

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 697

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
інженерії енергосистем

_____ /Каплун В.В./
(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

_____ /Антипов Є.О./
(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Розробка системи опалення та вентиляції 9-ти поверхового житлового будинку в м. Тернопіль»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(код і назва)

Освітня програма Інженерія відновлювальних джерел енергії та енергоменеджмент

(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Горобець В.Г.
(ПІБ)

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

К.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Троханяк В.І.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Щербина Б.В.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
інженерії енергосистем

к.т.н доцент _____ Антипов Є.О.
(ступінь, звання) (підпис) (ПІБ)
« ____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Щербині Богдану Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема магістерської роботи **«Розробка системи опалення та вентиляції 9-ти поверхового житлового будинку в м. Тернопіль»**

затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від «19» грудня 2023 р. № 2334 С

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.11.15
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи _____

Перелік питань, що підлягають дослідженню: _____

1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ;
2. ОПИС СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ;
3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ;
4. ВОДОСТРУЙНИЙ ЕЛЕВАТОР;
5. ТРУБОПРОВІДИ;
6. ПРИРОДНА ВЕНТИЛЯЦІЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ.

Перелік графічного матеріалу: презентація виконана в програмному забезпеченні MS Power Point

Дата видачі завдання «19» грудня 2023 р. _____

Керівник магістерської роботи _____
(підпис)

Троханяк В.І.
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Щербина Б.В.
(ПІБ)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	5
РОЗДІЛ 2. РІЗНОВИДИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	24
2.1 Види систем опалення багатоквартирних будинків	24
2.2. Схема опалення багатоповерхового будинку	31
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	38
РОЗДІЛ 4. ВОДОСТРУЙНИЙ ЕЛЕВАТОР	56
4.1. Призначення та функції елеваторного вузла	56
4.2. Розрахунок елеватора	61
РОЗДІЛ 5. ТРУБОПРОВОДИ	64
5.1. Класифікація трубопроводів.....	64
5.2. Гідравлічний розрахунок трубопроводу	65
РОЗДІЛ 6. ПРИРОДНА ВЕНТИЛЯЦІЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ	67
6.1. Види природної вентиляції.....	68
6.2. Природна вентиляція у багатоквартирному будинку	69
6.3. Розрахунок природної вентиляції	72
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

ВСТУП

Магістерська кваліфікаційна робота викладена на 78 сторінках, таблиць 9, рисунків 10, кількість використаної літератури - 20 джерел.

Об'єктом дослідження – це 9-ти поверховий житловий будинок

Предмет дослідження – системи опалення та вентиляції багатоповерхового будинку

Методи дослідження – теоретичні розрахунки виробничо-опалювальної котельні, використання літературних джерел.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено теплотехнічний розрахунок усіх огороджувальних конструкції 9-ти поверхового житлового будинку. Знайдено тепловтрати через зовнішні стіни. Розглянуто різновиди та схеми системи опалення. Вибрано найкращу для її розрахунку. В подальшому проведено розрахунок системи опалення. Визначено кількість батарей та труб для опалення багатоповерхового будинку. Підбрано та розраховано водоструйний елеватор. Проведено гідравлічний розрахунок для всієї системи опалення. Розглянуто види та схеми системи природної і змішаної вентиляції. Проведено розрахунок природної системи вентиляції в багатоповерховому житловому будинку.

Ключові слова: багатоповерховий будинок, система опалення, огороджувальні конструкції, водоструйний елеватор, трубопровід, природна вентиляція.

РОЗДІЛ 1

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Будівля розташована в місті Тернопіль і має такі конструктивні особливості:

- **Схема будівлі:** стінова конструктивна.
- **Зовнішні стіни:** облицювання силікатною цеглою, всередині шар утеплювача (пінополістирол), далі монолітна стіна з пінобетону.
- **Внутрішні стіни:** монолітні, товщиною 250 мм.
- **Перегородки:** виконані з цегли, товщина — 120 мм.
- **Перекриття:** збірні залізобетонні плити з багатопустотною структурою.
- **Фундаменти:** монолітні, під стінами будівлі.
- **Покрівля:** плоска, виконана з ребристих плит покриття, захищена трьома шарами руберойду.
- **Утеплення:**
 - Підлога першого поверху — мінераловатні плити.
 - Покрівля — керамзитовий ґравій.

Ці конструктивні характеристики забезпечують енергоефективність, міцність і довговічність будівлі в умовах клімату Тернополя.

а.) Зовнішня стіна

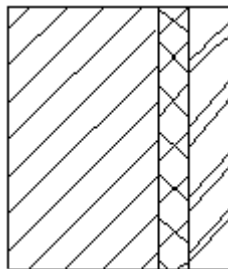


Рис. 1.1 Вентиляція

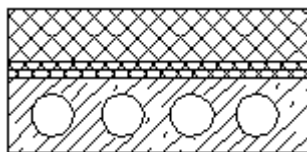


Рис. 1.2 Трубопровід

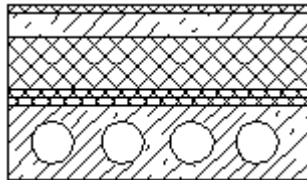


Рис. 1.3 Опалення

Таблиця 1.1

Технічні характеристики матеріалів

№	Найменування шару	δ , м	λ Вт/м ² К	S, Вт/м ² С
1	Пінобетон	0,4	0,41	6,13
2	Пінополістирол	X	0,052	0,89
3	Цегла облицювальна	0,125	0,76	9,77

Теплотехнічний розрахунок зводиться до визначення необхідного термічного опору R_o^{TP} та товщини шару X утеплювача, виходячи із зимових умов.

$$GCOП = (t_B - t_{cp}) \cdot Z_{оп} \quad (1.1)$$

$$ДСОП = (20 + 6, 4) \cdot 228 = 6019 \text{ гр. Добу. } Z_{оп} = 228 \text{ діб}$$

$$R_o = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_o^{TP} = \frac{(t_e - t_n)n}{\Delta t^H \cdot \alpha_e} = 1,6 \text{ м}^2 \cdot \text{C}^0 / \text{Вт} \quad t_n = -37 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_o > R_o^{TP}$$

$$R_o^{TP} = \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s} \quad (1.2)$$

$$R_o^{TP} = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,052} + \frac{0,4}{0,41} + \frac{0,125}{0,76} + \frac{1}{23} = 1,6$$

$x=0,0157$ м, приймаємо $x=2$ см – мінімальна допустима товщина теплоізоляційного шару.

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s} \quad (1.3)$$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,052} + \frac{0,4}{0,41} + \frac{0,125}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,5$$

$x=0,1142$ м, приймаємо $x=12$ см – товщина стіни з енергозбереження.

Тоді при $x = 12$ см

$$R_o = 3,61 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$k = \frac{1}{R_o} = 0,277 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{До} \quad (1.3)$$

$$D = \sum R_i \cdot S_i \quad (1.4)$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

$$R_1 = \frac{0.4}{0.41} = 0.979 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_2 = \frac{0.12}{0.052} = 2.30 \text{ м}^2 \cdot \text{До} / \text{Вт}$$

$$R_3 = \frac{0.125}{0.76} = 0.159 \text{ м}^2 \cdot \text{До} / \text{Вт}$$

$$D = 0,979 \times 6,128 + 2,30 \times 0,889 + 0,159 \times 9,76 = 9,63 > 7$$

отже, стіна масивна.

Б.) Підлога першого поверху.

Таблиця 1.2

Технічні характеристики матеріалів

№	Найменування шару	$\lambda, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$	$\delta, \text{м}$
1	Бітум	0,27	0,005
2	Ж/Б Плита	0,81	0,22
3	Плити мінераловатні	0,09	X
4	Руберойд	0,17	0,006
5	Лінолеум	0,38	0,005
6	Цементна стяжка	1,69	0,07

ДСОП = 6018 грн. Добу.

$$R_o^{\text{тп}} = 4,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$R_o > R_o^{\text{тп}}$, Нехай $R_o = R_o^{\text{тп}}$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{0,81} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,006}{0,17} + \frac{x}{0,09} + \frac{0,07}{1,69} + \frac{0,005}{0,38} + \frac{1}{23} = 4,6$$

$$X = 355 \text{ см} \quad R_o = 4,445 \text{ м}^2 \cdot \text{До} / \text{Вт}$$

в.) Горищне перекриття.

Таблиця 1.3

Технічні характеристики матеріалів

№	Найменування шару	$\lambda, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$	$\delta, \text{м}$
1	Руберойд	0,17	0,006
2	Бітум	0,27	0,005
3	Ж/Б Плита	0,81	0,22
4	Керамзит	0,11	x

ДСОП = 60188 грн. Добу.

$$R_o^{\text{тп}} = 4,6 \text{ м}^2 \cdot \text{оК/Вт}$$

$$R_o > R_o^{\text{тп}}, \text{ Нехай } R_o = R_o^{\text{тп}}$$

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{0,81} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,006}{0,17} + \frac{x}{0,11} + \frac{1}{23} = 4,59$$

$x = 0,446 \text{ м}$, приймаємо $x = 449 \text{ см}$.

$$R_o = 4,564 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$k = \frac{1}{R_o} = 0,219 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{В} \cdot \text{К}$$

г.) Вікна та двері.

Термічний опір визначаємо за ДСТУ

ДСОП = 6017 грн. Добу.

$$R_o = 0,59 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$k = \frac{1}{R_o} = 1,659 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{В} \cdot \text{К}$$

Таблиця 1.4

Технічні характеристики матеріалів

№	Найменування конструкції	К Вт/м ² В·	R м ² · Co/Вт
1	Зовнішня стіна	0,277	3,61
2	Горищне перекриття	0,219	4,574
3	Підлога першого поверху	0,225	4,445
4	Вікна та двері	1,667	0,6

Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції

Тепловтрати через окремі огороження або їх частини площею F визначаються за такою формулою:

$$Q_{\text{огр}} = k \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{зов}}) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta), \text{ Вт} \quad (1.5)$$

k – коефіцієнт теплопередачі,

Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції враховує наступні параметри:

- t_v — розрахункова температура повітря у приміщенні, °С.
- t_n — розрахункова температура зовнішнього повітря:
 - для холодного періоду року — при розрахунку втрат через зовнішні огороження;
 - для внутрішніх огорожень — температура сусіднього, холоднішого приміщення.
- n — коефіцієнт, що залежить від розташування зовнішньої поверхні

огородження згідно зі СНиП II-3-79**:

- $n = 1$ для зовнішніх стін, вікон і дверей;
 - $n = 0,6$ для перекриттів над підвалами;
 - $n = 0,9$ для горизонтального перекриття.
- $\Sigma\beta$ — сума коефіцієнтів додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції.

Додаткові тепловтрати (β) враховуються як частка від основних втрат:

1. Через зовнішні вертикальні та похилі (вертикальна проекція) стіни, двері та вікна:
 - 0,1 для сторін, орієнтованих на північ, схід, північний схід і північний захід.
 - 0,05 для сторін, орієнтованих на південний схід і захід.
2. У кутових приміщеннях додаються такі коефіцієнти:
 - 0,05 за кожен стіну, двері або вікно, якщо одна з огорож звернена на північ, схід, північний схід чи північний захід.
 - 0,1 в інших випадках.

Цей підхід дозволяє врахувати вплив орієнтації, конструктивних особливостей і розташування приміщення на загальні тепловтрати.

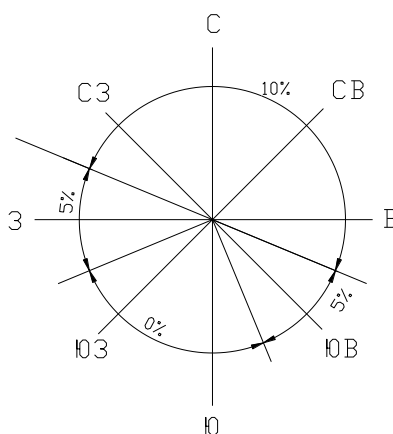


Рис 1.4. Розташування будівлі

Для визначення додаткових тепловтрат через зовнішні двері без повітряних або повітряно-теплових завіс враховуються такі залежності:

1. Висота будівлі (H , м) — від середньої позначки землі до верхнього

карниза, центру витяжного отвору ліхтаря або гирла шахти.

2. Тип дверей і відповідний коефіцієнт втрат тепла:
- 0,2 Н — для потрійних дверей з двома тамбурами між ними.
 - 0,27 Н — для подвійних дверей з одним тамбуром між ними.
 - 0,34 Н — для подвійних дверей без тамбура.
 - 0,22 Н — для одинарних дверей.

Розрахунок тепловтрат для поверхів

- 1-й поверх: Ураховуються особливості тепловтрат через підлогу (контакт із ґрунтом) і зовнішні двері.
- 2-й поверх: Розрахунок базується на втраті тепла через зовнішні стіни, вікна та перегородки з нижнім і верхнім поверхами.
- 9-й поверх: Додатково враховуються тепловтрати через перекриття, що контактує з горищем, або покрівлю.

Розрахунок тепловтрат для середніх поверхів (3–8-й) аналогічний розрахунку для 2-го поверху, оскільки в них схожі умови теплової взаємодії з навколишнім середовищем і сусідніми приміщеннями.

Цей підхід дозволяє спростити розрахунки та зосередитися на основних особливостях кожного рівня будівлі.

Таблиця 1.5

Розрахунки

№	Признач	Твн оС	познач	орієнт	b	a	F (м ²)	n	λ (Вт/м ² К)	t _{вн} -t _{зов}	Q, Вт	b ₂	b ₁	1+b ₂ +b ₁	Q _{орг} (Вт)
	1 поверх														
101	Ж К (УГ)	20	НС	У	2,85	4,6	13,1	1	0,277	57	207	0,05	0,1	1,15	238
		20	НС	З	2,85	2,65	7,6	1	0,277	57	119	0,05	0,1	1,15	137
		20	Про	З	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0,05	0,1	1,15	239
		20	П	-	4,6	2,65	12,2	0,6	0,225	57	94	0	0	1	94
102	Кухня	18	НС	З	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	З	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99
		18	П	-	2,88	3,71	10,7	0,6	0,225	55	79	0	0	1	79
		18	ДО	З	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169
															Σ=525
103	Тамбур	16	П	-	1	1,55	1,6	0,6	0,225	53	11	0	0	1	11
		16	Д	З	2,1	1,2	2,5	1	1,667	53	223	8,64	0,1	9,74	2169
		16	НС	З	2,25	1,55	3,5	1	0,277	53	51	0	0,1	1,1	56
															Σ=2236
104	Смітгезбиральна	16	НС	З	2,25	1,05	2,4	1	0,277	53	35	0	0,1	1,1	38
		16	П	-	0,9	1,05	0,9	0,6	0,225	53	7	0	0	1	7
		16	Д	З	2,1	0,9	1,9	1	1,667	53	167	0	0,1	1,1	184
															Σ=229
105	Кухня	18	НС	З	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	З	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99
		18	ДО	З	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169

Продовження таблиці 1.5

121	Ванна	24	НС	3	2,85	1,76	5,0	1	0,277	61	85	0	0,05	1,05	89
		24	П	-	1,76	1,86	3,3	0,6	0,225	61	27	0	0	1	27
															Σ=115
122	Комора	18	П	-	2,05	1	2,1	0,6	0,225	55	15	0	0	1	15
		18	НС	3	2,85	2,05	5,8	1	0,277	55	89	0	0,05	1,05	93
															Σ=110
	2 поверх														
201	Ж К (Уг)	20	НС	У	2,85	4,6	13,1	1	0,277	57	207	0,05	0,1	1,15	238
		20	НС	3	2,85	2,65	7,6	1	0,277	57	119	0,05	0,1	1,15	137
		20	Про	3	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0,05	0,1	1,15	239
															Σ=613
202	Кухня	18	НС	3	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	3	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99
		18	ДО	3	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169
															Σ=444
203	Л До	16	НС	3	2,25	1,55	3,5	1	0,277	53	51	0	0,1	1,1	56
		16	Про	3	0,8	1,55	1,2	1	1,667	53	110	0	0,1	1,1	121
															Σ=180
204	Кухня	18	НС	3	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	3	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99
		18	ДО	3	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169
															Σ=443
205	Ж К	20	Про	3	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,1	1,1	229

