

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**  
**Інженерних систем та екології**

---

(факультет)

**Теплотехніки**

---

(назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

на тему:

**Теплохолодозабезпечення багатоквартирного будинку на базі повітряних  
теплових насосів**

**Юхновський Євген Геннадійович**

---

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

Київ – 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ  
Інженерних систем та екології**

---

(факультет)

**Теплотехніки**

---

(назва кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

---

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**Теплохолодозабезпечення багатоквартирного будинку на базі повітряних  
теплових насосів**

Виконав студент: групи ТЕ-20

144 «Теплоенергетика»

Енергетичний менеджмент,  
енергоефективні муніципальні та  
промислові теплові технології

**Юхновський Є. Г.**

Керівник: **Чепурна Н.А.**

доцент, канд. техн. наук

*Ідентичність підтверджую*

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології  
Випускова кафедра: Теплотехніки  
Освітній ступінь: Бакалавр  
Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»  
Освітня програма: Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

\_\_\_\_\_ Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР  
Юхновського Є. Г.**

1. Тема роботи **Теплохолодозабезпечення багатоквартирного будинку на базі повітряних теплових насосів**

затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

2. Керівник роботи Чепурна Наталія Володимирівна, доцент, канд. техн. наук

3. Строк подання студентом роботи до захисту \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р.1. Потреби у тепловій енергії

Р.2. Потреби у холодильній енергії

Р.3. Джерело теплоти

Р.4. Охорона праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання

Р.5. Вплив на навколишнє середовище

Р. 6. Автоматизація

5. Графічний матеріал по розділам:

Р.1. Функціональна схема теплового насосу "повітря-вода"

Р.3. Опалення типового поверху житлового будинку

Р.3. Система опалення першого поверху із вбудованими громадськими приміщеннями

Р.2. Система охолодження (кондиціонування) будівлі

Р.2. VRF система вбудованих громадських приміщень

Р.6. Автоматизація теплового насосу "повітря-вода"

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Потреби у тепловій енергії	_____ 2024
Розділ 2. Потреби у холодильній енергії	_____ 2024
Розділ 3. Джерело теплоти	_____ 2024
Розділ 4. Охорона праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання	_____ 2024
Розділ 5. Вплив на навколишнє середовище	_____ 2024
Розділ 6. Автоматизація	_____ 2024
Остаточне оформлення роботи	_____ 2024
Направлення проекту на рецензування	_____ 2024
Попередній захист роботи на кафедрі	_____ 2024

7. Консультанти розділів дипломної роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2024 р.

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

Кириченко М.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Чепурна Н.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

Юхновський Є.Г.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

Вступ .....	2
Розділ 1. Потреби у тепловій енергії.....	4
1.1. Визначення об'єкту теплопостачання: .....	7
1.2. Кліматичні умови .....	13
1.3. Тепловтрати будівлі.....	14
1.4. Підбір опалювальних приладів.....	22
1.5. Гідравлічний розрахунок.....	24
Розділ 2. Потреби у холодильній енергії.....	26
2.1 Визначення надлишків теплоти.....	27
2.2 Підбір обладнання холодопостачання.....	29
Розділ 3. Джерело теплоти .....	37
3.1 Теплопостачання громадської частини будівлі .....	38
3.2 Теплопостачання житлової частини будівлі.....	43
Розділ 4. Охорона праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання.....	51
4.1 Законодавчі вимоги.....	50
4.2 Безпечне встановлення, експлуатація та обслуговування теплового насоса.....	50
4.3 Безпечне встановлення, експлуатація та обслуговування електричного котла.....	59
Розділ 5. Вплив на навколишнє середовище .....	60
5.1 Вплив електричних котлів на навколишнє середовище .....	61
5.2 Вплив теплових насосів та VRF системи на навколишнє середовище....	64
Розділ 6. Автоматизація.....	69
6.1 Автоматизація роботи електричного котла .....	68
6.2 Автоматизація роботи теплового насоса .....	71
6.3 Автоматизація роботи VRF системи .....	74
Список використаної літератури .....	80

						<b>Кваліфікаційна робота</b>			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	<b>Загальна пояснювальна записка</b>	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Юхновський Є.Г.			2024		КР	1	82
Керівник		Чепурна Н.В.			2024		<b>ТВ-20</b>		
Зав.кафедри		Кириченко М.А.			2024				

## Вступ

Кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» передбачає розробку принципової схеми, інженерні розрахунки та підбір обладнання для інженерних систем житлового будинку із вбудованим громадським приміщенням з джерелом теплоти - тепловий насос "повітря-вода". Даною роботою передбачається, що теплопостачання житлової частини будівлі буде здійснюватися до житлових квартир від індивідуальних низькотемпературних систем на базі теплових насосів при параметрах теплоносія 50/42 °С для радіаторного опалення та 35/30 °С для теплої підлоги. Окрім системи опалення споживачами теплоти є системи гарячого водопостачання і вентиляції. Проектування останньої даною кваліфікаційною роботою не передбачається, однак при підборі обладнання будуть враховані потужності калориферів систем вентиляції, видані науковим керівником даної роботи у складі завдання на проектування. Підтримання нормативних умов експлуатації технічних приміщень та загального користування здійснюватиметься від електричних нагрівачів (температура поверхні до 85 °С). У сходових клітинах передбачається система опалення із джерелом теплоти – електричним котлом (теплоносій 80/60 °С). Громадське приміщення на першому поверсі – також електричний котел (теплоносій 80/60 °С).

Робота виконується з урахуванням вимог чинного законодавства України в сфері будівництва:

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування;
2. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зміна № 1;
3. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія;

ПЗ

Арк.

2

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Розділ 1.  
Потреби у тепловій енергії

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							4







4) Утеплювач – мінераловатні плити на основі базальтового волокна:

$$\rho_{\text{ут}} = 50 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,16 \text{ м}$$

$$\lambda_{\text{ут}} = 0,048 \text{ Вт/мК}$$

5) Штукатурка на цементно-піщаному розчині:

$$\rho_{\text{шт}} = 1800 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_{\text{шт}} = 0,01 \text{ м}$$

