$Q_{on}^{макс.дoбу} = 2,8 \cdot 24 \cdot 0,7 = 47,04 \text{ м}^3/\text{дoбу}$$

де коефіцієнт одночасності $K_{sim} = 0,7$ за дод. 3.

Далі розраховуємо коефіцієнт нерівномірності за формулою (5.8), використовуючи який, та враховуючи, що для м. Києва $t_{cp.on} = 0,25$, за формулою (5.7) визначаємо витрати газу за середню добу опалювального періоду

$$K_{on}^{дoбу} = \frac{20 - (-22)}{20 - 0,25} = 2,1 \approx 2$$

$$Q_{on}^{cp.дoбу} = \frac{47,04}{2} = 23,52 \text{ м}^3/\text{дoбу.}$$

Визначаємо сумарні годинні витрати газу:

$$Q_d^h = 2,93 + 2,8 = 5,73 \text{ м}^3/\text{Гoд}$$

та сумарні середньодобові витрати газу:

$$Q_{\text{буд}}^{\text{сер.добу}} = 1,375 + 1,5 + 23,52 = 26,395 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

5.4. Зведені таблиці

Таблиця 5.1

Вихідні дані	
Показник, розмірність	значення
Кількість людей, що проживають в будинку, чол.	3
Теплопродуктивність газової плити, кВт	11,8
Номинальні витрати газу газовою плитою, м ³ /год	1,25
Теплопродуктивність водонагрівача для гарячого водопостачання, кВт	27,8
Номинальні витрати газу водонагрівачем для гарячого водопостачання, м ³ /год	2,94
Теплопродуктивність водонагрівача для опалення, кВт	23,2
Номинальні витрати газу водонагрівачем для опалення, м ³ /год	2,8
Число роботи газової плити за добу	2,2
Температура гарячої води на виході з водонагрівача для гарячого водопостачання, °С	50
Температура холодної води, °С	5
Коефіцієнт корисної дії водонагрівача для гарячого водопостачання	0,83
Норма витрати теплоти на 1 людину в рік при наявності в квартирі газової плити і газового водонагрівача, МДж	8000
Норма витрати теплоти на 1 людину в рік при наявності в квартирі газової плити і централізованого гарячого водопостачання	2800
Коефіцієнт одночасності	0,7
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	-22
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С	0,25
Розрахункова температура повітря в середині будинку, °С	20

Таблиця 5.2

Розрахункові значення	
Показник, розмірність	Значення
витрати газу на приготування їжі в середньому за добу, м ³ /добу	1,375
витрати газу на гаряче водопостачання в середньому за добу, м ³ /добу	1,5
сумарні витрати газу за годину, м ³ /год	2,93
витрати газу за середню добу опалювального періоду, м ³ /добу	23,52
сумарні годинні витрати газу, м ³ /год	5,73
сумарні середньодобові витрати газу, м ³ /добу	26,395

5.5. Завдання на роботу

Таблиця 5.3

Варіанти завдань

№ варіанту	Кількість людей, що проживають в будинку	Тип газової плити	Тип проточного водонагрівача для гарячого водопостачання	Тип двоконтурного водонагрівача для опалення	Число роботи газової плити за добу	Температура гарячої води на виході з водонагрівача для опалення	Температура холодної води, °С	Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	Середня температура зовнішнього повітря за опалення	Розрахункова температура повітря в середині будинку, °С
1.	2	ПГ-2	ВПП-18	NESTRA 2.23	1,6	47	3	-18	0,27	18
2.	3	ПГ-2	ВПП-23	NESTRA 2.28	1,7	48	4	-19	0,26	19
3.	4	ПГ-4/1	Баярд 10	ЛУНА 2000	1,8	49	5	-20	0,25	20
4.	5	ПГ-4/1	Баярд 13	NESTRA 2.23	1,9	50	6	-21	0,24	21
5.	2	ПГ-2	Баярд 16	NESTRA 2.28	2,0	51	7	-22	0,23	22
6.	3	ПГ-2	ВПП-18	ЛУНА 2000	2,1	52	3	-23	0,22	23
7.	4	ПГ-4/1	ВПП-23	NESTRA 2.23	2,2	53	4	-24	0,21	18
8.	5	ПГ-4/1	Баярд 10	NESTRA 2.28	2,3	47	5	-25	0,20	19
9.	2	ПГ-2	Баярд 13	ЛУНА 2000	2,4	48	6	-18	0,27	20
10.	3	ПГ-2	Баярд 16	NESTRA 2.23	2,5	49	7	-19	0,26	21
11.	4	ПГ-4/1	ВПП-18	NESTRA 2.28	2,6	50	3	-20	0,25	22
12.	5	ПГ-4/1	ВПП-23	ЛУНА 2000	2,7	51	4	-21	0,24	23
13.	2	ПГ-2	Баярд 10	NESTRA 2.23	2,8	52	5	-22	0,23	18
14.	3	ПГ-2	Баярд 13	NESTRA 2.28	1,6	53	6	-23	0,22	19
15.	4	ПГ-4/1	Баярд 16	ЛУНА 2000	1,7	47	7	-24	0,21	20
16.	5	ПГ-4/1	ВПП-18	NESTRA 2.23	1,8	48	3	-25	0,20	21