Продовження таблиці 1.5

212	Ж К	20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
		20	НС	Ю	2,85	2,7	7,7	1	0,277	57	121	0	0,05	1,05	128
															Σ=345
213	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3	8,6	1	0,277	57	135	0	0,05	1,05	142
		20	Про	Ю	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,05	1,05	94
		20	ДО	Ю	2,1	0,8	1,7	1	1,667	57	160	0	0,05	1,05	168
															Σ=405
214	Ж К	20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
		20	НС	Ю	2,85	3,24	9,2	1	0,277	57	146	0	0,05	1,05	153
															Σ=371
215	Ж К	20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
		20	НС	Ю	2,85	3,24	9,2	1	0,277	57	146	0	0,05	1,05	153
															Σ=371
216	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3	8,6	1	0,277	57	135	0	0,05	1,05	142
		20	Про	Ю	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,05	1,05	94
		20	ДО	Ю	2,1	0,8	1,7	1	1,667	57	160	0	0,05	1,05	168
															Σ=405
217	Ж К	20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
		20	НС	Ю	2,85	2,7	7,7	1	0,277	57	121	0	0,05	1,05	128
															Σ=345
218	Кухня	18	НС	Ю	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0,1	0,05	1,15	185
		18	Про	Ю	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0,1	0,05	1,15	103
		18	ДО	Ю	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0,1	0,05	1,15	177

Продовження таблиці 1.5

		18	НС	3	2,85	2,88	8,2	1	0,277	55	125	0,1	0,05	1,15	144
															Σ=609
219	Ванна	24	НС	3	2,85	1,76	5,0	1	0,277	61	85	0	0,05	1,05	89
															Σ=89
220	Комора	18	НС	3	2,85	2,05	5,8	1	0,277	55	89	0	0,05	1,05	93
															Σ=93
	9 поверх														
901	Ж К (Уг)	20	НС	У	2,85	4,6	13,1	1	0,277	57	207	0,05	0,1	1,15	238
		20	НС	3	2,85	2,65	7,6	1	0,277	57	119	0,05	0,1	1,15	137
		20	Про	3	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0,05	0,1	1,15	239
		20	Пік	-	4,6	2,65	12,2	0,9	0,219	57	137	0	0	1	137
															Σ=750
902	Кухня	18	НС	3	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	3	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99
		18	ДО	3	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169
		18	Пік	-	2,88	3,71	10,7	0,9	0,219	55	116	0	0	1	116
															Σ=560
903	Л До	16	Пік	-	5,76	2,7	15,6	0,9	0,219	53	162	0	0	1	162
		16	Про	3	0,8	1,55	1,2	1	1,667	53	110	0	0,1	1,1	121
		16	НС	3	2,85	2,7	7,7	1	0,277	53	113	0	0,1	1,1	124
															Σ=408
904	Кухня	18	НС	3	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	3	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99

Продовження таблиці 1.5

		18	ДО	3	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169
		18	Пік	-	2,88	3,71	10,7	0,9	0,219	55	116	0	0	1	116
															Σ=562
905	Ж К	20	НС	3	2,85	2,6	7,4	1	0,277	57	117	0	0,1	1,1	129
		20	Пік	-	4,9	2,6	12,7	0,9	0,219	57	143	0	0	1	143
		20	Про	3	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,1	1,1	229
															Σ=500
906	Ж К	20	НС	3	2,85	2,6	7,4	1	0,277	57	117	0	0,1	1,1	129
		20	Пік	-	4,9	2,6	12,7	0,9	0,219	57	143	0	0	1	143
		20	Про	3	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,1	1,1	229
															Σ=500
907	Кухня	18	НС	3	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0	0,1	1,1	177
		18	Про	3	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,1	1,1	99
		18	ДО	3	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0	0,1	1,1	169
		18	Пік	-	2,88	3,71	10,7	0,9	0,219	55	116	0	0	1	116
															Σ=560
908	Л До	16	Пік	-	5,76	2,7	15,6	0,9	0,219	53	162	0	0	1	162
		16	Про	3	0,8	1,55	1,2	1	1,667	53	110	0	0,1	1,1	121
		16	НС	3	2,85	2,7	7,7	1	0,277	53	113	0	0,1	1,1	124
															Σ=410
909	Ж К (УГ)	20	НС	3	2,85	3,7	10,5	1	0,277	57	166	0,05	0,1	1,15	191
		20	НС	3	2,85	4,5	12,8	1	0,277	57	202	0,05	0,05	1,1	223
		20	Про	3	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0,05	0,1	1,15	239

Продовження таблиці 1.5

		20	Пік	-	4,5	3,7	16,7	0,9	0,219	57	187	0	0	1	187
															Σ=839
910	Ж К (УГ)	20	НС	У	2,85	5,78	16,5	1	0,277	57	260	0,05	0,1	1,15	299
		20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0,05	0,1	1,15	239
		20	Пік	-	5,78	3,2	18,5	0,9	0,219	57	208	0	0	1	208
		20	НС	Ю	2,85	3,2	9,1	1	0,277	57	144	0,05	0,1	1,15	166
															Σ=913
911	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3,2	9,1	1	0,277	57	144	0	0,05	1,05	151
		20	Пік	-	2,8	3,5	9,8	0,9	0,219	57	110	0	0	1	110
		20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
															Σ=481
912	Ж К	20	НС	Ю	2,85	2,7	7,7	1	0,277	57	121	0	0,05	1,05	128
		20	Пік	-	3	2,7	8,1	0,9	0,219	57	91	0	0	1	91
		20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
															Σ=440
913	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3	8,6	1	0,277	57	135	0	0,05	1,05	142
		20	Про	Ю	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,05	1,05	94
		20	Пік	-	3,43	3	10,3	0,9	0,219	57	116	0	0	1	116
		20	ДО	Ю	2,1	0,8	1,7	1	1,667	57	160	0	0,05	1,05	168
															Σ=520
914	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3,24	9,2	1	0,277	57	146	0	0,05	1,05	153
		20	Пік	-	5,77	3,24	18,7	0,9	0,219	57	210	0	0	1	210
		20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218

Продовження таблиці 1.5

															$\Sigma=579$
915	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3,24	9,2	1	0,277	57	146	0	0,05	1,05	153
		20	Пік	-	5,77	3,24	18,7	0,9	0,219	57	210	0	0	1	210
		20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
															$\Sigma=579$
916	Ж К	20	НС	Ю	2,85	3	8,6	1	0,277	57	135	0	0,05	1,05	142
		20	Про	Ю	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0	0,05	1,05	94
		20	Пік	-	3,43	3	10,3	0,9	0,219	57	116	0	0	1	116
		20	ДО	Ю	2,1	0,8	1,7	1	1,667	57	160	0	0,05	1,05	168
															$\Sigma=520$
917	Ж К	20	НС	Ю	2,85	2,7	7,7	1	0,277	57	121	0	0,05	1,05	128
		20	Пік	-	3	2,7	8,1	0,9	0,219	57	91	0	0	1	91
		20	Про	Ю	1,46	1,5	2,2	1	1,667	57	208	0	0,05	1,05	218
															$\Sigma=435$
918	Кухня	18	НС	Ю	2,85	3,71	10,6	1	0,277	55	161	0,1	0,05	1,15	185
		18	Пік	-	2,88	3,71	10,7	0,9	0,219	55	116	0	0	1	116
		18	НС	3	2,85	2,88	8,2	1	0,277	55	125	0,1	0,05	1,15	144
		18	Про	Ю	1,4	0,7	1,0	1	1,667	55	90	0,1	0,05	1,15	103
		18	ДО	Ю	2,1	0,8	1,7	1	1,667	55	154	0,1	0,05	1,15	177
															$\Sigma=724$
919	Ванна	24	Пік	-	1,76	1,86	3,3	0,9	0,219	61	39	0	0	1	39
		24	НС	3	2,85	1,76	5,0	1	0,277	61	85	0	0,05	1,05	89
															$\Sigma=128$

РОЗДІЛ 2. РІЗНОВИДИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

2.1. Види систем опалення багатоквартирних будинків

В Україні існують три основні типи опалювальних систем, кожна з яких має свої переваги та особливості експлуатації:

1. Централізоване опалення

Незважаючи на загальносвітову тенденцію до відмови від централізованого опалення, в Україні більшість новобудов все ще підключені до цієї системи. Зокрема, в Києві на 2019 рік понад 50% нових будівель отримують тепло від центральних тепломереж.

Принцип роботи:

У централізованій системі тепло генерується на теплоелектроцентралі (ТЕЦ), після чого гаряча вода транспортується до теплових пунктів, які зазвичай розташовуються у підвалах або окремих будівлях поблизу, звідки вода подається до квартир. Теплове постачання починається і завершується відповідно до рішень місцевої влади, зазвичай це відбувається, коли середньодобова температура на вулиці протягом трьох днів не перевищує 8°C.

2. Автономне опалення

Цей тип передбачає наявність індивідуальних джерел тепла, таких як газові, електричні або твердопаливні котли, що працюють тільки на конкретну будівлю або квартиру.

3. Індивідуальне опалення

Цей тип передбачає індивідуальне обігрівання кожної квартири, будинку або окремого приміщення за допомогою автономних котлів або інших опалювальних пристроїв.

Робочий тиск в системах централізованого опалення:

- Для будинків до 5 поверхів: 3-5 бар
- Для будинків до 9 поверхів: 5-7 бар

- Для будинків від 10 поверхів і вище: 7-10 бар



Рис. 2.1. Загальна схема опалення

Платежі за опалення

Вартість опалення в багатоквартирних будинках залежить від наявності теплових лічильників:

- **Якщо є лічильники в усіх квартирах:** Мешканці платять за фактично спожите тепло в своїй квартирі, після чого загальна сума, що була витрачена на опалення під'їздів та поверхів, розподіляється на всіх мешканців будинку.
- **Якщо лічильники є не у всіх квартирах:** Витрати на опалення будинку діляться пропорційно до площі квартир, після чого віднімаються показники лічильників тих мешканців, у яких вони є, і залишок розподіляється між іншими квартирами.
- **Якщо немає теплового лічильника:** Платежі встановлюються за затвердженими тарифами органами місцевого самоврядування.

Вибір радіаторів для централізованого опалення

Для багатоповерхових будинків зазвичай рекомендують встановлювати секційні радіатори, які здатні витримувати високий тиск. Зокрема, для систем з тиском до 10 бар зазвичай використовуються:

- **Алюмінієві батареї** (витримують до 16 бар)
- **Біметалічні радіатори** (витримують до 35 бар)

Однак, враховуючи, що робочий тиск у багатоквартирних будинках не перевищує 10 бар, забудовники часто встановлюють звичайні панельні радіатори з робочим тиском 10 бар.

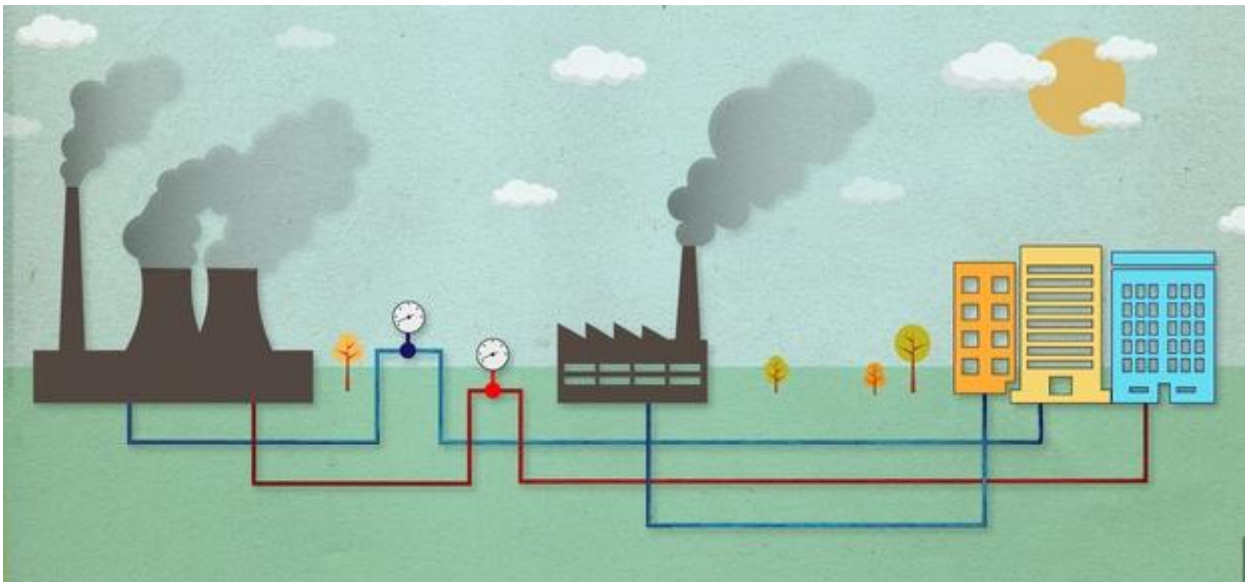


Рис. 2.2 Транспортування гарячого теплоносія

Таблиця 2.1

Переваги і недоліки централізованого опалення

Переваги	Недоліки
простота використання	опалювальний сезон регулюється державою
використання різних видів палив	великі тепловтрати через віддаленість джерела тепла
нижче ціна при купівлі квартири	потрібні додаткові прилади для регулювання тепла
	висока вартість

Рекомендація: Не обмежуйте свій вибір лише секційними радіаторами, обирайте такі, які відповідають вашим естетичним вимогам та здатні витримувати тиск від 10 бар і вище.

Автономне опалення

Автономне опалення зазвичай вибирають у випадках, коли забудовнику вигідніше побудувати власну котельню, аніж підключатися до централізованої системи. Це може бути актуально в історичних районах, де потужності для підключення нового великого об'єкта до централізованої мережі не вистачає, а також у віддалених або промислових районах, куди протягувати теплотрасу дуже дорого або неможливо. У Києві приблизно 31% нових будівель отримують тепло від автономних котелень.

Принцип роботи

Автономні котельні зазвичай розташовуються на даху будинку або в окремій будівлі поруч. У таких котельнях нагрівається вода, яка потім подається безпосередньо до квартир. Найпоширенішим паливом для таких котелень є природний газ, який забезпечує ефективне і економічне опалення будівель.

У випадку дахової котельні для багатоповерхового будинку, не потрібно витрачати землю на її розміщення, прокладати тепломагістраль чи встановлювати потужні насоси. Однак максимальна потужність такої котельні обмежена 5 МВт. Така котельня є оптимальним варіантом для невеликих будівель або окремих частин житлових комплексів.

Якщо мова йде про житловий комплекс, що складається з великої кількості будинків, котельня проектується в окремій будівлі. Її основною перевагою є відсутність обмежень за потужністю, що дозволяє забезпечити стабільне і ефективне опалення для всіх об'єктів комплексу.