$$\lambda_{\text{шт}} = 0,93 \text{ Вт/мК}$$

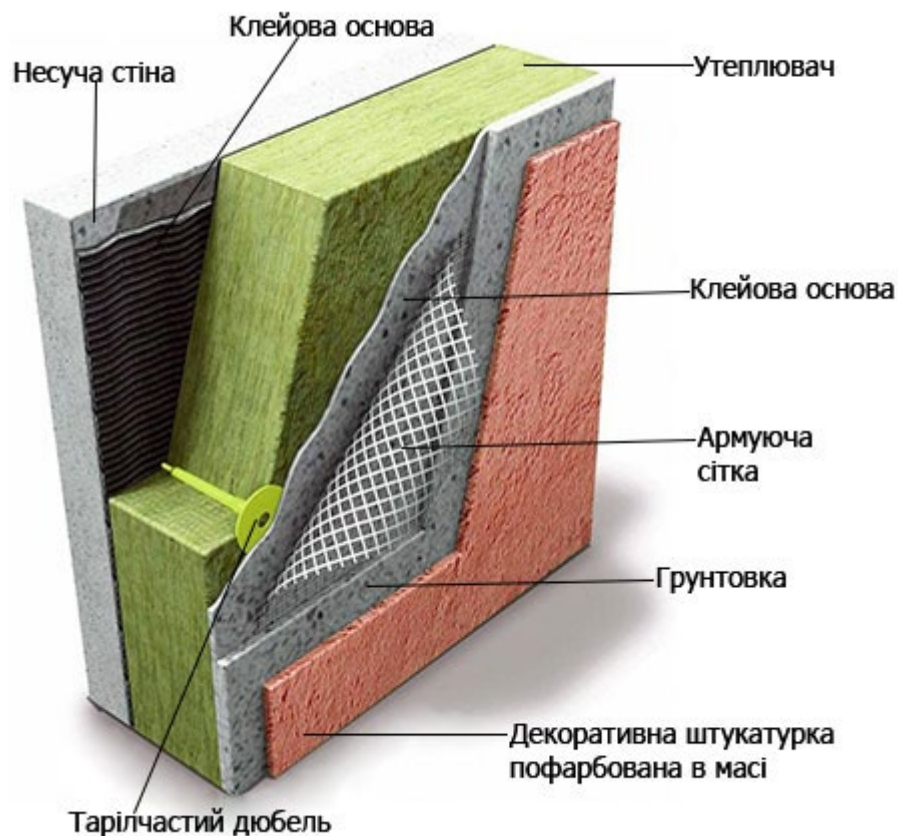


Рис. 1.2 Конструкція стін


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

8

2. Горищне перекриття:

1) З/б плита:

$$\rho_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_3 = 0,10 \text{ м} + 0,08 \text{ м}$$

$$\lambda_3 = 1,92 \text{ Вт/мК}$$

2) Утеплювач – жорстка мінераловатна плита:

$$\rho_{ут} = 75 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_{ут} = 0,27 \text{ м}$$

$$\lambda_{ут} = 0,043 \text{ Вт/мК}$$

3) Стяжка на цементно-піщаному розчині:

$$\rho_c = 1800 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_c = 0,05 \text{ м}$$

$$\lambda_c = 0,76 \text{ Вт/мК}$$

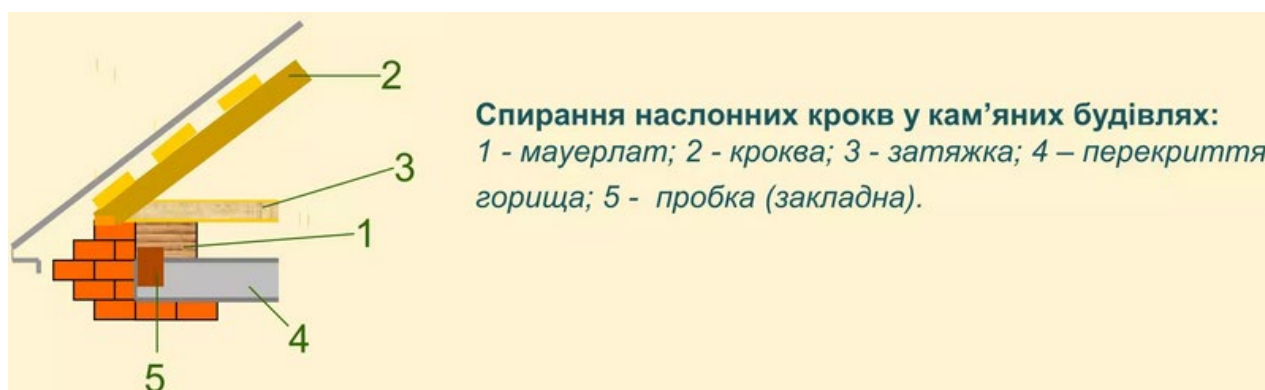


Рис. 1.3 Конструкція покрівлі

3. Перекриття над підвалом складається з тришарові панелі з важкого бетону з утеплювачем з мінераловатних плит:

1) З/б плита:

a.  $\rho_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$

b.  $\delta_3 = 0,10 \text{ м} + 0,08 \text{ м}$

c.  $\lambda_3 = 1,92 \text{ Вт/мК}$

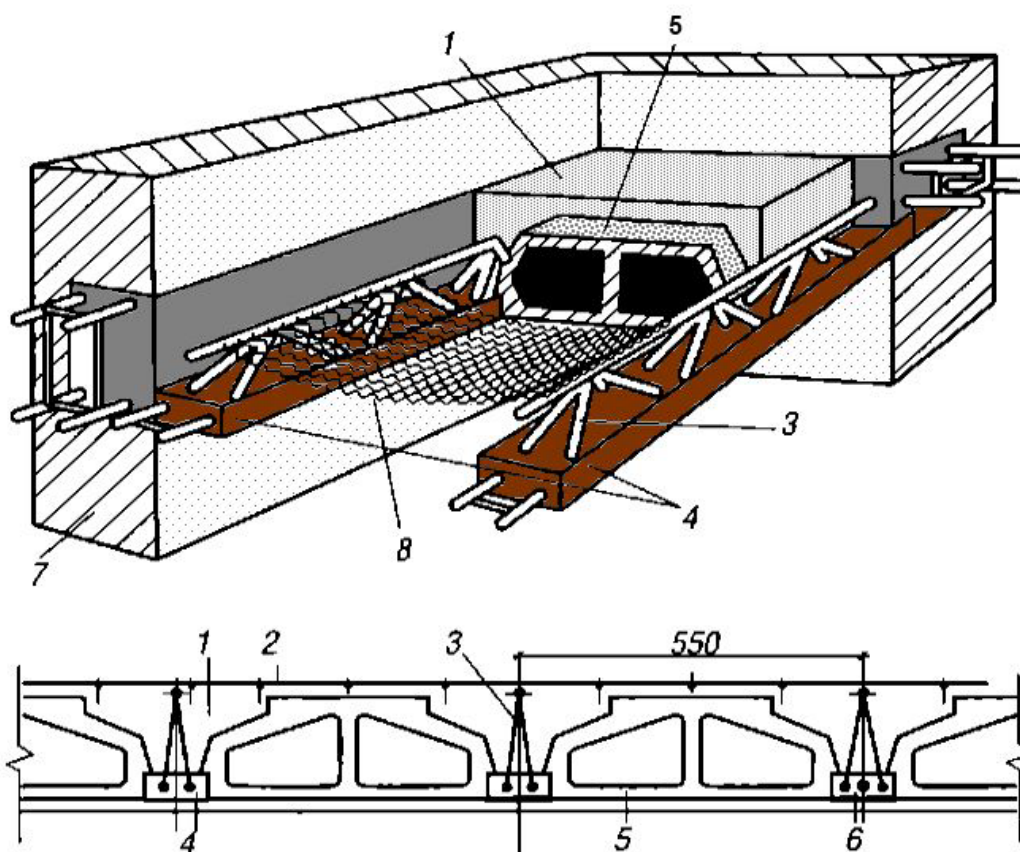
2) Утеплювач – жорстка мінераловатна плита:


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ					
					Арк.
					9



#### 4. Перекриття міжповерхове



1- шар бетону; 2- армуюча сітка; 3- вільна арматура балки; 4- монтажна залізобетонна балка; 5- пустотілий блок; 6- підсилена залізобетонна балка; 7- арматура розподільчого армованого поясу; 8- арматурна сітка

Рис. 1.5 Конструкція перекриття

#### 1.2. Кліматичні умови

Таблиця 1.1

Кліматологічні дані [1]

Найменування	Одиниця виміру	Показник
Кліматичний район		I
Барометричний тиск	гПа	990

ПЗ

Арк.