№ варіанту	Кількість людей, що проживають в будинку	Тип газової плити	Тип проточного водонагрівача для гарячого водопостачання	Тип двоконтурного водонагрівача для опалення	Число роботи газової плити за добу	Температура гарячої води на виході з водонагрівача для опалення, °С	Температура холодної води, °С	Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С	Розрахункова температура повітря в середині будинку, °С
17.	2	ПГ-2	ВПГ-23	NESTRA 2.28	1,9	49	4	-18	0,27	22
18.	3	ПГ-2	Баярд 10	ЛУНА 2000	2,0	50	5	-19	0,26	23
19.	4	ПГ-4/1	Баярд 13	NESTRA 2.23	2,1	51	6	-20	0,25	18
20.	5	ПГ-4/1	Баярд 16	NESTRA 2.28	2,2	52	7	-21	0,24	19
21.	2	ПГ-2	ВПГ-18	ЛУНА 2000	2,3	53	3	-22	0,23	20
22.	3	ПГ-2	ВПГ-23	NESTRA 2.23	2,4	47	4	-23	0,22	21
23.	4	ПГ-4/1	Баярд 10	NESTRA 2.28	2,5	48	5	-24	0,21	22
24.	5	ПГ-4/1	Баярд 13	ЛУНА 2000	2,6	49	6	-25	0,20	23
25.	2	ПГ-2	Баярд 16	NESTRA 2.23	2,7	50	7	-18	0,27	18
26.	3	ПГ-2	ВПГ-18	NESTRA 2.28	2,8	51	3	-19	0,26	19
27.	4	ПГ-4/1	ВПГ-23	ЛУНА 2000	1,6	52	4	-20	0,25	20
28.	5	ПГ-4/1	Баярд 10	NESTRA 2.23	1,7	53	5	-21	0,24	21
29.	2	ПГ-2	Баярд 13	NESTRA 2.28	1,8	47	6	-22	0,23	22
30.	3	ПГ-2	Баярд 16	ЛУНА 2000	1,9	48	7	-23	0,22	23
31.	4	ПГ-4/1	ВПГ-18	NESTRA 2.23	2,0	49	3	-24	0,21	18
32.	5	ПГ-4/1	ВПГ-23	NESTRA 2.28	2,1	50	4	-25	0,20	19
33.	2	ПГ-2	Баярд 10	ЛУНА 2000	2,2	51	5	-18	0,27	20
34.	3	ПГ-2	Баярд 13	NESTRA 2.23	2,3	52	6	-19	0,26	21
35.	4	ПГ-4/1	Баярд 16	NESTRA 2.28	2,4	53	7	-20	0,25	22
36.	5	ПГ-4/1	ВПГ-18	ЛУНА 2000	2,5	47	3	-21	0,24	23

№ варіанту	Кількість людей, що проживають в будинку	Тип газової плити	Тип проточного водонагрівача для гарячого водопостачання	Тип двоконтурного водонагрівача для опалення	Число роботи газової плити за добу	Температура гарячої води на виході з водонагрівача для опалення	Температура холодної води, °С	Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	Середня температура зовнішнього повітря за опалення	Розрахункова температура повітря в середині будинку, °С
37.	2	ПГ-2	ВПГ-23	NESTRA 2.23	2,6	48	4	-22	0,23	18
38.	3	ПГ-2	Баярд 10	NESTRA 2.28	2,7	49	5	-23	0,22	19
39.	4	ПГ-4/1	Баярд 13	ЛУНА 2000	2,8	50	6	-24	0,21	20
40.	5	ПГ-4/1	Баярд 16	NESTRA 2.23	1,6	51	7	-25	0,20	21