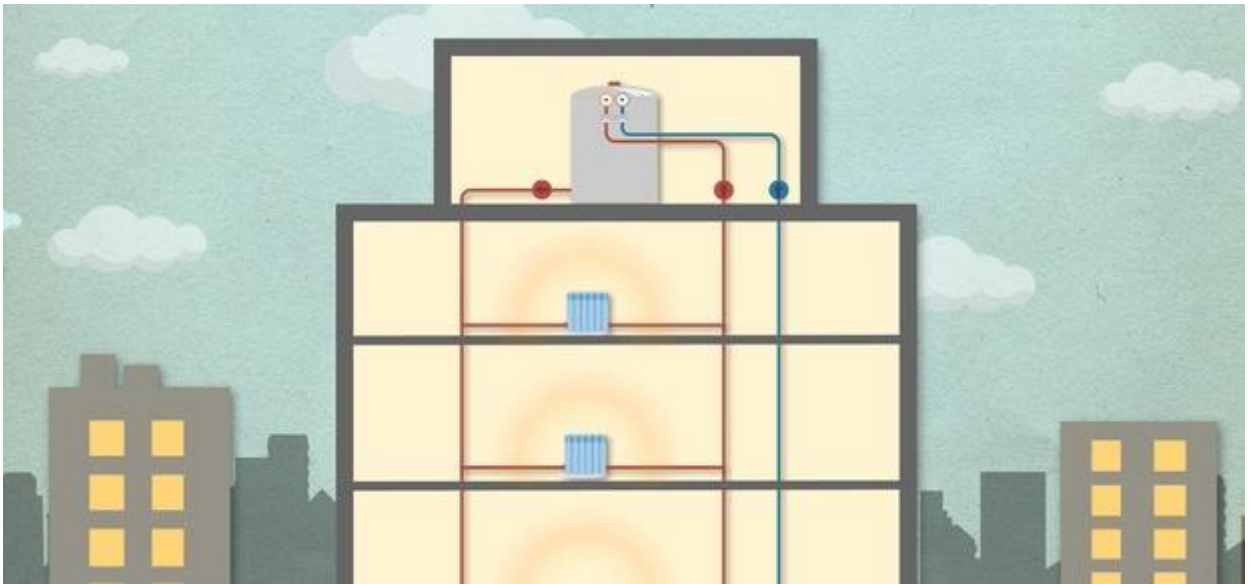


Рис. 2.3. Автономне опалення на даху

Початок та кінець опалювального сезону визначають самі мешканці будинку чи житлового комплексу, що дає їм більшу гнучкість у плануванні теплопостачання.

Робочий тиск у таких системах опалення зазвичай є нижчим, ніж у централізованих мережах, тому для вибору приладів опалення немає обмежень щодо 10 барів. Можна обирати радіатори, що витримують тиск понад 6 атмосфер, що дає більше варіантів для власників квартир.

Таблиця 2.2

Переваги і недоліки автономного опалення

Переваги	Недоліки
незалежність від загальноміського опалювального сезону	витрати на обслуговування системи
менше тепловтрат при транспортуванні	додатковий шум від роботи котельні на даху
нижче тарифи за опалення	вище вартість квартири при покупці

Тарифи за опалення визначаються індивідуально для кожного будинку, виходячи з собівартості виробництва тепла та витрат на обслуговування

системи. У порівнянні з централізованим опаленням, вартість обігріву квартири за допомогою автономної котельні може бути вдвічі меншою.

Індивідуальне опалення

У системі індивідуального опалення теплогенератор розташовується безпосередньо у квартирі. Джерелом тепла зазвичай є електричний або газовий котел. Згідно з новими нормами, газовий котел можна встановлювати лише в малоповерхових будинках (до 3-х поверхів), тоді як для будівель вищих за 3 поверхи рекомендовано використовувати електричні котли.

Принцип роботи

Роботу теплогенератора регулює термостат, встановлений у квартирі. Він реагує на зниження температури повітря в приміщенні або температуру теплоносія в системі. Вода з системи холодного водопостачання потрапляє в котел, де через теплообмінник (газовий пальник або електричний ТЕН) вона нагрівається до необхідної температури. Після цього гаряча вода надходить у радіатор. Котел автоматично вимикається, коли встановлена температура досягається, і включається знову, коли температура знижується.

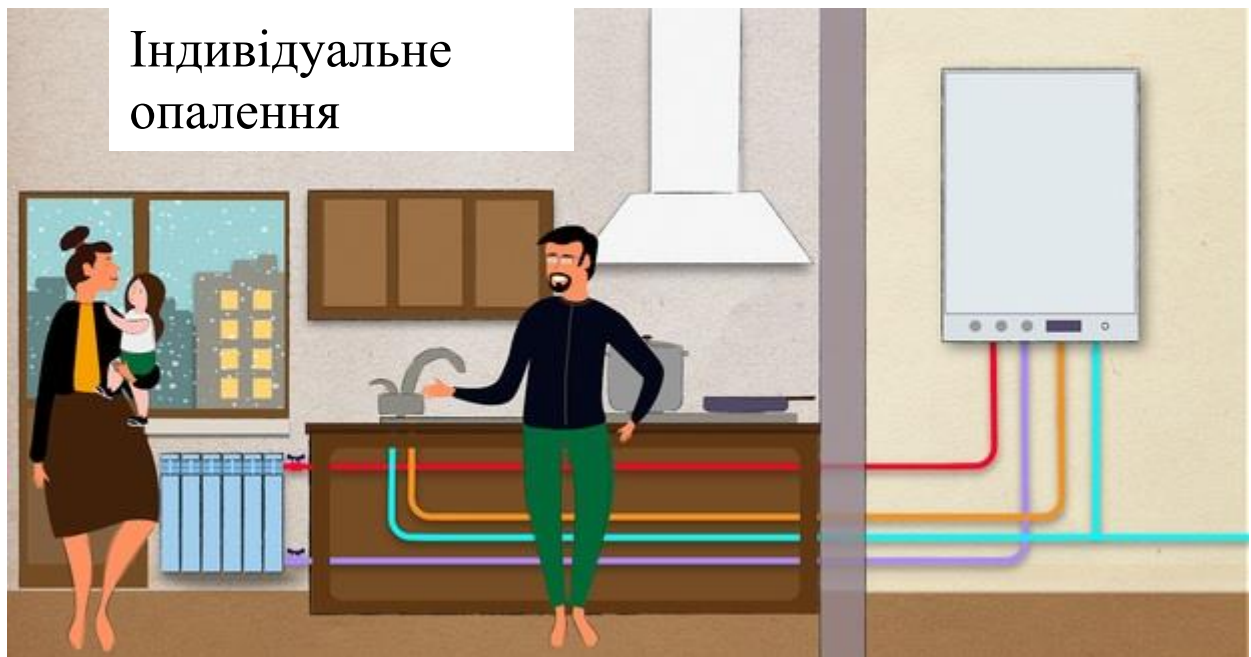


Рис 2.4. Індивідуальне опалення

Існують двоконтурні котли, які одночасно забезпечують як опалення, так і гаряче водопостачання.

Тиск та вибір радіаторів

У системах індивідуального опалення тиск зазвичай низький — до 3 атмосфер. Це дозволяє вибирати радіатори, які витримують тиск 4 бари або більше, що надає широкі можливості для підбору приладів опалення.

Вартість комунальних послуг

Вартість комунальних послуг в індивідуальній системі опалення залежить від типу котла, ступеня утеплення будинку та особистих потреб мешканців у теплі. Перевагою є те, що ви самостійно визначаєте, коли включити або вимкнути опалення, незалежно від пори року або вимог сусідів чи держави. У теплі зими мешканці добре утеплених будинків можуть практично не використовувати опалення.

Таблиця 2.3

Переваги і недоліки індивідуального опалення

Переваги	Недоліки
Повна незалежність у включенні опалення: Ви самі вирішуєте, коли увімкнути чи вимкнути опалення, залежно від ваших потреб.	У багатоповерхових будинках допустимі лише електричні котли: У високих будинках газові котли не можна використовувати через технічні та безпекові обмеження.
Відсутність тепловтрат при транспортуванні: Оскільки система опалення знаходиться безпосередньо в квартирі, немає втрат тепла під час транспортування теплоносія, як у централізованих системах.	Високі вимоги до вентиляції при використанні газового котла: Газові котли потребують належної вентиляції та додаткових заходів для безпечної експлуатації, що може збільшити витрати на установку.

Продовження таблиці 2.3

Тарифи за опалення відповідно до ваших потреб: Ви сплачуєте тільки за фактично використане тепло, що дозволяє знизити витрати на опалення, порівняно з централізованими системами.	Додаткові витрати на встановлення котла: Встановлення індивідуального котла потребує додаткових фінансових витрат на покупку обладнання та монтаж, що може бути дорогим.
--	---

Висновки

Попри високі тарифи та повну залежність від постачальника під час опалювального сезону, центральне опалення залишається переважним вибором для більшості українських забудовників і споживачів. Водночас, в передмістях все частіше обирають індивідуальні системи опалення, де значною перевагою є повний контроль за витратами на тепло та зручність у використанні. Автономне опалення також має свої переваги перед центральним, зокрема, хоча і потребує значних початкових інвестицій у котельню.

2.2. Схема опалення багатоповерхового будинку

Міські квартири, що є альтернативою приватним будинкам, користуються великою популярністю завдяки наявності всіх необхідних зручностей: опалення, каналізації та гарячого водопостачання. Якщо останні два елементи не потребують додаткових пояснень, то схема опалення багатоповерхового будинку заслуговує на більш детальне роз'яснення.

З технічної точки зору централізоване опалення багатоквартирного будинку має кілька важливих відмінностей від автономних систем, що дозволяє ефективно забезпечувати будівлю теплом у холодний період року.



Рис. 2.5. Схема опалення в багатоквартирному будинку

Особливості опалювальної системи багатоквартирних будинків

При проектуванні та встановленні опалення в багатоквартирних будинках обов'язково потрібно дотримуватись вимог нормативних документів, таких як СНІП та ГОСТ. Згідно з ними, система опалення повинна забезпечувати в квартирах постійну температуру від 20 до 22 градусів Цельсія, а рівень вологості має бути в межах 30-45%.

Попри існуючі норми, багато старих будинків не відповідають цим вимогам. У таких випадках спершу необхідно провести установку теплоізоляції та заміну опалювальних приладів, а вже потім звертатися до компанії з тепlopостачання. Як приклад ефективної опалювальної схеми можна навести опалення триповерхового будинку, схема якого показана на фото.

Для досягнення необхідних параметрів температура і вологість використовуються складні конструкції, які вимагають високоякісного обладнання. При розробці проекту опалювальної системи фахівці застосовують свої знання для рівномірного розподілу тепла по всіх частинах теплотраси та створення оптимального тиску на кожному поверсі будівлі. Одним з основних аспектів роботи такої системи є використання перегрітого теплоносія, що застосовується в схемах опалення багатоповерхових будинків.

Принцип роботи: гаряча вода постачається безпосередньо з ТЕЦ і нагрівається до температури 130-150 градусів. Тиск в системі становить 6-10 атмосфер, що виключає утворення пари, а вода рівномірно циркулює по всіх поверхах будинку без втрат. Температура води в зворотному трубопроводі може бути в межах 60-70 градусів. Залежно від пори року температурний режим може змінюватися, оскільки він безпосередньо залежить від зовнішніх погодних умов.



Рис. 2.6. Внутрішній вузол теплотраси

Призначення та принцип роботи елеваторного вузла

Як вже згадувалося, в опалювальній системі багатоповерхового будинку вода нагрівається до 130 градусів. Однак така температура не є необхідною для споживачів, і нагрівати радіатори до таких значень є недоцільним, незважаючи на кількість поверхів будівлі. Це пояснюється просто: процес подачі тепла в багатоквартирних будинках завершується через спеціальний пристрій, який з'єднується з зворотним контуром, званим елеваторним вузлом. Як він працює і які функції виконує?

Нагрітий теплоносієм потрапляє в елеваторний вузол, який працює за принципом інжектора-дозатора. Завдяки цьому процесу рідина здійснює теплообмін. Коли теплоносієм виштовхується через сопло вузла, він під великим тиском потрапляє в зворотну магістраль. Одночасно через цей канал теплоносієм циркулює у системі опалення, змішуючись та знижуючи свою температуру до оптимальної для обігріву всіх приміщень. Використання елеваторного вузла в схемах опалення багатоповерхових будинків дозволяє забезпечити ефективний і рівномірний розподіл тепла в усіх квартирах, незалежно від поверховості будівлі.

Конструктивні особливості опалювальної системи багатоповерхових будинків

У схемах опалення багатоповерхових будинків важливу роль відіграють засувки, які дають змогу регулювати тепло в окремих під'їздах або в усьому будинку. Регулювання зазвичай проводиться вручну працівниками теплопостачальної компанії за потреби.

У сучасних будинках часто використовуються додаткові компоненти, такі як колектори, теплові лічильники на батареях та інше обладнання. За останні роки майже кожна система опалення багатоповерхівок обладнана автоматикою, що зменшує потребу в людському втручанні. Це підвищує ефективність, покращує коефіцієнт корисної дії і забезпечує рівномірний розподіл тепла по всіх квартирах.

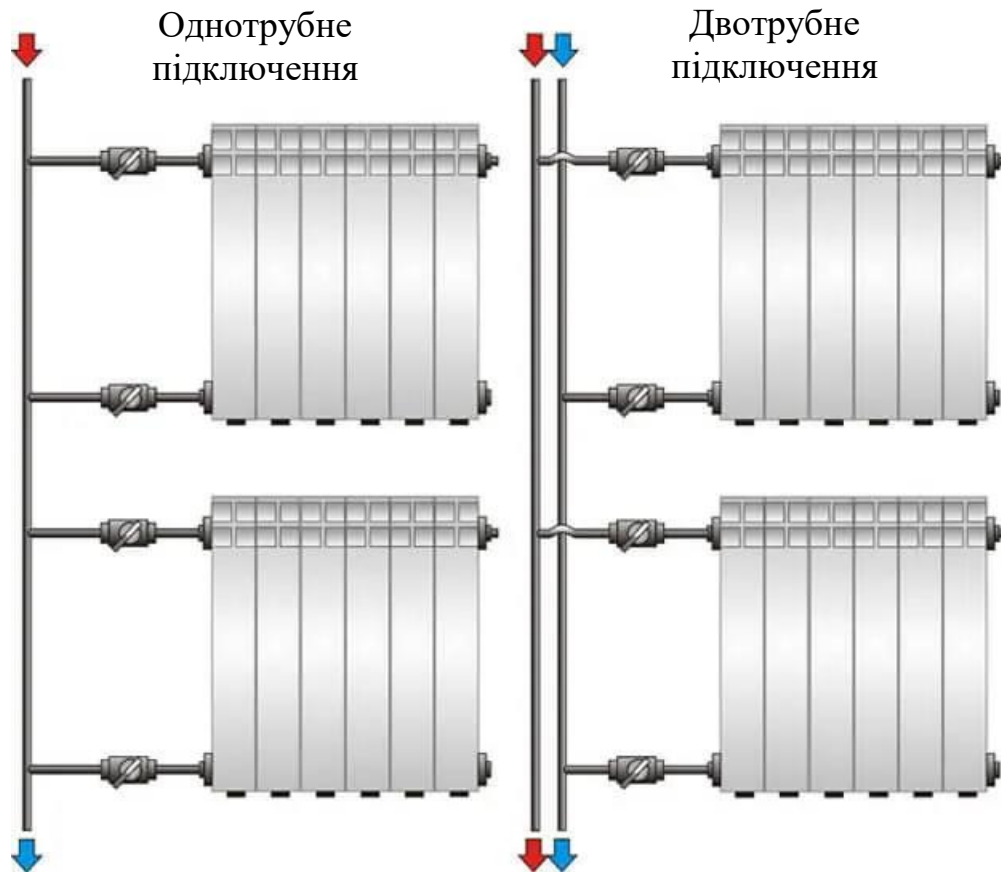


Рис 2.7. Схема однотрубної і двотрубної системи опалення

Розводка трубопроводу в багатоповерхових будинках

Для розведення опалення у багатоповерхових будинках найчастіше використовується однотрубна система з верхнім або нижнім розливом. Розміщення труб може змінюватися в залежності від різних факторів, таких як розташування будівлі або регіональні особливості. Наприклад, схема опалення п'ятиповерхового будинку може відрізнятися від тієї, що застосовується в триповерхових.