11

Зм. Кільк. Арк. № док Підпис Дата





$$\delta_{\text{ут}}^{\text{пот}} = 0,043 \left( 5,0 - \frac{1}{6} - \frac{0,03}{0,96} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{0,10}{1,92} - \frac{0,08}{1,92} - \frac{0,01}{0,76} - \frac{1}{8,7} \right) = 0,213 \text{ м}$$

Вважаємо, що товщина утеплювача  $\square_{\text{ут}} = 0,22 \text{ м}$ .

Приведений опір теплопередачі становить:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{6} + \frac{0,22}{0,043} + \frac{0,03}{0,96} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,08}{1,92} + \frac{0,10}{1,92} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{8,7} = 5,151 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$R_{\Sigma} > R_{q, \text{min}} = 5,15 > 5,00$  – умову дотримано.

5. Вікна та балконні двері:

Нормативний опір теплопередачі для вікон [2-3]:

$$R_{q, \text{min}} = 0,90 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Беремо металопластикові двокамерні вікна 4М<sub>1</sub>-10-4М<sub>1</sub>-10-4<sub>1</sub> [3].

$R_{\Sigma} > R_{q, \text{min}} = 0,94 > 0,90$  – умову дотримано.

Таблиця 1.2

Результати підбору огороджувальних конструкцій					
Найменування огороджувальної конструкції	Опір теплопередачі м <sup>2</sup> К/Вт		Коефіцієнт теплопередачі U <sub>k</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Опис конструкцій	Товщина конструкції □ <sub>заг</sub> , мм
	R <sub>min</sub>	R <sub>заг</sub>			
<u>Зовнішня стіна</u>	4,00	4,20	0,238	Стінові панелі з перлітобетону 250 мм на цементно-піщаному розчині – двічі по 10 мм з утеплювачем – мінераловатні плити на основі базальтового волокна - 160 мм, оздоблені панелями з керамограніту – 10 мм	0,430


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

ПЗ

Арк.

14

<u>Горищне перекриття</u>	6,00	6,10	0,164	3/б плита - 100 мм + 80 мм та з утеплювачем – утеплювач – жорстка мінераловатна плита - 270 мм	0,500
<u>Перекриття під підвалом</u>	5,00	5,15	0,194	Плити керамічні для підлоги - 30 мм, утеплювач – жорстка мінераловатна плита – 220 мм, 3/б плита - 100 мм + 80 мм	0,480
<u>Вікна та балконні двері</u>	0,90	0,94	1,064	Вікна з двокамерними склопакетами 4М1-10-4М1-10-4і	-


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

<i>ПЗ</i>					<i>Арк.</i>
					15

## ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМІЩЕНЬ

Таблиця 1.3

Прим.	t	ТЕПЛОВТРАТИ					ТЕПЛОПОНАДХОДЖЕННЯ					ВТРАТИ		НАДХОДЖЕННЯ		
		Основні	Інфільтрація	Вентиляція	Побутові	Від труб	ТЕПЛОТИ	ВЗИМКУ	ТЕПЛОТИ	ЛІТОМ	кВт	год	кВт	год		
	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/ч	кВт	год	кВт	год
ПОВЕРХ 1		Тепловтри взимку 25.96 кВт (22323 Ккал/ч)					Теплонадходження влітку 0 кВт в в 0 год									
03	18	4207	3618	476	409.4	0	0	0	0	0	0	4683	4027	0	0	
04	18	307.5	264.4	0	0	0	0	0	0	0	0	307.5	264.4	0	0	
05	18	48	41.28	0	0	0	0	0	0	0	0	48	41.28	0	0	
09	18	2022	1739	0	0	0	0	0	0	0	0	2022	1739	0	0	
010	5	149.1	128.2	321.3	276.3	0	0	0	0	0	0	470.4	404.6	0	0	
011	18	599.4	515.5	476	409.4	0	0	0	0	0	0	1075	924.9	0	0	
012	18	398.7	342.9	952	818.7	0	0	0	0	0	0	1351	1162	0	0	
2.2	22	12962	11148	523.6	450.3	0	0	0	0	0	0	13486	11598	0	0	
2.3	18	59.73	51.37	0	0	0	0	0	0	0	0	59.73	51.37	0	0	
1.2	5	140.8	121.1	321.3	276.3	0	0	0	0	0	0	462.1	397.4	0	0	
1.3	5	412.3	354.5	321.3	276.3	0	0	0	0	0	0	733.6	630.9	0	0	
1.4	5	111.9	96.22	0	0	0	0	0	0	0	0	111.9	96.22	0	0	
1.5	5	555.8	478	0	0	0	0	0	0	0	0	555.8	478	0	0	
1.6	5	375.9	324.2	0	0	0	0	0	0	0	0	375.9	324.2	0	0	
	1.7	5	216	185.8	0	0	0	0	0	0	0	0	216	185.8	0	0
ПОВЕРХ 2		Тепловтри взимку 26.87 кВт (23105 Ккал/ч)					Теплонадходження влітку 0 кВт в в 0 год									
201	22	1739	1495	0	0	661.9	569.3	0	0	0	0	2401	2065	0	0	
202	22	735.2	632.3	0	0	287.8	247.5	0	0	0	0	1023	879.8	0	0	
203	22	1489	1280	0	0	272	233.9	0	0	0	0	1761	1514	0	0	
205	25	1099	944.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1099	944.7	0	0	
206	25	1246	1071	0	0	0	0	0	0	0	0	1246	1071	0	0	
208	22	1598	1375	0	0	277.9	239	0	0	0	0	1876	1614	0	0	
209	22	886	761.9	0	0	304.7	262.1	0	0	0	0	1191	1024	0	0	
210	22	2131	1833	0	0	667.8	574.3	0	0	0	0	2799	2407	0	0	
210*	25	385.1	331.2	0	0	0	0	0	0	0	0	385.1	331.2	0	0	
211	22	550.9	473.8	0	0	166.4	143.1	0	0	0	0	717.3	616.9	0	0	
212	22	1039	893.6	0	0	184.9	159	0	0	0	0	1224	1053	0	0	
213	20	213.7	183.8	0	0	0	0	0	0	0	0	213.7	183.8	0	0	
214	22	1833	1576	0	0	637.5	548.3	0	0	0	0	2470	2124	0	0	
215	22	493.4	424.3	0	0	210.2	180.7	0	0	0	0	703.6	605.1	0	0	