ДОДАТКИ до практичного заняття (довідкові матеріали)

1. Характеристики окремих газових приладів

Найменування приладів	ККД, %	Теплопродуктивність, кВт	Номінальні витрати газу, м ³ /год
Плити газові:			
двопальникова ПГ-2	56	7	0,75
чотирьохпальникова ПГ-4/1	56	11,8	1,25
Водонагрівачі:			
проточні:			
ВПГ-18	82	18	2,3
ВПГ-23	83	27,8	2,94
Баярд 10	86	17,4	2,2
Баярд 13	86	22,7	2,8
Баярд 16	86	27,8	3,4
ємнісні: АГВ= 80			
АГВ=120	82	7	1,5
двоконтурні:			
АОГВ-6-3-У	80	6,9	
АОГВ-10-3-У	82	11,6	
АОГВ-20-3-У	92	23,2	
NESTRA 2.23	92	23,2	2,8
NESTRA 2.28	92	28	3,3
ПУМА	91	10-24	ОП 2,5-3; ГВ 9,8-11,9
ЭКО240	91	10,6-24	2,8
ЛУНА 2000	91	24	2,8
Газові опалювальні котли:			
СУПРИМАЗО-100	93	5,5-28,7	1,05-3,42
СЛИМІА50	93	22,1-29,7	2,6-3,5
КГБ 12,5-100	91	12,5-100	1,3-10,6
ЖИТОМИР 10-20x4	90	20-92	2,2 10
КС-ТГВ-10-30	83	10-30	
«Рівне-30 - 80 ГС»	86	30-80	
Спісо	91	4-29	1,4-3,2
Газовий камін ВЕНТВОРС		4	0,15
Газовий радіатор PR-4	86	3,6	

2. Норми витрат теплоти

Споживачі газу	Показник споживання газу	Норми витрати теплоти, МДж
1 Житлові будинки		
При наявності у квартирі газової плити і централізованого гарячого водопостачання при газопостачанні: природним газом	На 1 людину в рік	2800
	ЗВГ	2540
При наявності у квартирі газової плити й газового водонагрівача (при відсутності централізованого		

Споживачі газу	Показник споживання газу	Норми витрати теплоти, МДж
гарячого водопостачання) при газопостачанні:		
природним газом	– // –	8000
ЗВГ	– // –	7300
При наявності у квартирі газової плити і відсутності централізованого гарячого водопостачання й газового водонагрівача при газопостачанні:		
природним газом	– // –	4600
ЗВГ	– // –	4240

2 Суспільні будинки

2.1 Підприємства побутового обслуговування

Фабрики-пральні:		
на прання білизни в механізованих пральнях	На 1 т. сухої білизни	8800
на прання білизни в немеханізованих пральнях з сушильними шафами	Теж саме	12600
на прання білизни в механізованих пральнях, включаючи сушіння і прасування	–//–	18800
Дезкамери:		
на дезінфекцію білизни і одягу в парових камерах	–//–	2240
на дезінфекцію білизни і одягу в гарячеповітряних камерах	–//–	1260
Бані:		
миття без ванн	На 1 миття	40
миття в ваннах	Теж саме	50

2.2 Підприємства громадського харчування

Столови, ресторани, кафе:		
На приготування обідів (не залежно від пропускнув здатності підприємства)	На 1 обід	4,2
На приготування сніданків або вечері	На 1 сніданок чи вечерю	2,1

2.3 Установи охорони здоров'я

Лікарні, роддоми:		
на приготування їжі	На 1 ліжко в рік	3200
на приготування гарячої води для господарсько-побутових потреб і лікувальних процедур (без прання білизни)	Теж саме	9200

3 Промислові підприємства

Хлібзаводи, комбінати, пекарні:		
на випікання формового хліба	На 1 т виробів	2500
на випікання подового хліба, батонів, булок, здоби	Теж саме	5450
на випікання кондитерських виробів (тортів, тістечок, печива, пряників і т.д.)	–//–	7750

Примітка 1. Норми витрати теплоти на житлові будинки, враховують витрату теплоти на прання білизни в домашніх умовах.