При проектуванні системи опалення враховуються всі ці нюанси, щоб створити оптимальну схему, яка забезпечить ефективність роботи. Проект може передбачати різні варіанти підведення теплоносія, знизу догори або навпаки. У деяких будинках встановлюються універсальні стояки, що гарантують послідовний рух теплоносія.

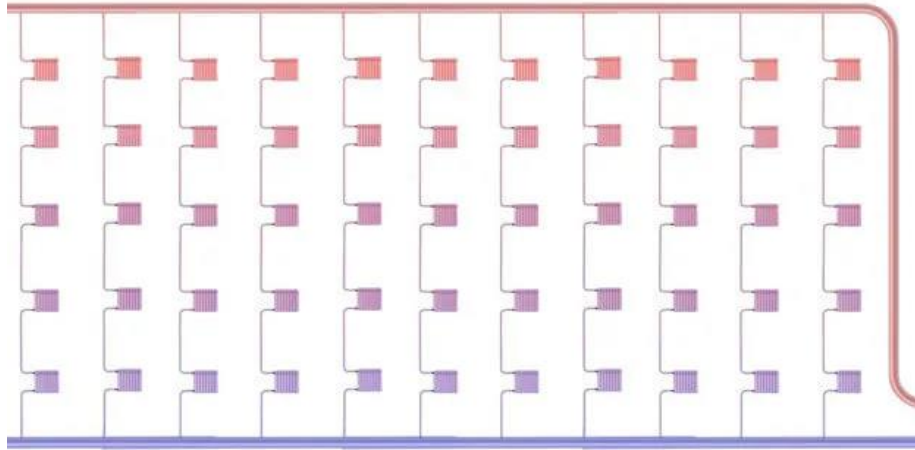


Рис. 2.8. Схема однотрубної системи опалення в багатоповерховому будинку

Типи радіаторів для опалення багатоквартирних будинків

У багатоквартирних будинках немає єдиного стандарту для вибору конкретного типу радіаторів, тому вибір залишається досить широким. Однак схема опалення забезпечує оптимальний баланс температури та тиску.

Основні види радіаторів:

1. **Чавунні батареї** – широко використовуються навіть в нових будинках. Вони доступні за ціною, прості в установці, часто власники квартир виконують монтаж самостійно.
2. **Сталеві радіатори** – сучасні та надійні пристрої з гарними естетичними властивостями. Вони відзначаються надійністю, довговічністю і добре поєднуються з регулюючими елементами опалювальної системи. Це оптимальний вибір для квартир.
3. **Алюмінієві та біметалічні батареї** – популярні за своїми високими експлуатаційними властивостями. Вони мають легку вагу, компактні, добре виглядають, але їхня висока вартість може стати на заваді для деяких покупців. Втім, інвестиція в такі батареї швидко окупається.

Висновок

Правильний вибір батарей для централізованої системи опалення залежить від технічних характеристик теплоносія в конкретному районі.

Знаючи температуру охолодження та швидкість руху теплоносія, можна точно визначити кількість секцій радіатора, його розміри та матеріал. При заміні батарей важливо дотримуватися правил, оскільки будь-яке порушення може призвести до дефектів у системі, і опалення не зможе забезпечити потрібний комфорт.

Самостійний ремонт опалювальної системи багатоквартирного будинку не рекомендується, особливо коли мова йде про систему, вмонтовану у стіни панельного будинку. Невірне втручання може пошкодити важливі елементи конструкції.

Централізовані системи опалення мають добрі експлуатаційні характеристики, але для їх ефективної роботи необхідно постійно підтримувати систему в належному стані, слідкувати за теплоізоляцією та регулярно міняти зношені елементи..

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Типи опалювальних систем:

- **Тип теплоносія:** водяна система опалення.
- **Циркуляція:** система з природною циркуляцією.
- **Схема підключення приладів:** двотрубна система, де гаряча вода подається по одному стояку, а повертається через інший.
- **Розташування приладів:** вертикальна система, прилади підключені послідовно на кожному поверсі.
- **Розміщення магістралей:** система з нижнім розведенням, де подаючі та зворотні трубопроводи розташовані в підвалі.
- **Напрямок руху води:** тупикова система, де вода рухається в протилежних напрямках через подаючий і зворотний трубопроводи. Типові прилади — чавунні радіатори серії М-140-108.

Розрахунок опалювальних приладів

Розрахунок опалювальних приладів полягає в визначенні площі їх зовнішньої нагрівальної поверхні, необхідної для забезпечення потрібного теплового потоку від теплоносія до приміщення. Для цього враховують температуру теплоносія, встановлену для розрахунку теплової потужності приладу. Вода в якості теплоносія має максимальну середню температуру, що залежить від її витрати.

Теплова потужність приладу ($Q_{пр}$) визначається через теплові потреби приміщення, враховуючи тепловіддачу трубопроводів, прокладених всередині приміщення. Площа тепловіддаючої поверхні залежить від виду приладу, його розташування в кімнаті та схеми підключення до трубопроводів. Ці фактори визначають поверхневу щільність теплового потоку.

Якщо відома поверхнева щільність теплового потоку ($q_{пр}$, Вт/м²), тоді тепловіддача опалювального приладу ($Q_{пр}$, Вт) пропорційна площі його

нагрівальної поверхні.

$$Q_{\text{пр}} = q_{\text{пр}} \cdot A_{\text{р}} \quad (3.1)$$

Звідси розрахункова площа $A_{\text{р}}$, м^2 , опалювального приладу

$$A_{\text{р}} = Q_{\text{пр}} / q_{\text{пр}} \quad (3.2)$$

Де $Q_{\text{пр}}$ - необхідна тепловіддача приладу в приміщення, що визначається за формулою

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{п}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}} \quad (3.3)$$

$Q_{\text{п}}$ - теплотрєба приміщення, Вт; $Q_{\text{тр}}$ - загальна тепловіддача трубопроводів, розташованих у межах приміщення, включаючи стояк, підводки та, при наявності, транзитний теплопровід, до яких підключений прилад; $\beta_{\text{тр}}$ - коефіцієнт коригування, що враховує долю тепловіддачі труб, корисну для підтримання заданої температури повітря в приміщенні. Значення $\beta_{\text{тр}}$ - змінюється в залежності від способу прокладання труб:

- для відкритих труб — 0,9,
- для прихованих у глухій борозні стіни — 0,5,
- для замоноличених в важкому бетоні — 1,8.

Тепловіддачу труб можна оцінити за такою формулою:

$$Q_{\text{тр}} = q \cdot l_{\text{в}} + q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}} \quad (3.4)$$

З використанням таблиць із довідкових матеріалів, де наведені значення $q_{\text{в}}$ та $q_{\text{г}}$ — тепловіддачі для 1 метра вертикальних і горизонтальних труб, Вт/м, в залежності від їх діаметра та різниці температур ($t_{\text{т}} - t_{\text{в}}$); $l_{\text{в}}$ та $l_{\text{г}}$ — довжина вертикальних та горизонтальних теплопроводів у межах приміщення,

м, визначається поверхнева щільність теплового потоку пр, Вт/м², яка передається через 1 м² площі опалювальних приладів. Вона обчислюється за відповідною формулою.

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{cp}}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360} \right)^p \quad (3.5)$$

де $q_{\text{ном}}$ – номінальна щільність теплового потоку.

$$\Delta t_{\text{cp}} = t_{\text{cp}} - t_{\text{в}} \quad (3.6)$$

$$t_{\text{cp}} = t_{\text{вх}} - 0,5 t_{\text{пр}} = t_{\text{вх}} - \frac{0,5 \cdot Q_{\text{пр}} \beta_1 \beta_2 \cdot 3,6}{c \cdot G_{\text{пр}}} \quad (3.7)$$

β_1 — коефіцієнт поправки, який враховує теплопередачу через додаткову площу опалювальних приладів, що були встановлені; для радіаторів.

$$\beta_1 = 1,03 - 1,08$$

β_2 — коефіцієнт поправки, що враховує додаткові втрати тепла через розміщення опалювальних приладів поблизу зовнішніх огорожень.

Якщо $G_{\text{пр}}$ виражений у кг/год, то чисельник у формулі слід множити на 3,6 для переведення в кДж/год (при питомій масовій теплоємності води $c = 4,187$ кДж/кг·°С).

Температура води на вході до кожного опалювального приладу, по ходу руху теплоносія, визначається за відповідною формулою.

$$t_{\text{вх}} = t_{\text{г}} - \frac{Q_{\text{пр}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot 3,6}{c \cdot G_{\text{ст}}} \quad (3.8)$$

Загальна кількість води, що циркулює по стояку, кг/год:

$$G_{ст} = \frac{\sum Q_{пр} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot 3,6}{c \cdot (t_r - \Delta t_{п.м} - t_o)} \quad (3.9)$$

Число секцій радіатора визначаємо за формулою:

$$n = \frac{A_p \cdot \beta_4}{f_{пр} \cdot \beta_3}, \text{ Шт.} \quad (3.10)$$

β_3 — коефіцієнт поправки на кількість секцій у радіаторі. Цей коефіцієнт вводиться через те, що тепловіддача від секцій нагрівального приладу не є однаковою: крайні секції мають кращі умови для тепловіддачі через променеве випромінювання, тоді як середні секції піддаються взаємному опроміненню.

β_4 — коефіцієнт поправки, що враховує метод встановлення нагрівального приладу.

Як нагрівальні прилади обираємо чавунні секційні радіатори МС 140-108 (ГОСТ 8690-75).

Теплопотреба приміщення визначається як теплове навантаження системи опалення, що компенсує дефіцит тепла в приміщенні. Це можна обчислити через різницю між величинами температури та енергетичних втрат.

$$Q_з = \sum Q_{піт} - \sum Q_{пост} \quad (3.11)$$

$Q_з$ — це тепловий недолік, що відповідає за розрахункову потужність системи опалення, виражену в ватах (Вт);

$\sum Q_{піт}$ — сумарні теплові втрати приміщень, вимірюються в ватах (Вт);

$\sum Q_{пост}$ — сумарні теплонадходження до приміщень, також у ватах (Вт).

Загалом, величини сумарних теплових втрат та теплонадходжень у приміщеннях визначаються відповідно до таких розрахунків:

$$\sum Q_{\text{піт}} = Q_{\text{огр}} + Q_i + Q_{\text{маг}} + Q_{\text{інш}} ;$$

$$\sum Q_{\text{пост}} = Q_{\text{про}} + Q_{\text{маг}} + Q_{\text{побут}} + Q_{\text{ел}} + Q_{\text{чол}} + Q_{\text{ср}} + Q_{\text{інш}} .$$

Для приміщень конкретних будівель вираз (4.2) спрощується, оскільки не завжди існують різноманітні втрати тепла та теплонадходження.

Для кімнат і кухонь житлових будівель враховуються тільки тепловтрати через огорожувальні конструкції, а також втрати тепла через інфільтрацію зовнішнього повітря. Додатково враховуються побутові тепловиділення.

$$Q_{\text{в.о.}} = Q_{\text{огр.}} + Q_{\text{інф.}} - Q_{\text{побут.}} \quad (3.12)$$

Для приміщень сходових кліток потужність опалювальної установки складає

$$Q_{\text{лк с.о.}} = Q_{\text{огр.}} + Q_{\text{інф.}} \quad (3.13)$$

У житлових будинках тепловитрати на нагрівання повітря, що інфільтрує, визначають за формулою:

$$Q_{\text{інф.}} = L \rho_v c (t_v - t_n) F_n \quad (3.14)$$

де $L = 3$ м/год — нормативний повітрообмін, що припадає на 1 м^2 підлоги житлових кімнат, який має бути забезпечений при розрахунковій температурі зовнішнього повітря t_n ;

c — питома масова теплоємність повітря,

$$c = 1005 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \text{ або } c = 1005/3600 = 0,28 \text{ Вт}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C});$$

$\rho = 1,27 \text{ кг}/\text{м}^3$ — щільність повітря.

Побутові тепловиділення визначаються за формулою:

$$Q_{\text{побут.}} = 21 F_n \quad (3.15)$$

де F_n — площа підлоги опалювального приміщення.

Для цивільних будівель зазвичай припускають, що в приміщенні відсутні люди, немає штучного освітлення та інших побутових тепловиділення.

$$Q_{\text{с.о.}} = Q_{\text{огр.}} + Q_{\text{інф.}} \quad (3.16)$$

Таблиця 3.1

Необхідна потужність системи опалення

№ прим.	F, м2	Q _{огр.} , Вт	Q _{с.о.} , Вт	Q _{інф.} , Вт
101	12,19	708	1449	741
201	12,19	614	1355	741
301	12,19	614	1355	741
401	12,19	614	1355	741
501	12,19	614	1355	741
601	12,19	614	1355	741
701	12,19	614	1355	741
801	12,19	614	1355	741
901	12,19	751	1492	741
102	10,68	525	1152	627
202	10,68	445	1072	627
302	10,68	445	1072	627
402	10,68	445	1072	627
502	10,68	445	1072	627
602	10,68	445	1072	627
702	10,68	445	1072	627
802	10,68	445	1072	627
902	10,68	561	1188	627
105	10,68	525	1152	627
204	10,68	445	1072	627
304	10,68	445	1072	627
404	10,68	445	1072	627
504	10,68	445	1072	627
604	10,68	445	1072	627

Продовження таблиці 3.1.

704	10,68	445	1072	627
804	10,68	445	1072	627
904	10,68	561	1188	627
106	12,74	456	1231	775
205	12,74	358	1133	775
305	12,74	358	1133	775
405	12,74	358	1133	775
505	12,74	358	1133	775
605	12,74	358	1133	775
705	12,74	358	1133	775
805	12,74	358	1133	775
905	12,74	501	1276	775
107	12,74	456	1231	775
206	12,74	358	1133	775
306	12,74	358	1133	775
406	12,74	358	1133	775
506	12,74	358	1133	775
606	12,74	358	1133	775
706	12,74	358	1133	775
806	12,74	358	1133	775
906	12,74	501	1276	775
108	10,68	525	1152	627
207	10,68	445	1072	627
307	10,68	445	1072	627
407	10,68	445	1072	627
507	10,68	445	1072	627
607	10,68	445	1072	627
707	10,68	445	1072	627
807	10,68	445	1072	627
907	10,68	561	1188	627
111	16,65	781	1793	1012
209	16,65	653	1665	1012
309	16,65	653	1665	1012
409	16,65	653	1665	1012
509	16,65	653	1665	1012
609	16,65	653	1665	1012

Продовження таблиці 3.1.