Таблиця 1.3

Прим.	t	ТЕПЛОВТРАТИ				ТЕПЛОПОНАДХОДЖЕННЯ				ВТРАТИ		НАДХОДЖЕННЯ			
		Основні		Інфільтрація		Вентиляція		Побутові		Від труб		ТЕПЛОТИ ВЗИМКУ		ТЕПЛОТИ ЛІТОМ	
Прим.	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/ч	кВт	год	год
216	22	493.4	424.3	0	0	210.2	180.7	0	0	0	0	703.6	605.1	0	0
217	22	1835	1578	0	0	637.5	548.3	0	0	0	0	2473	2126	0	0
218	20	213.7	183.8	0	0	0	0	0	0	0	0	213.7	183.8	0	0
219	22	1039	893.6	0	0	184.9	159	0	0	0	0	1224	1053	0	0
220	22	550.9	473.8	0	0	166.4	143.1	0	0	0	0	717.3	616.9	0	0
КОР	18	222.9	191.7	476	409.4	0	0	0	0	0	0	698.9	601.1	0	0
ЛК1	18	324.9	279.4	476	409.4	0	0	0	0	0	0	800.9	688.8	0	0
ЛК2	18	340.6	292.9	0	0	0	0	0	0	0	0	340.6	292.9	0	0
МУС	5	266.1	228.9	321.3	276.3	0	0	0	0	0	0	587.4	505.2	0	0
ПОВЕРХ 3 Тепловтри взимку 22.49 кВт (19340 Ккал/ч) Теплонадходження влітку 0 кВт в в 0 год															
201	22	1234	1061	0	0	519.6	446.8	0	0	0	0	1753	1508	0	0
202	22	476.4	409.7	0	0	313.2	269.4	0	0	0	0	789.6	679.1	0	0
203	22	1225	1053	0	0	274.6	236.1	0	0	0	0	1499	1290	0	0
205	25	992.6	853.6	0	0	0	0	0	0	0	0	992.6	853.6	0	0
206	25	1038	892.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1038	892.6	0	0
208	22	1225	1053	0	0	277.9	239	0	0	0	0	1503	1292	0	0
209	22	476.4	409.7	0	0	313.2	269.4	0	0	0	0	789.6	679.1	0	0
210	22	1234	1061	0	0	519.6	446.8	0	0	0	0	1753	1508	0	0
211	22	501.3	431.1	0	0	166.4	143.1	0	0	0	0	667.7	574.2	0	0
212	22	984	846.2	0	0	184.9	159	0	0	0	0	1169	1005	0	0
213	20	213.7	183.8	0	0	0	0	0	0	0	0	213.7	183.8	0	0
214	22	1643	1413	0	0	637.5	548.3	0	0	0	0	2280	1961	0	0
215	22	430.8	370.5	0	0	210.2	180.7	0	0	0	0	640.9	551.2	0	0
216	22	430.8	370.5	0	0	210.2	180.7	0	0	0	0	640.9	551.2	0	0
217	22	1643	1413	0	0	637.5	548.3	0	0	0	0	2280	1961	0	0
218	20	213.7	183.8	0	0	0	0	0	0	0	0	213.7	183.8	0	0
219	22	984	846.2	0	0	184.9	159	0	0	0	0	1169	1005	0	0
220	22	501.3	431.1	0	0	166.4	143.1	0	0	0	0	667.7	574.2	0	0
КОР	18	222.9	191.7	476	409.4	0	0	0	0	0	0	698.9	601.1	0	0
ЛК1	18	324.9	279.4	476	409.4	0	0	0	0	0	0	800.9	688.8	0	0
ЛК2	18	340.6	292.9	0	0	0	0	0	0	0	0	340.6	292.9	0	0
МУС	5	266.1	228.9	321.3	276.3	0	0	0	0	0	0	587.4	505.2	0	0

Таблиця 1.3

Прим.	t	ТЕПЛОВТРАТИ				ТЕПЛОПОНАДХОДЖЕННЯ				ВТРАТИ		НАДХОДЖЕННЯ			
		Основні	Інфільтрація	Вентиляція	Побутові	Від труб	ТЕПЛОТИ ВЗИМКУ	ТЕПЛОТИ ЛІТОМ	Вт	ккал/ч	кВт	год			
		Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/ч	кВт	год		
ПОВЕРХ	3	Тепловтри взимку 27.67 кВт (23798 Ккал/ч)				Теплонадходження влітку 0 кВт				в в 0 год					
201	22	1761	1515	0	0	519.6	446.8	0	0	0	0	2281	1961	0	0
202	22	712.5	612.7	0	0	313.2	269.4	0	0	0	0	1026	882.1	0	0
203	22	1432	1231	0	0	274.6	236.1	0	0	0	0	1706	1468	0	0
205	25	1098	944.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1098	944.5	0	0
205*	25	52.25	44.93	0	0	0	0	0	0	0	0	52.25	44.93	0	0
206	25	1144	983.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1144	983.6	0	0
206*	25	52.25	44.93	0	0	0	0	0	0	0	0	52.25	44.93	0	0
208	22	1432	1231	0	0	274.6	236.1	0	0	0	0	1706	1468	0	0
209	22	712.5	612.7	0	0	313.2	269.4	0	0	0	0	1026	882.1	0	0
210	22	1761	1515	0	0	519.6	446.8	0	0	0	0	2281	1961	0	0
211	22	626.7	539	0	0	166.4	143.1	0	0	0	0	793.1	682.1	0	0
211*	25	66.58	57.26	0	0	0	0	0	0	0	0	66.58	57.26	0	0
212	22	1123	966	0	0	184.9	159	0	0	0	0	1308	1125	0	0
213	20	282	242.5	0	0	0	0	0	0	0	0	282	242.5	0	0
213*	20	41.86	36	0	0	0	0	0	0	0	0	41.86	36	0	0
214	22	2216	1906	0	0	637.5	548.3	0	0	0	0	2854	2454	0	0
215	22	589.2	506.7	0	0	210.2	180.7	0	0	0	0	799.3	687.4	0	0
215*	25	75.36	64.81	0	0	0	0	0	0	0	0	75.36	64.81	0	0
216	22	589.2	506.7	0	0	210.2	180.7	0	0	0	0	799.3	687.4	0	0
216*	25	75.36	64.81	0	0	0	0	0	0	0	0	75.36	64.81	0	0
217	22	2216	1906	0	0	637.5	548.3	0	0	0	0	2854	2454	0	0
218	20	282	242.5	0	0	0	0	0	0	0	0	282	242.5	0	0
218*	20	41.86	36	0	0	0	0	0	0	0	0	41.86	36	0	0
219	22	1123	966	0	0	184.9	159	0	0	0	0	1308	1125	0	0
220	22	626.7	539	0	0	166.4	143.1	0	0	0	0	793.1	682.1	0	0
220*	25	66.58	57.26	0	0	0	0	0	0	0	0	66.58	57.26	0	0
КОР	18	498.3	428.5	476	409.4	0	0	0	0	0	0	974.3	837.9	0	0
ЛК1	18	433.2	372.6	476	409.4	0	0	0	0	0	0	909.2	781.9	0	0
ЛК2	18	362.2	311.5	0	0	0	0	0	0	0	0	362.2	311.5	0	0
МУС	5	292.1	251.2	321.3	276.3	0	0	0	0	0	0	613.4	527.5	0	0