Примітка 2. При застосуванні газу для лабораторних потреб шкіл, вузів, технікумів і інших спеціальних навчальних закладів норму витрати теплоти слід приймати в розмірі 50 МДж на рік на одного учня.

Примітка 3. Норми витрати теплоти не враховують витрату теплоти на опалення.

3. Значення коефіцієнта одночасності K_{sim} для житлових будинків

Число квартир	Коефіцієнт одночасності K_{sim} в залежності від встановлення в житлових будинках газового обладнання			
	Плита чотирьохкомфорочна	Плита двохкомфорочна	Плита чотирьохкомфорочна і газовий проточний водонагрівач	Плита двохкомфорочна і газовий проточний водонагрівач
1	1,000	1,000	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,392	0,360
7	0,280	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335
9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,231	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193
60	0,220	0,207	0,203	0,186
70	0,217	0,205	0,195	0,180
80	0,214	0,204	0,192	0,175
90	0,212	0,203	0,187	0,171
100	0,210	0,202	0,185	0,163
400	0,180	0,170	0,150	0,135

Примітка 1. Для квартир, у яких встановлюється кілька однотипних газових приладів, коефіцієнт одночасності слід приймати як для такого ж числа квартир із цими газовими приладами.

Примітка 2. Значення коефіцієнта одночасності для ємнісних водонагрівачів, опалювальних котлів або опалювальних печей рекомендується приймати 0,85 незалежно від кількості квартир.

Практичне заняття № 6

Тема 6: СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ЗАВДАННЯ

У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.2-9-2009, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-25-2009, ВБН В.2.5-78.11.01-2003...):

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного заняття.
2. Підібрати та описати систем зв'язку та телекомунікації готельно-ресторанного господарства;
3. Підібрати обладнання для систем зв'язку та телекомунікації (тип, марка, та ін.).
4. За варіант готелю чи ресторану обрати будь який, що розташований на території України. Навести назву та територіальне розташування. Ресторани і готелі не повинні повторюватись.
5. За джерела інформації дозволяється обрати відкриті інтернет ресурси.
6. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
7. Робота повинна містити рисунки, схеми тощо.

**Тема 7: СИСТЕМИ ОХОРОННОЇ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОЇ
СИГНАЛІЗАЦІЇ**

ЗАВДАННЯ

У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.2-9-2009, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-25-2009, ВБН В.2.5-78.11.01-2003...):

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного заняття.
2. Підібрати та описати систему охоронної та протипожежної сигналізації готельно-ресторанного господарства;
3. Підібрати обладнання для систем охоронної та протипожежної сигналізації (тип, марка, та ін.).
4. За варіант готелю чи ресторану обрати будь який, що розташований на території України. Навести назву та територіальне розташування. Ресторани і готелі не повинні повторюватись.
5. За джерела інформації дозволяється обрати відкриті інтернет ресурси.
6. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
7. Робота повинна містити рисунки, схеми тощо.

Практичне заняття № 8

Тема 8: **ВЕРТИКАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ БУДІВЕЛЬ**

ЗАВДАННЯ

У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.2-9-2009, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-25-2009, ВБН В.2.5-78.11.01-2003, НПАОП 0.00-1.02-08...):

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного заняття.
2. Підібрати та описати механічний транспорт (ліфт) готельно-ресторанного господарства.
3. Підібрати та описати підйомників для людей з обмеженими фізичними можливостями та інший механічний транспорт у закладі.
4. За варіант готелю чи ресторану обрати будь який, що розташований на території України. Навести назву та територіальне розташування. Ресторани і готелі не повинні повторюватись.
5. За джерела інформації дозволяється обрати відкриті інтернет ресурси.
6. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
7. Робота повинна містити рисунки, схеми тощо.