709	16,65	653	1665	1012
809	16,65	653	1665	1012
909	16,65	841	1853	1012
112	18,5	846	1971	1125
210	18,5	704	1829	1125
310	18,5	704	1829	1125
410	18,5	704	1829	1125
510	18,5	704	1829	1125
610	18,5	704	1829	1125
710	18,5	704	1829	1125
810	18,5	704	1829	1125
910	18,5	912	2037	1125
113	9,8	445	1041	596
211	9,8	370	966	596
311	9,8	370	966	596
411	9,8	370	966	596
511	9,8	370	966	596
611	9,8	370	966	596
711	9,8	370	966	596
811	9,8	370	966	596
911	9,8	480	1076	596
114	7,7	408	876	468
212	7,7	346	814	468
312	7,7	346	814	468
412	7,7	346	814	468
512	7,7	346	814	468
612	7,7	346	814	468
712	7,7	346	814	468
812	7,7	346	814	468
912	7,7	437	905	468
115	8,55	483	1003	520
213	8,55	404	924	520
313	8,55	404	924	520
413	8,55	404	924	520
513	8,55	404	924	520
613	8,55	404	924	520

Продовження таблиці 3.1.

713	8,55	404	924	520
813	8,55	404	924	520
913	8,55	582	1102	520
116	18,69	515	1651	1136
214	18,69	372	1508	1136
314	18,69	372	1508	1136
414	18,69	372	1508	1136
514	18,69	372	1508	1136
614	18,69	372	1508	1136
714	18,69	372	1508	1136
814	18,69	372	1508	1136
914	18,69	582	1718	1136
117	18,69	515	1651	1136
215	18,69	372	1508	1136
315	18,69	372	1508	1136
415	18,69	372	1508	1136
515	18,69	372	1508	1136
615	18,69	372	1508	1136
715	18,69	372	1508	1136
815	18,69	372	1508	1136
915	18,69	582	1718	1136
118	10,29	483	1109	626
216	10,29	404	1030	626
316	10,29	404	1030	626
416	10,29	404	1030	626
516	10,29	404	1030	626
616	10,29	404	1030	626
716	10,29	404	1030	626
816	10,29	404	1030	626
916	10,29	519	1145	626
119	7,7	408	876	468
217	7,7	346	814	468
317	7,7	346	814	468
417	7,7	346	814	468
517	7,7	346	814	468
617	7,7	346	814	468

Продовження таблиці 3.1.

717	7,7	346	814	468
817	7,7	346	814	468
917	7,7	437	905	468
120	10,68	689	1316	627
218	10,68	610	1237	627
318	10,68	610	1237	627
418	10,68	610	1237	627
518	10,68	610	1237	627
618	10,68	610	1237	627
718	10,68	610	1237	627
818	10,68	610	1237	627
918	10,68	725	1352	627
Сходова клітка	15,55	177	1056	879
Тамбур	3,5	2236	2434	198

Таблиця 3.2

Розрахунок необхідної кількості секцій опалювальних приладів

№ прим.	Теплова потужність Q, Вт	$t_{в, про}$	t _{вх} , оС	t _{вих} , оС	Температурний напір $\Delta t_{ср}$, оС	Витрата теплоносія G, кг/год	Розрах. площа теплового потоку q _{пр} , Вт/м ²	Поправочний коефіцієнт		Q _{тр} , Вт	Q _{пр} = Q - 0,9 Q _{тр} , Вт	F _р , м ²	Поправочний коефіцієнт		Число секцій N, шт.
								β_1	β_2				β_3	β_4	
1 стояк															
101	1449	20	105	102	82	282	920	1,02	1,02	278	1198,8	1,36	1	1,03	5
201	1355	20	100	98	78	282	858	1,02	1,02	260	1121	1,36	1	1,03	5
301	1355	20	96	94	74	282	799	1,02	1,02	245,4	1134,14	1,48	1	1,03	6
401	1355	20	91	89	69	282	742	1,02	1,02	228	1149,8	1,61	1	1,03	6
501	1355	20	87	85	65	282	685	1,02	1,02	203,4	1171,94	1,78	1	1,03	7
601	1355	20	83	81	61	282	629	1,02	1,02	190,4	1183,64	1,96	1	1,03	8
701	1355	20	79	76	56	282	574	1,02	1,02	173	1199,3	2,18	1	1,03	9
801	1355	20	74	72	52	282	520	1,02	1,02	158,4	1212,44	2,43	1	1,03	10
901	1492	20	65	63	43	282	516	1,02	1,02	136	1369,6	2,76	1	1,03	11
2 стояк															
102	1152	18	104	102	84	225	936	1,02	1,02	317,4	866	0,96	1	1,03	4
202	1072	18	100	98	80	225	875	1,02	1,02	297,2	805	0,96	1	1,03	4
302	1072	18	96	93	75	225	817	1,02	1,02	277	823	1,05	1	1,03	4
402	1072	18	91	89	71	225	759	1,02	1,02	251,4	846	1,16	1	1,03	5
502	1072	18	87	85	67	225	703	1,02	1,02	231,2	864	1,28	1	1,03	5
602	1072	18	83	81	63	225	648	1,02	1,02	214,2	879	1,41	1	1,03	6

Продовження таблиці 3.2

702	1072	18	79	76	58	225	593	1,02	1,02	195,2	896	1,57	1	1,03	6
802	1072	18	74	72	54	225	539	1,02	1,02	178,2	912	1,76	1	1,03	7
902	1188	18	65	63	45	225	522	1,02	1,02	153,4	1050	2,09	1	1,03	8
3 стаяк															
103	2434	16	104	92	76	91	799	1,02	1,02	431	2046	2,66	1	1,03	10
203	1056	16	80	75	59	91	582	1,02	1,02	194	881	1,57	1	1,03	6
4 стаяк															
105	1152	18	104	102	84	227	932	1,02	1,02	340,2	846	0,94	1	1,03	4
204	1072	18	100	97	79	227	872	1,02	1,02	318,6	785	0,94	1	1,03	4
304	1072	18	95	93	75	227	814	1,02	1,02	297	805	1,03	1	1,03	4
404	1072	18	91	89	71	227	757	1,02	1,02	269,8	829	1,14	1	1,03	4
504	1072	18	87	85	67	227	702	1,02	1,02	248,2	849	1,26	1	1,03	5
604	1072	18	83	81	63	227	647	1,02	1,02	230	865	1,39	1	1,03	5
704	1072	18	78	76	58	227	592	1,02	1,02	209,4	884	1,55	1	1,03	6
804	1072	18	74	72	54	227	539	1,02	1,02	191,2	900	1,74	1	1,03	7
904	1188	18	65	63	45	227	523	1,02	1,02	165,4	1039	2,07	1	1,03	8
5 стаяк															
106	1231	20	104	102	82	241	906	1,02	1,02	294,6	966	1,11	1	1,03	4
205	1133	20	99	97	77	241	845	1,02	1,02	275,8	885	1,09	1	1,03	4
305	1133	20	95	93	73	241	788	1,02	1,02	257	902	1,19	1	1,03	5
405	1133	20	91	89	69	241	732	1,02	1,02	233	923	1,31	1	1,03	5
505	1133	20	87	85	65	241	676	1,02	1,02	214,2	940	1,45	1	1,03	6
605	1133	20	83	81	61	241	622	1,02	1,02	198,4	954	1,60	1	1,03	6

Продовження таблиці 3.2

705	1133	20	78	76	56	241	568	1,02	1,02	181	970	1,78	1	1,03	7
805	1133	20	74	72	52	241	516	1,02	1,02	165,2	984	1,99	1	1,03	8
905	1276	20	65	63	43	241	514	1,02	1,02	141,4	1149	2,33	1	1,03	9
6 стаяк															
107	1231	20	104	102	82	242	903	1,02	1,02	294,6	966	1,11	1	1,03	4
206	1133	20	99	97	77	242	843	1,02	1,02	275,8	885	1,09	1	1,03	4
306	1133	20	95	93	73	242	786	1,02	1,02	257	902	1,19	1	1,03	5
406	1133	20	91	89	69	242	731	1,02	1,02	233	923	1,31	1	1,03	5
506	1133	20	87	85	65	242	675	1,02	1,02	214,2	940	1,45	1	1,03	6
606	1133	20	83	80	60	242	621	1,02	1,02	198,4	954	1,60	1	1,03	6
706	1133	20	78	76	56	242	568	1,02	1,02	181	970	1,78	1	1,03	7
806	1133	20	74	72	52	242	516	1,02	1,02	165,2	984	1,99	1	1,03	8
906	1276	20	65	63	43	242	514	1,02	1,02	141,4	1149	2,32	1	1,03	9
7 стаяк															
108	1152	18	104	101	83	230	928	1,02	1,02	317,4	866	0,97	1	1,03	4
207	1072	18	99	97	79	230	868	1,02	1,02	297,2	805	0,96	1	1,03	4
307	1072	18	95	93	75	230	811	1,02	1,02	277	823	1,06	1	1,03	4
407	1072	18	91	89	71	230	755	1,02	1,02	251,4	846	1,17	1	1,03	5
507	1072	18	87	85	67	230	700	1,02	1,02	231,2	864	1,28	1	1,03	5
607	1072	18	83	80	62	230	645	1,02	1,02	214,2	879	1,42	1	1,03	6
707	1072	18	78	76	58	230	592	1,02	1,02	195,2	896	1,58	1	1,03	6
807	1072	18	74	72	54	230	539	1,02	1,02	178,2	912	1,76	1	1,03	7
907	1188	18	65	63	45	230	524	1,02	1,02	153,4	1050	2,08	1	1,03	8

Продовження таблиці 3.2

8 стаяк															
109	2434	16	103	92	76	93	793	1,02	1,02	431,4	2046	2,68	1	1,03	11
209	1056	16	80	75	59	93	581	1,02	1,02	194	881	1,58	1	1,03	6
9 стаяк															
111	1793	20	103	101	81	360	912	1,02	1,02	317,4	1507	1,72	1	1,03	7
209	1665	20	99	97	77	360	852	1,02	1,02	297,2	1398	1,71	1	1,03	7
309	1665	20	95	93	73	360	795	1,02	1,02	277	1416	1,85	1	1,03	7
409	1665	20	91	89	69	360	739	1,02	1,02	251,4	1439	2,02	1	1,03	8
509	1665	20	87	84	64	360	684	1,02	1,02	231,2	1457	2,22	1	1,03	9
609	1665	20	82	80	60	360	630	1,02	1,02	214,2	1472	2,43	1	1,03	10
709	1665	20	78	76	56	360	576	1,02	1,02	195,2	1489	2,69	1	1,03	11
809	1665	20	74	72	52	360	524	1,02	1,02	178,2	1505	2,99	1	1,03	12
909	1853	20	54	51	31	360	524	1,02	1,02	153,4	1715	3,40	1	1,03	13
10 стаяк															
120	1316	18	104	101	83	265	932	1,02	1,02	226,2	1112	1,24	1	1,03	5
218	1237	18	99	97	79	265	872	1,02	1,02	211,6	1047	1,25	1	1,03	5
318	1237	18	95	93	75	265	815	1,02	1,02	197	1060	1,35	1	1,03	5
418	1237	18	91	89	71	265	759	1,02	1,02	177,8	1077	1,48	1	1,03	6
518	1237	18	87	85	67	265	704	1,02	1,02	163,2	1090	1,61	1	1,03	6
618	1237	18	83	80	62	265	649	1,02	1,02	151	1101	1,77	1	1,03	7
718	1237	18	78	76	58	265	595	1,02	1,02	138,4	1112	1,94	1	1,03	8
818	1237	18	74	72	54	265	542	1,02	1,02	126,2	1123	2,15	1	1,03	8
918	1352	18	65	63	45	265	529	1,02	1,02	105,4	1257	2,47	1	1,03	10

Продовження таблиці 3.2

11 стаяк															
119	876	20	104	102	82	174	892	1,02	1,02	294,6	611	0,71	1	1,03	3
217	814	20	99	97	77	174	833	1,02	1,02	275,8	566	0,71	1	1,03	3
317	814	20	95	93	73	174	777	1,02	1,02	257	583	0,78	1	1,03	3
417	814	20	91	89	69	174	721	1,02	1,02	233	604	0,87	1	1,03	3
517	814	20	87	85	65	174	667	1,02	1,02	214,2	621	0,97	1	1,03	4
617	814	20	83	80	60	174	613	1,02	1,02	198,4	635	1,08	1	1,03	4
717	814	20	78	76	56	174	561	1,02	1,02	181	651	1,21	1	1,03	5
817	814	20	74	72	52	174	509	1,02	1,02	165,2	665	1,36	1	1,03	5
917	905	20	65	63	43	174	508	1,02	1,02	141,4	778	1,59	1	1,03	6
12 стаяк															
118	1109	20	104	102	82	219	902	1,02	1,02	226,2	905	1,04	1	1,03	4
216	1030	20	99	97	77	219	842	1,02	1,02	211,6	840	1,04	1	1,03	4
316	1030	20	95	93	73	219	785	1,02	1,02	197	853	1,13	1	1,03	4
416	1030	20	91	89	69	219	729	1,02	1,02	177,8	870	1,24	1	1,03	5
516	1030	20	87	85	65	219	674	1,02	1,02	163,2	883	1,36	1	1,03	5
616	1030	20	83	81	61	219	620	1,02	1,02	151	894	1,50	1	1,03	6
716	1030	20	78	76	56	219	566	1,02	1,02	138,4	905	1,66	1	1,03	7
816	1030	20	74	72	52	219	514	1,02	1,02	126,2	916	1,86	1	1,03	7
916	1145	20	65	63	43	219	512	1,02	1,02	105,4	1050	2,13	1	1,03	8
13 стаяк															
117	1651	20	104	102	82	319	918	1,02	1,02	306	1376	1,56	1	1,03	6

Продовження таблиці 3.2

215	1508	20	100	97	77	319	856	1,02	1,02	286,5	1250	1,52	1	1,03	6
315	1508	20	95	93	73	319	798	1,02	1,02	267	1268	1,65	1	1,03	7
415	1508	20	91	89	69	319	741	1,02	1,02	242,2	1290	1,81	1	1,03	7
515	1508	20	87	85	65	319	685	1,02	1,02	222,7	1308	1,99	1	1,03	8
615	1508	20	83	81	61	319	629	1,02	1,02	206,3	1322	2,19	1	1,03	9
715	1508	20	78	76	56	319	575	1,02	1,02	188,1	1339	2,42	1	1,03	10
815	1508	20	74	72	52	319	522	1,02	1,02	171,7	1353	2,70	1	1,03	11
915	1718	20	65	63	43	319	518	1,02	1,02	147,4	1585	3,18	1	1,03	13
14 стаяк															
116	1651	20	104	102	82	319	918	1,02	1,02	306	1376	1,56	1	1,03	6
214	1508	20	100	97	77	319	857	1,02	1,02	286,5	1250	1,52	1	1,03	6
314	1508	20	95	93	73	319	799	1,02	1,02	267	1268	1,65	1	1,03	7
414	1508	20	91	89	69	319	741	1,02	1,02	242,2	1290	1,81	1	1,03	7
514	1508	20	87	85	65	319	685	1,02	1,02	222,7	1308	1,99	1	1,03	8
614	1508	20	83	81	61	319	630	1,02	1,02	206,3	1322	2,19	1	1,03	9
714	1508	20	78	76	56	319	575	1,02	1,02	188,1	1339	2,42	1	1,03	10
814	1508	20	74	72	52	319	522	1,02	1,02	171,7	1353	2,70	1	1,03	11
914	1718	20	65	63	43	319	518	1,02	1,02	147,4	1585	3,18	1	1,03	13
15 стаяк															
115	1003	20	104	102	82	216	907	1,02	1,02	226,2	905	1,04	1	1,03	4
213	924	20	100	98	78	216	846	1,02	1,02	211,6	840	1,03	1	1,03	4
313	924	20	96	93	73	216	788	1,02	1,02	197	853	1,13	1	1,03	4
413	924	20	91	89	69	216	732	1,02	1,02	177,8	870	1,24	1	1,03	5