2024.01.26 14-55'29 Житлова будівля із вбудованими громадськими приміщеннями

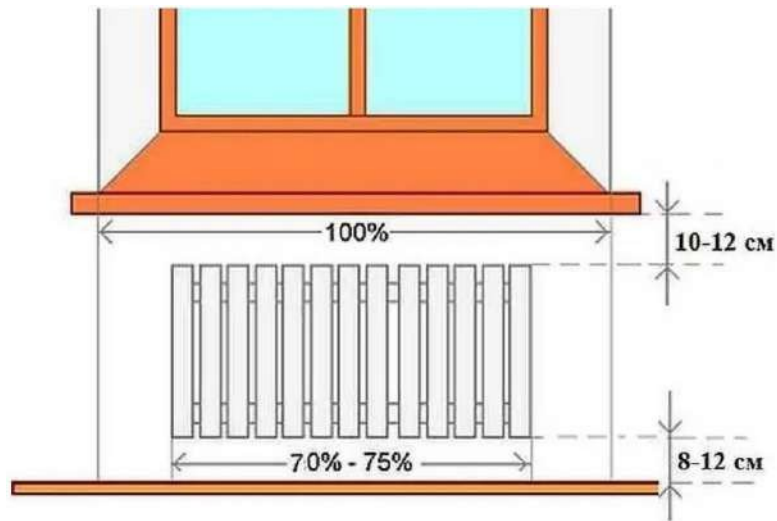
Шифр=SN1 стр.4

ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГОРОДЖЕНЬ ПРИМІЩЕНЬ

Таблиця 1.4

Позн.:	оріент.-:тнар.:	РОЗМІРИ,м	Кіл:	Коеф.:	Rt	Rv	ПЛОЩА,м2	НАДБАВКИ,%	К-во	Тдв,:	ВТРАТИ						
ТЕПЛА,Вт		X	Z	огор:	n	м2.С/:	м2.ч/:	Огор.-:Вклю-	Орі-:	Пол,	Вис	людей:	ч/	Основ-:	Інфіль		
ПРИМІТКИ						Вт	кг	чень	ент.:	двері:	ота	добу.:	ні	трація			
=====																	
ПОВЕРХ=2	ПРИМІЩЕННЯ=201	Температура повітря в приміщенні= 22.0															
	ПОВЕРХ=2	ПРИМІЩЕННЯ=201	Температура повітря в приміщенні= 22.0														
Стіна зовнішня стн	З	-22	8	4.2	1	1	4.2	9999	26.4	17.8	0	0	0	0	0	114.7	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	З	-22	2	2.5	1	1	0.78	0.2	5	0	0	0	0	0	0	314.3	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	З	-22	2.4	2.5	1	1	0.78	0.2	6	0	0	0	0	0	0	377.1	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	З	-22	1.8	2.5	1	1	0.78	0.2	4.5	0	0	0	0	0	0	282.9	0
Двері balkonні з бр	З	-22	0.92	2.5	1	1	0.8	0.13	2.3	0	0	0	0	0	0	144.6	0
Підлога - внутрішня перк18		3.1	6	1	1	1.3	0	18.6	0	0	0	0	0	0	57.23	0	
Підлога - внутрішня перк18		1.5	8.1	1	1	1.3	0	12.15	0	0	0	0	0	0	37.38	0	
Підлога - внутрішня перк18		2.2	1.4	1	1	1.3	0	3.08	0	0	0	0	0	0	9.477	0	
Підлога під еркером перк		-22	6	5.7	1	1	3.75	0	34.2	0	0	0	0	0	0	401.3	0
Всього теплопвтрати через огороження																1739	0
ПОВЕРХ=2	ПРИМІЩЕННЯ=202	Температура повітря в приміщенні= 22.0															
Стіна зовнішня стн	З	-22	5.65	4.2	1	1	4.2	9999	18.65	4.6	0	0	0	0	0	187.3	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	З	-22	0.92	2.5	1	1	0.78	0.2	2.3	0	0	0	0	0	0	144.6	0
Двері balkonні з бр	З	-22	0.92	2.5	1	1	0.8	0.13	2.3	0	0	0	0	0	0	144.6	0
Підлога - внутрішня перк18		3.4	3	1	1	1.3	0	10.2	0	0	0	0	0	0	31.38	0	
Підлога під еркером перк		-22	3.4	5.7	1	1	3.75	0	19.38	0	0	0	0	0	0	227.4	0
Всього теплопвтрати через огороження																735.2	0
ПОВЕРХ=2	ПРИМІЩЕННЯ=203	Температура повітря в приміщенні= 22.0															
Стіна зовнішня стн	С	-22	11.8	4.2	1	1	4.2	9999	38.94	14.25	0	0	0	0	0	329.2	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	З	-22	1.93	2.5	1	1	0.7	0.2	4.825	0	0	0	0	0	0	304.2	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	С	-22	1.6	2.5	1	1	0.7	0.2	4	0	0	0	0	0	0	251.4	0
4М1-10-4М1-10-4і(в 2Мм6	С	-22	1.25	2.5	1	1	0.7	0.2	3.125	0	0	0	0	0	0	196.4	0
Двері balkonні з бр	З	-22	0.92	2.5	1	1	0.7	0.13	2.3	0	0	0	0	0	0	144.6	0
Підлога - внутрішня перк18		4.63	1.6	1	1	1.3	0	7.408	0	0	0	0	0	0	22.79	0	
Підлога під еркером перк		-22	4.2	3.7	1	1	3.75	0	12.21	0	0	0	0	0	0	144.2	0
Підлога під еркером перк		-22	4.63	1.8	1	1	3.75	0	8.334	0	0	0	0	0	0	97.79	0
Всього теплопвтрати через огороження																1489	0





Потрібна потужність опалювального приладу відповідно до методики [4] розраховується за формулою:

$$\Phi_{o.n.} = 1,04 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot \Phi_{HL,i}, \text{ Вт}$$

де  $\Phi_{HL,i}$  – розрахункова теплова потужність системи опалення приміщення, Вт [4];

$b_2$  – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень, значення коефіцієнта  $b_2$  наведені в табл. 10 [4];

$b_3$  – коефіцієнт, що враховує місце та спосіб установки опалювальних приладів, визначається за даними рис. 5 [4];

$b_4$  -коефіцієнт, що враховує схему підключення опалювальних приладів, визначається за даними рис. 6 [4].

Підбір приладів системи опалення здійснюється сумісно з гідравлічним розрахунком СО у ліцензованій програмі АРС-ПС.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



$$P = (\zeta + \lambda \cdot \frac{l}{d}) \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

де  $\zeta$  – сума КМО на ділянці;  $\lambda$  – коефіцієнт, що враховує втрати тиску на подолання тертя по довжині труби (він же є коефіцієнтом Дарсі) та в'язкість речовини;  $l$  – довжина ділянки, м;  $\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>.

Гідравлічний розрахунок циркуляційних кілець системи опалення виконуємо у ліцензованому ПЗ АРС-ПС.

						ПЗ	Арк.
							23
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Розділ 2.  
Потреби у холодильній енергії

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.

## 2.1 Визначення надлишків теплоти

1. Теплонадходження від сонячної радіації визначаються в залежності від орієнтації світлового прорізу за сторонами світу, Вт:

$$Q_{\text{вікн}} = q_{\text{вікн}} \cdot F_{\text{вікн}} \cdot k,$$

де  $q_{\text{вікн}}$  – питомі теплонадходження від сонячного випромінювання, що залежить від розташування вікна відносно сторони світу, Вт/м<sup>2</sup>, табл. «Питома кількість теплоти від сонячної радіації» [4].

Таблиця 2.1

Питома кількість теплоти від сонячної радіації [4]

Орієнтація вікна	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Пн
$q_{\text{вікн}}$ , Вт/м <sup>2</sup>	190	250	240	240	350	470	370	0

Таблиця 2.2

Коефіцієнт наявності сонцезахисних елементів [4]

Захист	Відсутність захисту	Жалюзі	Штори	Зовнішній навіс
k	1	0,5	0,7	0,3

## 2. Теплонадходження через зовнішні огорожувальні конструкції

$$Q_{\text{ок}} = (t_{\text{зовн}} - t_{\text{вн}}) \cdot A_{\text{ок}} / R,$$

де  $t_{\text{зовн}}$ ,  $t_{\text{вн}}$  – розрахункова температура відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, °С, ( $t_{\text{зовн}} = 27$  °С);  $A_{\text{ок}}$  – площа огорожувальних конструкцій, м<sup>2</sup>;  $R$  – опір теплопередачі конструкції, м<sup>2</sup> °С/ Вт

## 3. Теплонадходження від внутрішніх джерел – ті, що від людей, освітлення та електричного обладнання.

### 3.1. Теплонадходження від людей

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n,$$



						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		
							25

де  $n$  - кількість людей в певному стані фізичної активності;  $q_l$  – теплонадходження від однією людиною, Вт/люд, табл. «Питома кількість теплоти від людей».