Практичне заняття № 9

Тема 9: ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ ЗАВДАННЯ

У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.2-9-2009, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-25-2009, ВБН В.2.5-78.11.01-2003...):

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного заняття.
2. Описати в чому полягає обслуговування і ремонт інженерних систем готельно-ресторанного господарства.
3. Підібрати та описати системи автоматичного регулювання інженерних систем (тип, марка, та ін.).
4. Навести технічне оснащення готельного номера.
5. За варіант готелю чи ресторану обрати будь який, що розташований на території України. Навести назву та територіальне розташування. Ресторани і готелі не повинні повторюватись.
6. За джерела інформації дозволяється обрати відкриті інтернет ресурси.
7. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
8. Робота повинна містити рисунки, схеми тощо.

**Тема 10: ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІЇ ІНЖЕНЕРНО-
ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СЛУЖБИ У ГОТЕЛЯХ**

ЗАВДАННЯ

У відповідності до вимог нормативних документів (ДБН В.2.2-9-2009, ДБН В.2.2-20:2008, ДБН В.2.2-25-2009, ВБН В.2.5-78.11.01-2003...):

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекційного заняття.
2. Навести організацію та функції інженерно-експлуатаційної служби у готелі.
3. За варіант готелю чи ресторану обрати будь який, що розташований на території України. Навести назву та територіальне розташування. Ресторани і готелі не повинні повторюватись.
4. За джерела інформації дозволяється обрати відкриті інтернет ресурси.
5. Виконанні завдання повинні бути підписані (прізвище та ініціали) та оформлені у текстовому редакторі Word, або написані на листках вручну.
6. Робота повинна містити рисунки, схеми тощо.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДО КУРСУ

Основна:

1. Інжиніринг у ресторанному бізнесі [Текст] : навч. посіб. / О. В. Кузьмін, О. В. Чемакіна, Л. М. Акімова та ін. ; Нац. ун-т харч. технол., Нац. авіац. ун-т, Приват. акціонер. т-во "Вищ. навч. закл. "Міжрегіон. акад. упр. персоналом". — Херсон : Олді-плюс, 2019. — 232 с.
2. Мазаракі, А.А. Проектування готелів : навч. посіб. / А.А. Мазаракі. - К. : Київ. нац. торг. екон. ун-т, 2012. - 340 с.
3. Мазаракі, А.А. Проектування закладів ресторанного господарства : навч. посіб. - 2 ге вид., відред. і допов. / А.А. Мазаракі. - К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010. - 307 с.
4. Капцова Н. І. Інженерне обладнання будівель : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 241 – Готельно-ресторанна справа / Н. І. Капцова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 135 с.
5. Технологічне устаткування готелів, готельних комплексів : підручник / В. С. Гуць, О. А. Коваль, В. А. Русавська – Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. – 568 с.

Додаткова:

1. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 35 с.
2. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – К. : Держбуд України, 2005.
3. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (Заклади ресторанного господарства). – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 83 с.
4. ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с.
5. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 165 с.
6. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. – Київ. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2015.-134 с.
7. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. Частина 2. Будівництво. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 122 с.
8. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 232 с.
9. ДБН В.2.2-20:2008 Будинки і споруди. Готелі. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с.
10. Костенко Е.М. Системы кондиционирования и вентиляции. – К.: Основа. 2006. – 448 с.
11. Кравченко, В. С, Гаряче водопостачання будівель : навч. посібник. / В. С. Кравченко, Л. А. Саблій. – 2-е вид. – Рівне, РДТУ, 2000. – 152 с.

12. Кравченко, В. С, Саблій Л. А., Зінич П. Л. Санітарно-технічне обладнання будинків : підручник. / В. С. Кравченко, Л. А. Саблій, П. Л. Зінич. – Рівне: УДУВГП, 2003 – 442 с.
13. Кравченко, В. С. Водопостачання і каналізація : підручник. / В. С. Кравченко. – Рівне: Вид-во РДТУ, 2002. – 285 с.
14. Кузьмін О. В. Інженерне обладнання будівель : навч. посіб. / О.В. Кузьмін. - Донецьк : ДонНУЕТ, 2014. - 248 с.
15. Роглев Х.Й. Основи готельного менеджменту. Навч посібник. – К.: Кондор, 2005. - 256 с.

Інтернет ресурси:

1. Державні будівельні норми України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dbn.co.ua/>.
2. КЛІМАТ в ДОМІ. Кліматичний майданчик. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.klimatvdomi.com/index_ua.html.