Продовження таблиці 3.2

513	924	20	87	85	65	216	676	1,02	1,02	163,2	883	1,36	1	1,03	5
613	924	20	83	81	61	216	621	1,02	1,02	151	894	1,50	1	1,03	6
713	924	20	79	76	56	216	567	1,02	1,02	138,4	905	1,66	1	1,03	7
813	924	20	74	72	52	216	514	1,02	1,02	126,2	916	1,86	1	1,03	7
913	1102	20	65	63	43	216	511	1,02	1,02	105,4	1050	2,14	1	1,03	8
16 стаяк															
114	876	20	105	102	82	170	899	1,02	1,02	294,6	611	0,71	1	1,03	3
212	814	20	100	98	78	170	839	1,02	1,02	275,8	566	0,70	1	1,03	3
312	814	20	96	93	73	170	782	1,02	1,02	257	583	0,78	1	1,03	3
412	814	20	91	89	69	170	725	1,02	1,02	233	604	0,87	1	1,03	3
512	814	20	87	85	65	170	670	1,02	1,02	214,2	621	0,96	1	1,03	4
612	814	20	83	81	61	170	615	1,02	1,02	198,4	635	1,07	1	1,03	4
712	814	20	79	76	56	170	562	1,02	1,02	181	651	1,21	1	1,03	5
812	814	20	74	72	52	170	509	1,02	1,02	165,2	665	1,36	1	1,03	5
912	905	20	65	63	43	170	506	1,02	1,02	141,4	778	1,60	1	1,03	6
17 стаяк															
113	1041	20	105	102	82	201	908	1,02	1,02	294,6	776	0,89	1	1,03	4
211	966	20	100	98	78	201	847	1,02	1,02	275,8	718	0,88	1	1,03	3
311	966	20	96	94	74	201	789	1,02	1,02	257	735	0,97	1	1,03	4
411	966	20	92	89	69	201	732	1,02	1,02	233	756	1,07	1	1,03	4
511	966	20	87	85	65	201	676	1,02	1,02	214,2	773	1,19	1	1,03	5
611	966	20	83	81	61	201	620	1,02	1,02	198,4	787	1,32	1	1,03	5
711	966	20	79	76	56	201	566	1,02	1,02	181	803	1,48	1	1,03	6

Продовження таблиці 3.2

811	966	20	74	72	52	201	513	1,02	1,02	165,2	817	1,66	1	1,03	7
911	1076	20	65	63	43	201	509	1,02	1,02	141,4	949	1,94	1	1,03	8
18 стояк															
112	1971	20	105	102	82	381	931	1,02	1,02	294,6	1706	1,91	1	1,03	8
210	1829	20	100	98	78	381	868	1,02	1,02	275,8	1581	1,89	1	1,03	7
310	1829	20	96	94	74	381	809	1,02	1,02	257	1598	2,05	1	1,03	8
410	1829	20	91	89	69	381	750	1,02	1,02	233	1619	2,24	1	1,03	9
510	1829	20	87	85	65	381	693	1,02	1,02	214,2	1636	2,46	1	1,03	10
610	1829	20	83	81	61	381	636	1,02	1,02	198,4	1650	2,70	1	1,03	11
710	1829	20	79	76	56	381	580	1,02	1,02	181	1666	2,99	1	1,03	12
810	1829	20	74	72	52	381	526	1,02	1,02	165,2	1680	3,32	1	1,03	13
910	2037	20	35	33	13	381	528	1,02	1,02	141,4	1726	3,40	1	1,03	13

РОЗДІЛ 4. ВОДОСТРУЙНИЙ ЕЛЕВАТОР

4.1. Призначення та функції елеваторного вузла

Вода в мережах централізованого теплопостачання нагрівається до 150°C і транспортується під тиском 6-10 Бар через зовнішні магістралі. Чому підтримуються такі високі параметри теплоносія?

1. Для забезпечення максимальної ефективності роботи високотемпературних котлів та іншого теплового обладнання.

2. Для доставки гарячої води в віддалені від котельні або ТЕЦ райони. Насоси повинні створювати достатній напір, щоб забезпечити тиск до 10 Бар на теплових ввідних точках у будівлях (опресування — 12 Бар).

3. Економічна вигода від транспортування перегрітого теплоносія. Тонна води, підігріта до 150°C, містить значно більше теплової енергії, ніж така ж кількість води, нагріта до 90°C.

Зазначено, що теплоносій не переходить у пароподібний стан, оскільки знаходиться під високим тиском, що утримує воду в рідкому агрегатному стані.

Примітка:

Згідно з чинними нормативами, температура теплоносія, що подається в систему опалення житлових чи адміністративних будівель, не повинна перевищувати 95°C. Також тиск 8-10 атмосфер є занадто високим для внутрішньобудинкової тепломережі, тому ці параметри теплоносія мають бути знижені.

Роль елеватора:

Елеватор — це енергонезалежний пристрій, який знижує тиск і температуру вхідного теплоносія за допомогою змішування його з охолодженою водою, що надходить з системи опалення. Цей елемент є

частиною теплового вузла і встановлюється між трубопроводом, що подає, і зворотним трубопроводом.

Функції елеватора:

1. Зниження тиску і температури теплоносія.
2. Забезпечення циркуляції води в будинковому контурі (зазвичай однотрубною системою).
3. Підмішування охолодженої води для коригування температури теплоносія.

Таким чином, хоча елеватор зовні виглядає як простий трійник з фланцями, насправді він поєднує в собі три функції: регулятора тиску, змішувального вузла та водоструминного циркуляційного насоса.

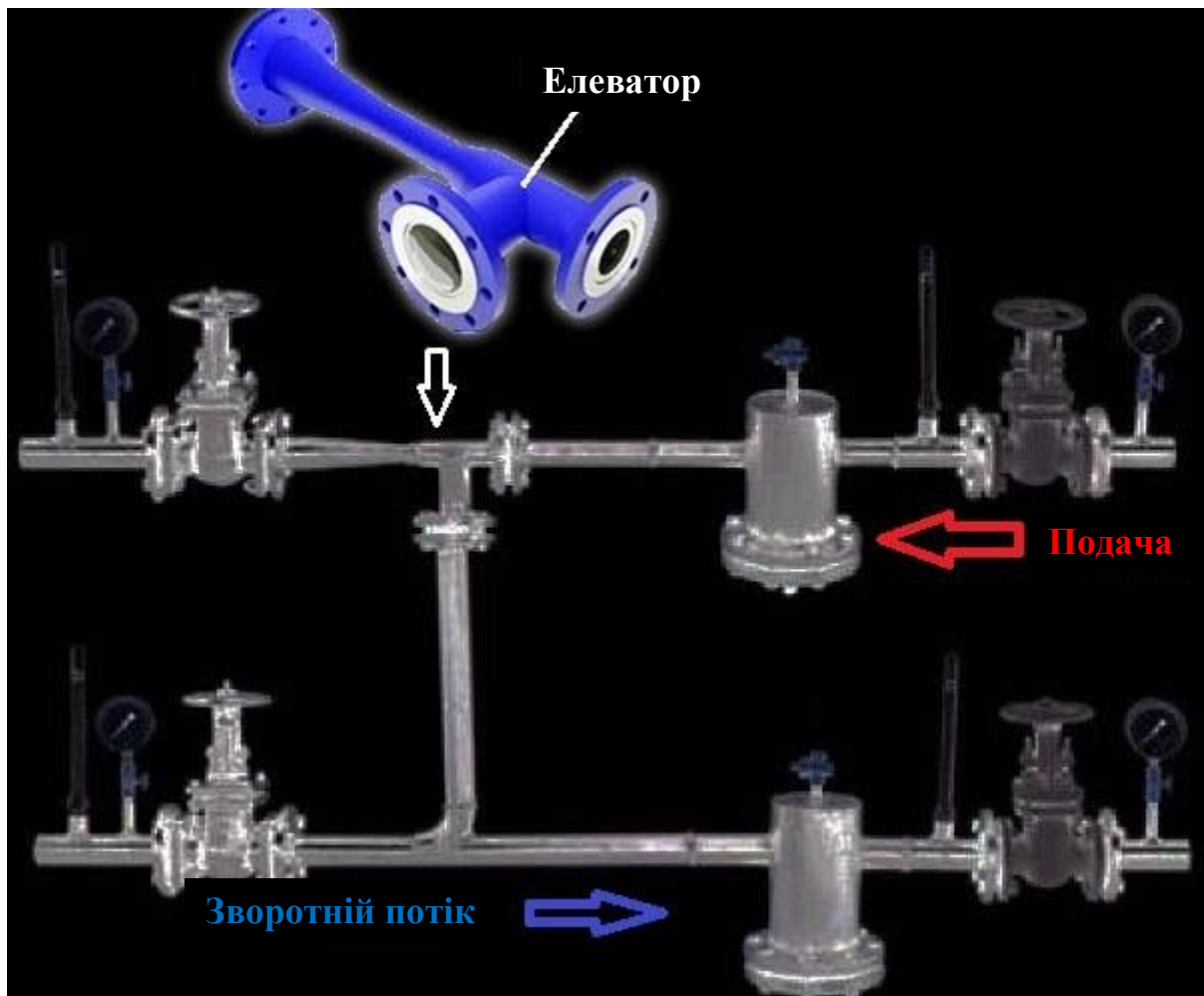


Рис. 4.1. Елеватор

Третя функція елеватора полягає в забезпеченні циркуляції води в системі опалення, найчастіше в однотрубних контурів. Це робить цей елемент цікавим: незважаючи на свою зовнішню простоту, він виконує три основні функції — регулює тиск, змішує теплоносій і виступає як водострумний циркуляційний насос.



Рис. 4.2. Елеваторний елемент зі змінним соплом

Принцип роботи елеватора

Зовні конструкція елеватора нагадує великий трійник з металевих труб, оснащених фланцями для підключення. Ось як влаштоване внутрішнє компонування:

- Лівий патрубок являє собою сопло зі звуженням, розраховане на певний діаметр.
- За соплом розташовується змішувальна камера циліндричної форми.
- Нижній патрубок призначений для підключення зворотної магістралі до змішувальної камери.
- Правий патрубок є дифузором, що розширюється, і направляє теплоносій у теплову мережу будівлі.

У класичному варіанті елеватор не потребує підключення до електромережі, але оновлена версія з регульованим соплом і електроприводом потребує підключення до зовнішнього джерела живлення.

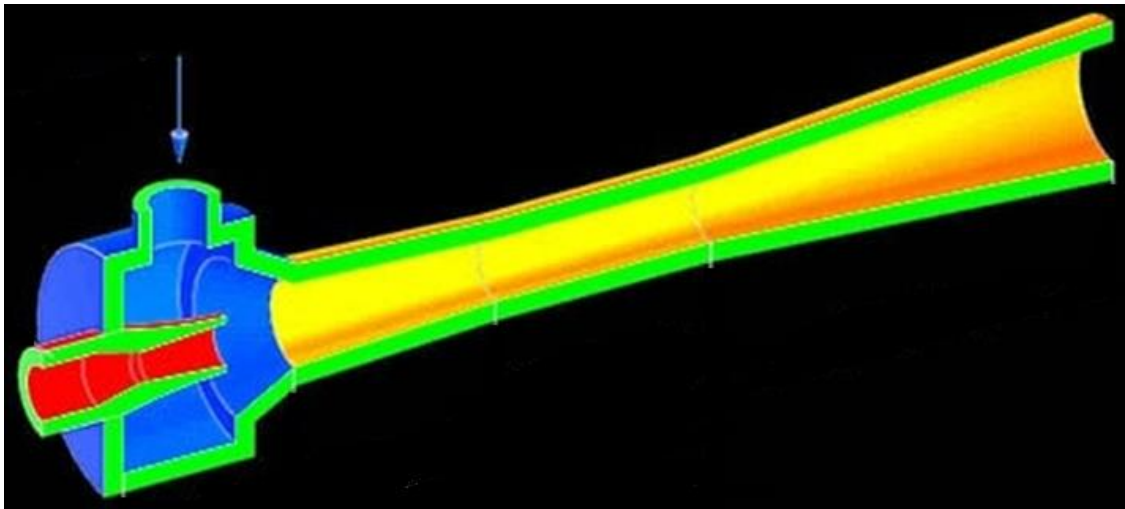


Рис. 4.3. Патрубок потоку

На схемі патрубок потоку, що ежектується, умовно показаний зверху, хоча насправді він розташовується знизу.

Примітка: стандартний елеватор не потребує підключення до електричної мережі. Оновлений варіант з регульованим соплом та електроприводом вимагає підключення до зовнішнього джерела живлення.

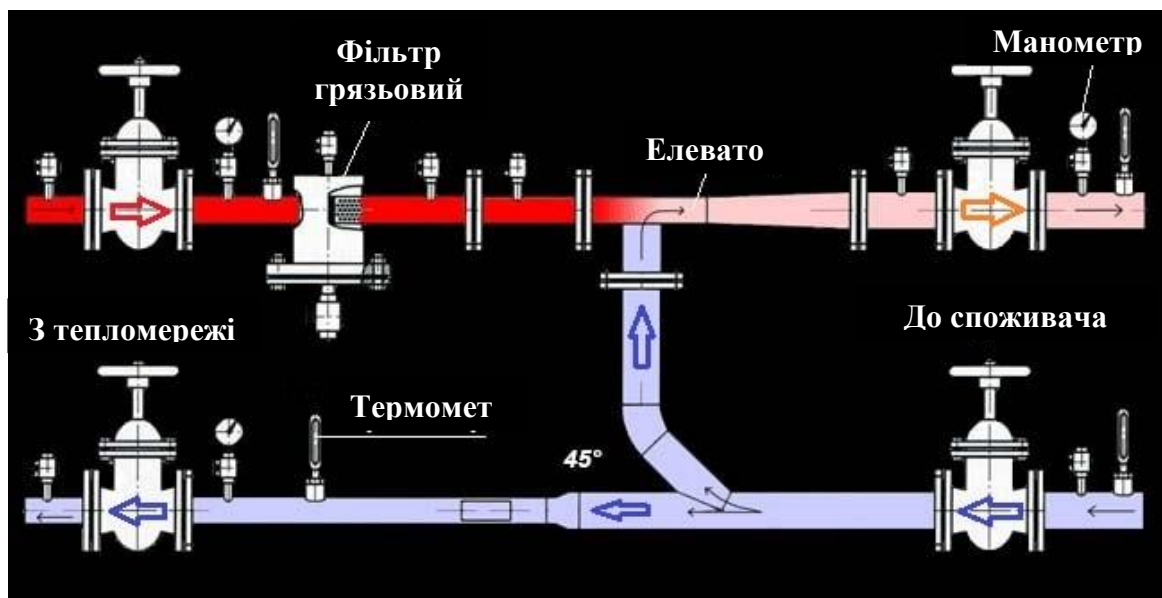


Рис 4.4. Елеваторна перемичка

Сталева конструкція елеватора підключається лівим патрубком до магістралі подачі теплоносія з централізованої теплової мережі, а нижнім

патрубком – до зворотної лінії. З обох боків елемента встановлюються засувки для відсічення, а також сітчастий фільтр (грязьовик) на лінії подачі. Стандартна схема теплового пункту з елеватором також включає манометри, термометри (для обох ліній) і прилад для обліку спожитої енергії.