Таблиця 2.3

Питома кількість теплоти від людей [4]

Температура повітря, °С		Важкість виконуваної роботи				
		Робота фізична важка	Робота фізична середня	Робота фізична легка	Стан спокою (відпочинок)	Діти до 12 років
1		2	3	4	5	6
20	q <sub>л</sub> , Вт	291	204	151	116	58
25	q <sub>л</sub> , Вт	291	198	145	93	42
30	q <sub>л</sub> , Вт	291	198	145	93	42

### 3. 2. Теплонадходження від побутового обладнання

$$Q_e = N_e \cdot n \cdot \eta,$$

де  $n$  - кількість одиниць обладнання;

$N_e$  – номінальна потужність обладнання, Вт;

$\eta$  – коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову, приймається:

0,4 (телевізор, ноутбук...)...0,8 (кухонна техніка).

### 4. Сумарні теплонадходження в приміщення:

$$\sum Q = \sum Q_{вікн} + \sum Q_{зс} + \sum Q_{л} + \sum Q_e + Q_{вент}$$

Приміщення 203:

Світлопрозорі включення:  $Q_{вікн} = 2,8 \cdot 2,5 \cdot 470 \cdot 0,7 = 2320$  Вт.

Побутове обладнання:  $Q_e = 2 \cdot 100 \cdot 0,4 = 80$  Вт.

Люди:  $Q_{л} = 2 \cdot 116 = 232$  Вт.

Всього:  $\sum Q = 2320 + 80 + 232 = 2632$  Вт.

Розрахунок теплонадходжень інших квартир наведено у таблиці 2.4.

						ПЗ	Арк.
							26
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4

## Надходження теплоти у квартиру 1

Номер прим.	Призначення	Площа, м кв.	Теплонадходження, Вт від			Всього, Вт
			Люди	Освітлення	Обладнання	
203	Спальня	24,42	232	2320	80	2632
202	Спальня	24,27	232	1513	80	1825
201	Вітальня	45,33	604	2336	384	3324

Таблиця 2.5

## Надходження теплоти в адміністративне приміщення

Номер прим.	Призначення	Площа, м кв.	Теплонадходження, Вт від			Всього, Вт
			Люди	Освітлення	Обладнання	
2.2	Адміністративне приміщення	287,9	6728	8300	5800	20828

**2.2 Підбір обладнання холодопостачання**

Підбираємо фанкойли виробника GEА для підтримання комфортних умов у приміщення квартир. Джерелом холоду будуть теплові насоси «повітря-вода», що є джерелом теплоти у холодний період року.

ПЗ

Арк.

27

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

## Підбір обладнання

Номер прим.	Призначення	Площа, м кв.	Необхідна потужність, Вт	Фактична потужність, Вт	Номер системи	Тип системи
203	Спальня	24,42	2632	3000	Ф29	GF42
202	Спальня	24,27	1825	3000	Ф30	GF42
201	Вітальня	45,33	3324	4500	Ф31	GF53
2.2	Адміністративне приміщення	287,9	20828	22400	К1	PURY-P200YNW-A1

Для приміщення 2.2 адміністративного призначення підбираємо VRF систему з внутрішніми касетними блоками виробництва Mitsubishi Electric.

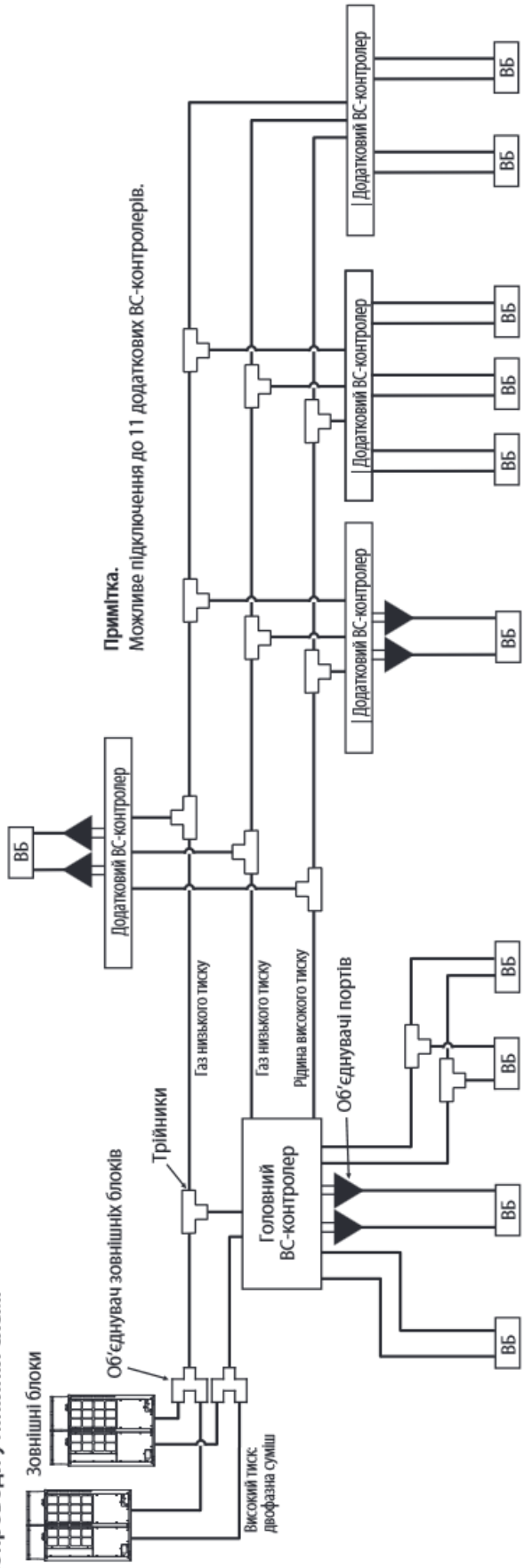
## Концепція HYBRID R2

- «М'яке» охолодження: відсутнє холодне повітря на виході внутрішніх блоків.
- Безшумне охолодження: немає шуму холодоагенту у внутрішніх блоках.
- Непомітне відтавання зовнішнього агрегату: температура води практично не зменшується.
- Утилізація енергоресурсів: рекуперація тепла в 2-трубній системі HYBRID R2.
- Охолодження і нагрівання: на спеціальних 2-трубних внутрішніх блоках Mitsubishi Electric (спрощена система розведення води).
- Кількість холодоагенту: кількість зменшено на 20~30 %.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Фреоноводи у лінійній схемі