Розглянемо, як функціонує елеваторна перемичка:

1. Гаряча вода з теплопостачальної мережі потрапляє через лівий патрубок до сопла.
2. Під час проходження води через вузький прохід сопла, під високим тиском, швидкість потоку збільшується відповідно до закону Бернуллі. Це викликає ефект водоструминного насоса, який забезпечує циркуляцію теплоносія в системі.
3. У змішувальній камері тиск води знижується до необхідного рівня.
4. Струмінь, що рухається з великою швидкістю в дифузорі, створює вакуум у змішувальній камері. Це викликає ефект ежекції: потік рідини з високим тиском затягує через перемичку воду, що повертається з опалювальної мережі.
5. В змішувальній камері елеватора відбувається змішування охолодженої води з перегрітою, і на виході з дифузора отримуємо теплоносій необхідної температури (до 95 °С).

Особливість цього процесу в тому, що елеваторний вузол працює за принципом інжекції: дві рідини змішуються, при цьому передається енергія. Тиск кінцевого потоку стає меншим, але він забирає додаткову воду з зворотної лінії. Процес детальніше можна побачити на відео.

Для нормальної роботи елеватора потрібно забезпечити достатній перепад тиску між подачею і зворотнім трубопроводом. Цього має вистачити для подолання гідравлічного опору системи опалення та самого інжектора. Зверніть увагу, що вертикальна перемичка має бути під кутом 45° до зворотної лінії для оптимального розподілу потоків.

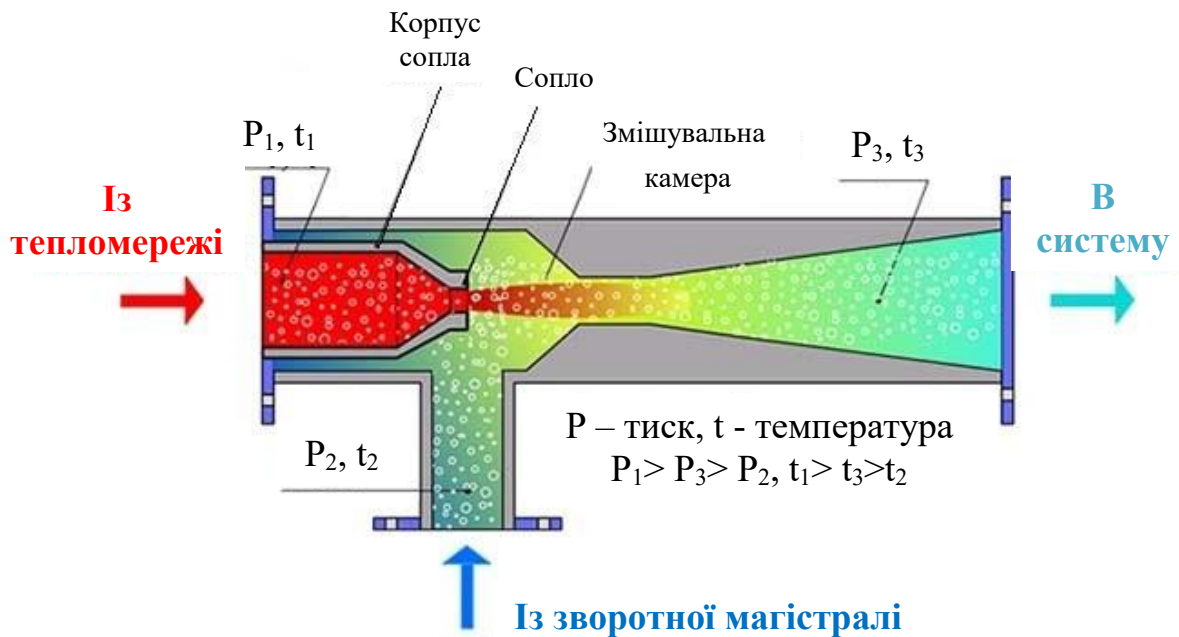


Рис 4.5. Принцип роботи елеваторної перемички

У системі тепlopостачання тиск найвищий на подачі, знижується при виході з дифузора, а в зворотній магістралі він найменший. Подібно до тиску, змінюється і температура води в елеваторі.

4.2. Розрахунок елеватора

Водоструменеві елеватори призначені для зниження температури води, яка надходить з теплової мережі в систему опалення, до необхідного рівня шляхом змішування з водою, що вже пройшла систему опалення.

Серед найбільш ефективних є елеватори типу ВТІ Мосенерго (ККД 0,24), що оснащені змінним соплом.

Основним параметром для розрахунку елеватора є коефіцієнт змішування, який визначає ефективність цього процесу:

$$u = \frac{t_1 - t_r}{t_r - t_o}, \text{ де} \quad (4.1)$$

t_1 — це температура води, що рухається по трубопроводу подаючої теплової мережі, виміряна в градусах Цельсія;

t_g — температура гарячої води в магістралі подачі опалювальної системи, також в градусах Цельсія;

$t_{про}$ — температура води, що повертається в зворотну магістраль опалювальної мережі, у градусах Цельсія.

Розрахунок витрати води, що потрапляє до елеватора з теплової мережі, здійснюється за допомогою формули:

$$G_{тс} = \frac{\sum Q_{т.п}}{c \cdot (t_1 - t_o)}, \text{ кг/год, де} \quad (4.2)$$

$\sum Q_{т.п}$ - Повні тепловтрати будівлі, Вт.

c – теплоємність води (4,2 кДж/кг °С)

Кількість води, що надходить до місцевої системи опалення після змішування в елеваторі, визначається за формулою

$$G_{см} = \frac{\sum Q_{т.п}}{c \cdot (t_g - t_o)}, \text{ кг/год} \quad (4.3)$$

Витрата води, що інжектуються, розраховуємо за формулою:

$$G_{инж} = G_{см} - G_{тс}, \text{ кг/с} \quad (4.4)$$

Провідність системи опалення визначається за такою формулою:

$$a = \frac{G_{с.о}}{\sqrt{\Delta P_{с.о}}}, \text{ де} \quad (4.5)$$

$\Delta P_{с.о}$ - Втрати тиску в системі опалення, Па.

Оптимальний розмір камери змішування визначається за такою формулою:

$$d_{до} = 0.16 \sqrt{a} \text{ м} \quad (4.6)$$

За знайденим значенням визначають номер елеватора.

$$u = \frac{\tau_1 - t_{г}}{t_{г} - t_o} = \frac{150 - 105}{105 - 70} = 1,3$$

$$G_{тс} = \frac{\sum Q_{т.п}}{c \cdot (\tau_1 - t_o)} = \frac{182973 \cdot 3,6}{4,2 \cdot (150 - 70)} = 1959 \text{ кг/год}$$

$$G_{см} = \frac{182973 \cdot 3,6}{4,2 \cdot (105 - 70)} = 4482 \text{ кг/год}$$

$$G_{инж} = 4482 - 1959 = 2521 \text{ кг/год} = 0,69 \text{ кг/с}$$

$$a = \frac{1,035}{\sqrt{6300}} = 0,0129$$

$$d_{до} = 0.16 \sqrt{0,013} = 0,019 \text{ м} = 19 \text{ мм}$$

Приймаємо елеватор №2 $d = 20 \text{ мм}$.

РОЗДІЛ 5

ТРУБОПРОВОДИ

5.1. Класифікація трубопроводів

Використання трубопроводів для транспортування рідин, газів і різноманітних сумішей стає все більш популярним. Мережі водопостачання, нафтопроводи, газопроводи, парові лінії та інші можна поділити на магістральні, що транспортують рідину на великі відстані від джерела до споживача, та розгалужені мережі, які розподіляють рідину безпосередньо до кінцевих споживачів. Трубопровід може складатися з різних ділянок з різними діаметрами труб, мати різні місцеві опори по довжині. Згідно з пропорцією втрат напору, трубопроводи ділять на довгі й короткі.

Короткими називаються трубопроводи з відносно невеликою довжиною, де місцеві втрати й втрати на довжині можна порівняти. Для таких трубопроводів враховуються як місцеві втрати, так і втрати по довжині. Прикладом можуть бути всмоктувальні лінії насосів, бензопроводи, маслопроводи в системах змащення двигунів і подібне. Довгі трубопроводи мають значну довжину, де втрати на довжині набагато більші за місцеві, тому місцеві втрати можна не враховувати. При розрахунку таких трубопроводів враховують втрати по довжині, додаючи 5-10% на місцеві втрати. Орієнтовно трубопроводи довжиною менше 50 м вважаються короткими, а довжиною більше 100 м — довгими.

Залежно від гідравлічної схеми трубопроводи поділяються на прості — з відгалуженнями і складні — з кількома лініями або відгалуженнями. Вони також можуть бути тупиковими, де рідина рухається лише в одному напрямку, або кільцевими, де рідина може подаватися в точку через дві або більше ліній. У процесі розрахунку трубопроводів може бути визначено одне з трьох значень: витрату Q , напір H або діаметр d трубопроводу. Три основні задачі:

1. Якщо відомі витрата, довжина, діаметр і матеріал трубопроводу

- (шорсткість стінок), потрібно визначити необхідний тиск.
2. Якщо відомі натиск, довжина, діаметр і матеріал трубопроводу, треба визначити витрату.
 3. Якщо відомі витрата, тиск і довжина трубопроводу, потрібно визначити діаметр.

5.2. Гідравлічний розрахунок трубопроводу

Теплопроводи призначені для доставки необхідної кількості теплоти в кожне приміщення або будівлю. Оскільки тепло передається через охолодження певної кількості води, необхідно провести гідравлічний розрахунок системи. Розрахунок базується на принципі, що різниця тиску (насосного та природного) витрачається на подолання опорів руху води в системі. Завданням розрахунку є підбір діаметрів труб, які забезпечать подачу достатньої кількості теплоносія до приладів опалення.

Витрата теплоносія визначається через теплове навантаження і різницю температур у подаючому і зворотному трубопроводах за формулою:

$$q_i = \frac{Q_i \cdot 3,6}{c \cdot (t_r - t_o)}, \text{ кг/год} \quad (5.1)$$

де Q_i - Теплове навантаження ділянки, Вт.

Розрахунковий циркуляційний тиск для головного кільця визначається за такою формулою:

$$\Delta P = \Delta P_n + \Delta P_e \text{ Па} \quad (5.2)$$

$$\Delta P_e = \frac{\beta \cdot q \cdot 3,6}{c \cdot G_{ст}} (\sum Q_i \cdot h) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \text{ Па} \quad (5.3)$$

ΔP_n визначається залежно від різниці тисків на введенні та коефіцієнта змішування U

Тиск на введенні $\Delta P = k \text{Па}$.

Орієнтовні питомі втрати на тертя R_{op} на 1 м довжини кільця визначають за формулою:

$$R_{op} = \frac{(1 + k) \cdot \Delta P}{\sum l}, \text{ Па/м} \quad (5.4)$$

де k — коефіцієнт, що враховує частку втрат тиску на місцеві опори від загальної величини розрахункового циркуляційного тиску (значення $k=0,35$).

Значення R_{op} застосовується для підбору діаметрів труб на окремих ділянках за таблицями.

Для цих діаметрів і витрат встановлюють фактичні швидкості на ділянках за допомогою наступної формули:

$$V = \frac{q_i}{900 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho_v}, \text{ м/с} \quad (5.5)$$

Потім визначають фактичні втрати тиску на 1 м довжини ділянки за формулою:

$$R_i = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho, \text{ Па/м} \quad (5.6)$$

де λ — коефіцієнт гідравлічного тертя (0,04)

Для розрахунку втрат тиску через місцеві опори, необхідно скласти список таких опор для кожної частини трубопроводу та визначити їх значення в залежності від діаметра труб.

Втрати тиску на місцевих опорах розраховуються за спеціальною формулою.:

$$Z_i = \sum \xi_i \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho, \text{ Па} \quad (5.7)$$

Знаючи лінійні втрати Rl і втрати у місцевих опорах Z кожному окремому ділянці визначають сумарні втрати тиску всіх ділянок головного циркуляційного кільця $Rl + Z$, Па.

Таблиця 5.1

Результати гідравлічного розрахунку трубопроводу

№	Дані попереднього розрахунку									Дані остаточного розрахунку						
	Q,	G,	Δt	d,	V,	l,	R,	Z,	$Rl+Z,$	V,	d,	R,	$\Sigma \xi$	$Rl+Z,$	Z,	
	Вт	кг/г од	°C	мм	м/с	м	Па/ м	Па	$\Sigma \xi$	Па	м/с	мм	Па/м	Па	Па	
1	14862	365	35	20	0,28	40,6	32	1707	43	3022	0,28	20	32	43	3022	1707
2	21975	540	35	25	0,27	3,9	32	53	1,5	178	0,27	25	32	1,5	178	53
3	27690	680	35	32	0,21	7,8	25	32	1,5	227	0,21	32	25	1,5	227	32
4	32806	806	35	32	0,24	3,2	39	44	1,5	169	0,24	32	39	1,5	169	44
5	47897	1177	35	32	0,35	1,8	53	94	1,5	189	0,35	32	53	1,5	189	94
6	59988	1474	35	32	0,44	3,3	56	148	1,5	334	0,44	32	56	1,5	334	148
7	67210	1651	35	32	0,50	7,2	72	186	1,5	706	0,50	32	72	1,5	706	186
8	72924	1792	35	40	0,35	0,5	39	90	1,5	109	0,35	40	39	1,5	109	90
9	82903		35	40	0,39	7,4	42	116	1,5	427	0,39	40	42	1,5	427	116

РОЗДІЛ 6

ПРИРОДНА ВЕНТИЛЯЦІЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

6.1. Види природної вентиляції

Природна вентиляція приміщень може бути як мимовільною, так і організованою. Її також поділяють на періодичну та постійну.

Мимовільна вентиляція

Цей тип циркуляції повітря відбувається завдяки природним умовам, таким як температурні перепади, тиск і рух вітру. Зазвичай це провітрювання через відкриття вікон, дверей чи кватирок.

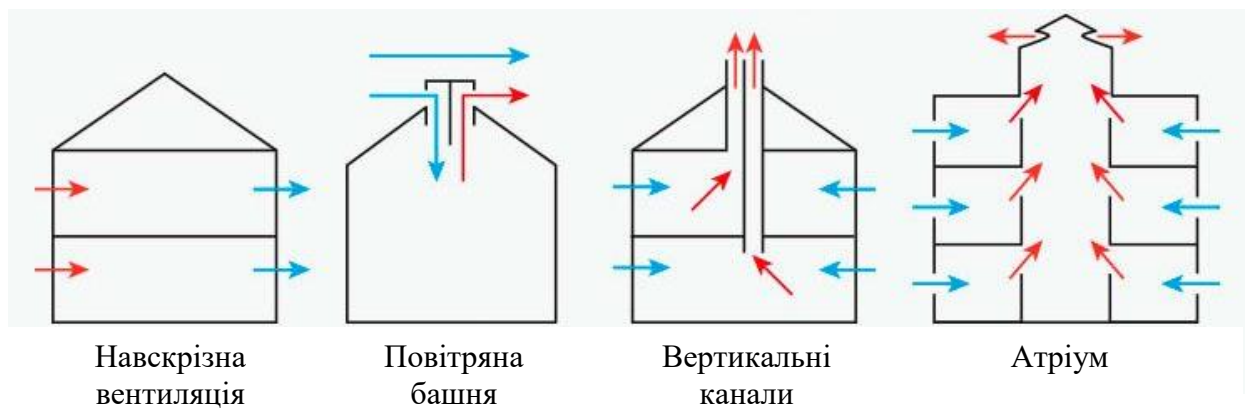


Рис. 6.1. Схема природної вентиляції

Організована природна вентиляція

Цей спосіб передбачає створення спеціальних отворів із різними висотами та перерізами вентиляційних каналів. Такий підхід включає два методи:

- **Аерація** — безканална вентиляція, яка зазвичай використовується на виробничих об'єктах.

- **Канальна вентиляція** — система із застосуванням вертикальних вентиляційних шахт.