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

# CITY MULTI G7 NEXT STAGE

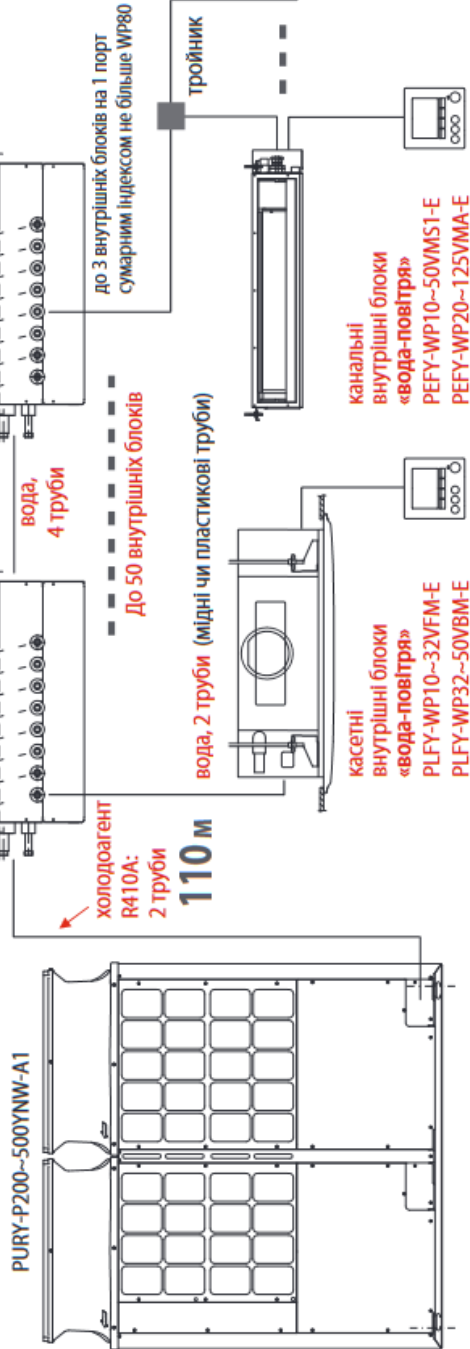
серія R2

PURY-P200~500YUW-A1

**НВС-контролер (додатковий)**  
СМВ-WM108/1016V-AB (8/16 портів)

**НВС-контролер (головний)**  
СМВ-WM108/1016V-AA (8/16 портів)

**Перепад висот**  
Зовнішній блок — внутрішні блоки:  
а) зовнішній вищий за внутрішні — 50 м;  
б) зовнішній нижчий за внутрішні — 40 м.  
Між внутрішніми приладами — 15 м.



**60 м**  
(от НВС-контролера до внутрєнного блока)

**110 м**

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

## Зовнішні блоки для системи HYBRID R2



Застосовуються високоефективні зовнішні блоки PURY-P200~500YNW-A1 серії «R2» в поєднанні зі спеціальними НВС-контролерами.

Фреонопровід на ділянці від зовнішнього блока до НВС-контролера складається з 2 труб: лінія високого і низького тиску. Проте система забезпечує одночасне охолодження і нагрівання повітря в обслуговуваних приміщеннях, організовуючи контур утилізації тепла.

Логіка роботи зовнішнього блока в режимі нагрівання може бути модифікована для роботи з пріоритетом теплопродуктивності або енергоефективності. Передбачений режим зниження рівня шуму, а також підвищення статичного тиску вентилятора зовнішнього агрегату до 80 Па.

Параметр		Модель	PURY-P YNW-A						
			200	250	300	350	400	450	500
Електроживлення			380 В, 3 фази, 50 Гц						
Охолодження	Продуктивність	кВт	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,0	56,0
	Споживана потужність	кВт	4,43	5,97	7,54	10,04	11,59	12,37	12,72
	Робочий струм	А	7,4	10,0	12,7	16,9	19,5	20,8	21,4
	Коефіцієнт продуктивності EER		5,05	4,69	4,44	3,98	3,88	4,04	4,40
	Діапазон зовнішніх температур	°C	-5 ~ +46°C за сухим термометром						
Нагрівання	Продуктивність	кВт	25,0	31,5	37,5	45,0	45,0	56,0	58,0
	Споживана потужність	кВт	4,71	6,06	8,38	10,68	13,65	13,48	15,28
	Робочий струм	А	7,9	10,2	14,1	18,0	23,0	22,7	25,7
	Коефіцієнт продуктивності COP		5,30	5,19	4,47	4,21	3,66	4,15	4,12
	Діапазон зовнішніх температур	°C	-20 ~ +15,5 °C за вологим термометром						
Індекс настановної потужності внутрішніх блоків			50 ~ 150 % від індексу продуктивності зовнішнього блока						

## НВС-контролери CMВ-WM108/1016V-AA/AB

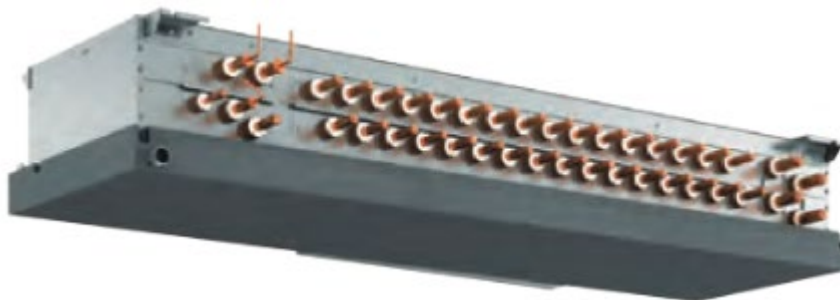
НВС-контролер спрямовує холодоагент, що надходить від зовнішнього блока, в пластинчасті теплообмінники «фреон-вода» і регулює процеси теплообміну в них.

У першому теплообміннику відбувається конденсація холодоагенту і нагрівання теплоносія, в другому — випаровування холодоагенту (після його попереднього дроселювання) й охолодження теплоносія.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Газоподібний холодоагент низького тиску повертається в зовнішній блок. Таким чином формуються 2 контури теплоносія: гарячий і холодний, які блоком 3-ходових клапанів спрямовується до внутрішніх блоків, що працюють у режимі нагрівання й охолодження повітря відповідно.

НВС-контролер оснащений двома економічними циркуляційними насосами для кожного з контурів, а також штуцером для підключення зовнішнього розширювального бака.



Параметр	Модель	Головні НВС-контролери		Додаткові НВС-контролери	
		СМВ- WM108V- AA	СМВ- WM1016V- AA	СМВ- WM108V- AB	СМВ- WM1016V- AB
Кількість портів, шт.		8	16	8	16
Індекс продуктивності внутрішніх блоків, що підключаються на один порт		P80 і менше			
Електроживлення		220-240 В, 1 фаза, 50 Гц			
Споживана потужність	кВт	0,450		0,01	0,01
Рівень звукового тиску	дБ(А)	41		-	-
Вага (з водою)	кг	86 (96)	978 (111)	44 (49)	53 (62)
Розміри Ш×Д×В	мм	1520×630×300	1800×630×300	1520×630×300	
Завод (країна)		MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION AIR-CONDITIONING & REFRIGERATION SYSTEMS WORKS (Японія)			

#### Касетний блок «HYBRID» PLFY-WP VBM-E

- Внутрішні блоки PLFY-WP призначені для використання виключно в системах
- «HYBRID R2». Друкований вузол внутрішнього блока підключається в сигнальну лінію M-NET.



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

- Вбудований низькошумний дренажний насос з напором 850 мм вод. ст. і датчик переповнення.
- У стандартній комплектації передбачена можливість підмішування свіжого повітря.
- Незалежна фіксація повітряних заслінок (тільки з настінного пульта PAR-40MAA).
- Регульований напір вентилятора.
- Спеціальна система повітрерозподілу запобігає забрудненню стелі.
- Повітряний фільтр у комплекті.