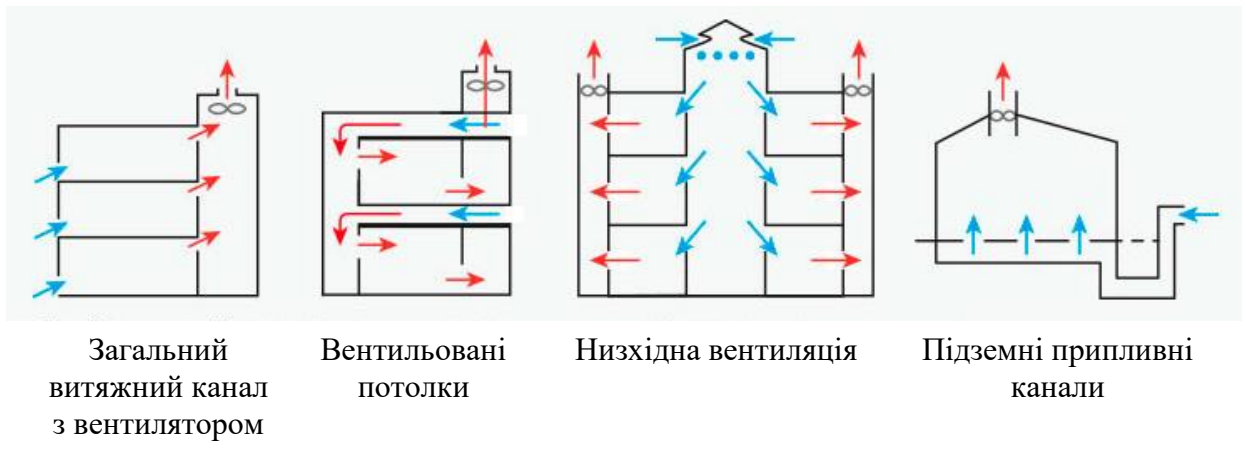


Рис. 6.2. Схема змішаної вентиляції

6.2. Природна вентиляція у багатоквартирному будинку

Особливості природної вентиляції у багатоповерхівках

Робота систем природної вентиляції в багатоквартирних будинках часто є складною для розуміння мешканців. Давайте простими словами розглянемо, як функціонує ця система.



Рис 6.3. Впровадження системи вентиляції у багатоповерховому будинку

Як працює природна вентиляція?

Повітрообмін здійснюється завдяки різниці густини повітря всередині будівлі та на вулиці через спеціальні витяжні та припливні отвори.

- **Основний вентиляційний канал** проходить вертикально через усі поверхи з виходом на горище або дах.
- **Канали-супутники** з'єднують кухні, ванні кімнати та туалети кожної квартири із загальним каналом.
- Забруднене повітря виводиться через ці канали в атмосферу.

Що може порушити роботу системи?

Ключовим фактором нормальної роботи вентиляції є достатній приплив свіжого повітря. Згідно з нормами СНиП, свіже повітря повинно потрапляти через невеликі щілини у віконних отворах або відкриті кватирки.

Витримка із СНиП 2.08.01-89 визначає мінімальні параметри повітрообміну для квартир.

**Центральна
вентиляційна шахта**

Вентканал-спутник

Витяжний отвір

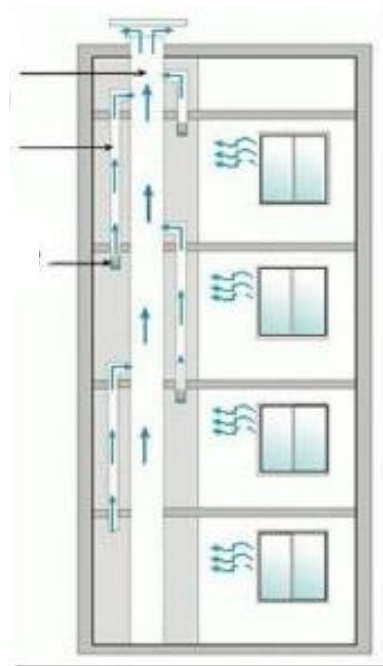


Рис. 6.3 Схема змішаної системи вентиляції

Таблиця 6.1

Вимоги по системі вентиляції

3 м ³ /год на 1м ² житлових приміщень	Житлова кімната у квартирі
- не менше 60 м ³ /год	Кухня: - з електроплитою
- не менше 90 м ³ /год	Кухня: - з газовою плитою
25 м ³ /год	Ванна
25 м ³ /год	Вбиральня індивідуальна
50 м ³ /год	Поєднане приміщення вбиральні та ванни

Модернізація вентиляційних каналів

Іноді трапляється, що вентиляційна система втрачає свою ефективність через дії сусідів. Наприклад, вони можуть демонтувати вентиляційний канал для збільшення житлової площі. Це призводить до припинення функціонування вентиляції у квартирах, розташованих нижче.

Засмічення каналів

Частою проблемою є потрапляння сміття у вентиляційні шахти, що блокує рух повітря. У разі виникнення такої ситуації потрібно звернутися до відповідної обслуговуючої організації. Самостійно очищати шахту забороняється з міркувань безпеки.

Неправильне підключення витяжок

Ще однією поширеною причиною є встановлення кухонних витяжок із великою потужністю до каналів, які не розраховані на такі навантаження. Під час роботи потужної витяжки утворюється повітряна пробка, що порушує функціонування всієї системи.

Сезонні впливи

Природна вентиляція залежить від температурних змін. Узимку вона працює краще завдяки більшому перепаду температур між приміщенням і

вулицею. Улітку ж, коли зовнішня температура підвищується, ефективність знижується. У сукупності з іншими чинниками це може призводити до майже повної зупинки циркуляції повітря.

Помилки в будівництві

Іноді проблеми вентиляції виникають через помилки, допущені під час зведення будівлі. виправити такі недоліки допоможе лише встановлення припливно-витяжної системи.

Рекомендації для підтримки вентиляції

Система природної вентиляції функціонує постійно, 24 години на добу. Тому необхідно забезпечити стабільний приплив повітря. Якщо його недостатньо, у зимовий період можуть з'явитися конденсат, підвищена вологість і навіть пліснява. Встановлення припливних клапанів дозволяє покращити повітрообмін і уникнути надмірної вологості. Для цілорічного надходження свіжого повітря рекомендується використовувати провітрювачі, які забезпечують чистий повітряний потік без потреби відкривати вікна.

6.3. Розрахунок природної вентиляції

При малих об'ємах повітрообміну, за кратності не більше 1, використовується природна витяжна вентиляція з неорганізованим припливом через щілини у конструкціях або квартирки.

Розрахунок існуючого тиску в каналній системі природної витяжки визначається за такою формулою:

$$\Delta P = H \cdot (\rho_{\text{вн}} - \rho_{\text{зв}}) \cdot g, \text{ Па} \quad (6.1)$$

Де H – висота повітряного стовпа; для витяжних повітроводів за наявності у приміщенні тільки витяжки від середини отвору витяжного до осі витяжної шахти.

Площа живого перерізу каналу визначається за формулою

$$F_{\text{ж}} = \frac{L}{3600 \cdot V}, \text{ м}^2 \quad (6.2)$$

Еквівалентний діаметр:

$$d_e = \frac{2ab}{a+b} \quad (6.3)$$

Справжня швидкість при прийнятому розмірі каналу визначається за формулою

$$V = \frac{L}{3600 \cdot F}, \text{ м/с} \quad (6.4)$$

Поправочний коефіцієнт n на втрати тиску на тертя визначається за довідковою літературою залежно від шорсткості матеріалу та швидкості. Коефіцієнт шорсткості бетонної поверхні $k=3$.

Динамічний тиск:

$$P_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad (6.5)$$

Втрати місцеві опори $Z = P_d \cdot \Sigma \xi$

Умови правильної роботи природної вентиляції:

$$\Delta P > \Sigma (R \cdot l \cdot n + Z) \quad (6.6)$$

Необхідний запас 10%

Розрахунковий тиск:

$$t_{\text{в}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} - \rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$$

$$t_{\text{н}} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C} - \rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$$

1. для первого поверху $\Delta P = 33 \cdot (1,25 - 1,2) \cdot 9,81 = 16,2 \text{ Па}$
2. для 9-го поверху $\Delta P = 5,5 \cdot (1,25 - 1,2) \cdot 9,81 = 2,7 \text{ Па}$
3. для 8-го поверху $\Delta P = 8,5 \cdot (1,25 - 1,2) \cdot 9,81 = 4,2 \text{ Па}$

Таблиця 6.1

Результати розрахунку вентиляції в багатоповерховому будинку

№	l, м	L м ³ /год	d _e	a x б	F, м ²	n	V, м/с	R	P _д	R·n·l	Z	Σξ	R·n·l + Z	ΣR·n·l + Z
BE1(BE4, BE7)														
1	0,3	50	140	140x140	0,0196	1,48	0,7	0,19	1,014	0,084	2,5	2,5	2,6	2,6
2	0,3	75	140	140x140	0,0196	1,48	1,1	0,13	1,014	0,057	2,5	2,5	2,6	5,2
3	0,3	100	140	140x140	0,0196	1,46	1,4	0,05	0,6	0,0219	1,5	2,5	1,5	6,7
4	0,3	125	184	140x270	0,0378	1,55	0,9	0,09	1,176	0,0418	2,9	2,5	2,9	9,6
5	0,3	150	184	140x270	0,0378	1,5	1,1	0,06	0,864	0,027	2,2	2,5	2,2	11,8
6	0,3	175	270	270x270	0,0729	1,55	0,7	0,07	1,17	0,032	2,9	2,5	2,9	14,7
BE2(BE5, BE8)														
1	0,3	120	184	140x270	0,0378	1,35	0,9	0,06	0,294	0,02	0,7	2,5	0,7	0,7
2	0,3	180	184	140x270	0,0378	1,55	1,3	0,22	1,18	0,1	2,9	2,5	3	3,7
3	0,3	240	270	270x270	0,0729	1,49	0,9	0,09	0,73	0,04	1,8	2,5	1,8	5,5
4	0,3	300	270	270x270	0,0729	1,56	1,1	0,16	1,29	0,07	3,2	2,5	3,3	8,8
5	0,3	360	322	270x400	0,108	1,45	0,9	0,05	0,54	0,021	1,4	2,5	1,4	10,2
6	0,3	420	322	270x400	0,108	1,49	1,1	0,06	0,77	0,026	1,9	2,5	1,9	12,1
BE3(BE6, BE9)														
1	0,3	50	140	140x140	0,0196	1,35	0,7	0,06	0,294	0,02	0,7	2,5	0,7	0,7
2	0,3	75	140	140x140	0,0196	1,55	1,1	0,22	1,18	0,1	2,9	2,5	3	3,7
3	0,3	100	140	140x140	0,0196	1,49	1,4	0,09	0,73	0,04	1,8	2,5	1,8	5,5
4	0,3	125	184	140x270	0,0378	1,56	0,9	0,16	1,29	0,07	3,2	2,5	3,3	8,8
5	0,3	150	184	140x270	0,0378	1,45	1,1	0,05	0,54	0,021	1,4	2,5	1,4	10,2
6	0,3	175	270	270x270	0,0729	1,49	0,7	0,06	0,77	0,026	1,9	2,5	1,9	12,1

ВИСНОВКИ

Проведено розрахунок втрат теплоти через огорожувальні конструкції. Розрахунки показали, що втрати теплоти на 1-му поверсі складають 13,2 кВт, на 2-му – 7,78 кВт. Так як з другого по восьмий поверхи тепловтрати будуть практично однаковими, то для цих поверхів приймаємо втрати теплоти теж по 7,78 кВт. На 9-му – 10,52 кВт. Таким чином, у всій будівлі загальні втрати теплоти становлять 78,18 кВт.

Проаналізовано різновиди, принципи та схеми систем опалення в багатоквартирних будинках. В яких розглянуто таке як, центральне, автономне та індивідуальне опалення. Наведено переваги та недоліки цих систем.

Проведено розрахунок системи опалення для кожної із кімнат. Побудована таблиця з їх втратами тепла через зовнішні огорожі та інфільтрації повітря та необхідну кількість теплоти на систему опалення. Розрахунок показав, що для підтримання нормованої температури в багатоквартирному будинку необхідно 179,5 кВт теплової енергії. Також наведено розрахунок необхідної кількості секцій опалювальних приладів, який представлений у табличному вигляді. Система опалення розділена на 18 стояків.

Розглянуто призначення та функції елеваторного вузла. Проведено розрахунок його і знайдено витрату води що інжектуються – 0,69 кг/с. Розмір камери змішування складає 19 мм. Обираємо елеватор №2 при $d = 20$ мм.

Для системи опалення проаналізовано класифікацію трубопроводів та проведено гідравлічний розрахунок. Для кожного поверху представлено дані по розрахункам.

Наведено види системи вентиляції в багатоквартирному будинку, зокрема природню та організовану природню, до якої входить аерація повітря та канална вентиляція. У будинку міститься три вентиляційні канали. Проведено розрахунок системи вентиляції і показано втрати тиску які виникають в каналах. Наприклад для 1-го поверху 16,2 Па, а для 8-го 4,2 Па, коли для 9-го лише 2,7 Па.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010.– [Дата введення 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
2. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинні від 2022–01–31] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2022. – 23 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Теплотехніка: підручник / Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. А. Долінський, В. О. Лазоренко, А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова ; за ред. Б. Х. Драганова ; 2-е вид., перероб. і доп. - К. : ІНКОС, 2005. - 400 с
4. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: [навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика»] / М. Ф. Боженко – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
5. Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15:2019 – [Чинний 01.12.2019] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 39 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Опалення. [навчальний посібник] / за заг. Ред. Ю. Ю. Глушко – Київ : Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 133 с.
7. Опалення, вентиляція та кондиціонування ДБН В.2.5-67:2013 – [Чинний з 01 січня 2014 року] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 23 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Жуковський С.С., Возняк О.Т., Довбуш О.М., Люльчак З.С. Вентилювання приміщень : навч. посібн. - Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2007. - 476 с.
9. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник. - Вінниця : ВНТУ, 2021. - 71 с.
10. Джеджула, В. В. Енергозбереження промислових підприємств:

методологія формування, механізм управління : монографія / В. В. Джеджула.
– Вінниця : ВНТУ, 2014. – 346 с.

11. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2004. - 121 с.

12. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. - К.: КНУБА, 2002. - 256 с.

13. Алексахін О. О., Панчук О. В. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 230 с.

14. Гранкіна В.В. Вентиляція. [Конспект лекцій] / / В. В. Гранкіна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 123 с.

15. Довідник з теплопостачання та вентиляції. Вентиляція та кондиціонування повітря. Р.В. Щокін, С.М. Коренівський та ін. 1998, стор 288.

16. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря.Робочі креслення. Київ. Мінрегіонбуд України, 2009.- 32 с.

17. Братута Е.Г., Ганжа А.М., Круглякова О.В., Чубарова В.В. Кондиціонування та вентиляція повітря. Текст лекцій. - Харків: НТУ «ХП», 2009. - 128 с.

18. Химко М.П., Фролов В.А. та ін. Розрахунок параметрів газотранспортних систем // Нафтова та газова промисловість, № 3, 2006. С. 33—37.

19. Енергоефективні системи кондиціонування повітря. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика», спеціалізації «Промислова та муніципальна теплоенергетика та енергозбереження» / А. С. Соломаха, В. В. Серета – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 53 с.

20. Хрущ Н. А. Інвестиційна діяльність: сучасні стратегії та технології : моногр. / Н. А. Хрущ– Хмельницький : ХНУ, 2004. – 309 с.