Параметр / Модель		PLFY-WP32VBM-E	PLFY-WP40VBM-E	PLFY-WP50VBM-E
Холодопродуктивність	кВт	3,6	4,5	5,6
Теплопродуктивність	кВт	4,0	5,0	6,3
Споживана потужність	Охолодження	кВт	0,04	0,05
	Нагрівання	кВт	0,03	0,04
Електроживлення		220-240 В, 1 фаза, 50 Гц		
Витрата повітря (низьк.-серед.-вис.)	м <sup>3</sup> /год.	780-840-900-960	780-840-900-960	780-900-1020-1140
Рівень шуму (низьк.-серед.-вис.)	дБ(А)	27-29-30-31	27-29-30-31	27-30-32-34
Вага (без води)	кг	22		
Розміри Ш×Д×В	мм	840×840×258 (декоративна панель 950×950×35)		
Об'єм теплообмінника	л	1,5		
Завод (країна)		MITSUBISHI ELECTRIC UK LTD, AIR CONDITIONER PLANT (Велика Британія)		

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



### 3.1 Теплопостачання громадської частини будівлі

Опалення адміністративних приміщень здійснюється VRF системою, розглянутою у попередньому розділі, що у теплий період року працює на охолодження, у перехідний період – на охолодження та/або обігрів.

Громадська частина будівлі (місця загального користування) опалюється електричним котлом, що розміщується у венткамері (1.5). Автоматика котла враховує зміну температури зовнішнього середовища по датчику зовнішньої температури (так званий температурний графік). Коректна гідравлічна робота забезпечується роботою запірної та регулюючої температури, розширювального баком.



Рис. 3.1 Принципова схема обв'язки котла

#### Електричний котел

Потужність котла напряму залежить від тепловтрат громадських приміщень. Для даного проєкту підбираємо котел виробництва фірми Bosh. За каталогом обираю два котла типу Tronic5000H14 номінальною потужністю

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

14 кВт кожен. Один буде обслуговувати приміщення загального користування (сходову клітину, тамбур, сміттекамеру), а інший громадські приміщення. Котел, що обслуговує приміщення загального користування розміщується у технічному приміщенні (1.4). Технічні характеристики – див. рис. 3.2-3.4.

	Одиниці	Тип опалювального котла (потужність)					
		Tronic 5000 H 4	Tronic 5000 H 6	Tronic 5000 H 8	Tronic 5000 H 10	Tronic 5000 H 14	Tronic 5000 H 18
Потужність опалення	кВт	3,96	5,94	7,92	9,9	13,86	17,82
Загальна потужність, макс.	кВт	4,1	6,1	8,1	10,1	14,1	18,1
Загальний показник ККД	%	99					
Кількість рівнів потужності	—	2			3		
Розподілення рівнів потужності	кВт	2-2	4-2	4-4	4-4-2	6-6-2	6-6-6
Напруга в мережі	V <sub>AC</sub>	3 x 400/230 (+6 % / -10 %)					
Сила струму	A	7	9	12	15	21	27
Вид захисту	—	IP40					
Кількість контакторів	—	2			3		
Шумоізоляція	—	Так					
Запобіжники опалювального котла	A	10	10	13	16	25	32
Розривна потужність головного вимикача	A	63					
Перемикання рівнів потужності (→ роздл 7.3, стор. 38)	кВт	2-4	4-6	4-8	4-6-8-10	6-8-12-14	6-12-12-18
Напруга керування (Увімк./Вимк.)	V <sub>AC</sub>	230 (+6 % / -10 %)					
Мін. поперечний розріз кабелю <sup>1)</sup>	мм <sup>2</sup>	5(4) x 2,5		5(4) x 4		5(4) x 6	
Запобіжний клапан (½ ")	бар	2,5					
Максимально допустимий робочий тиск води	бар	2,5					
Мінімальний робочий тиск	бар	0,8					
Максимальна температура котла	°C	90					
Об'єм води в опалювальному котлі	л	9,5					
Об'єм води в розширювальному баку (AG)	л	7					
Підключення прямої лінії	Дюйм	G¾					
Підключення зворотної лінії	Дюйм	G¾					
Вага (без води)	кг	36			40		
висота x ширина x глибина	мм	555 x 674 x 268					

Рис. 3.2 Технічні данні (викопіювання з технічного каталога)


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата
-----	--------	------	-------	--------	------

ПЗ				

Арк.
37



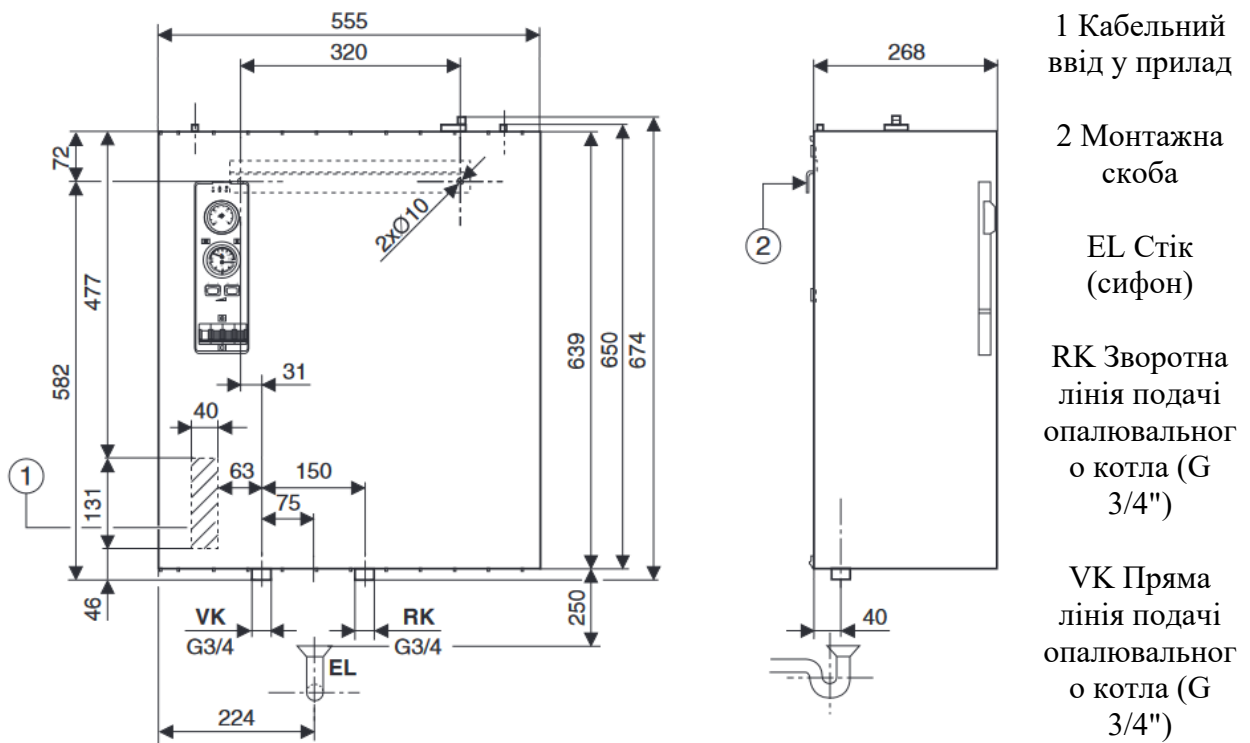


Рис. 3.4 Котел Tronic5000H14

### Насоси

Визначальними параметрами підбору насосів системи опалення є їх напір та витрата. Напір системи (P, м вод. ст.) визначається в ході гідравлічного розрахунку. Витрата води G (кг/с) СО залежить від теплової потужності (тепловтрат) та температурного діапазону функціонування системи опалення (80/60 град. С). Підбір виконується за графіками продуктивності насосів на сайтах або в каталогах фірм-виробників насосного обладнання. Для СО необхідно підібрати циркуляційний насос – тип за призначенням. Приймаємо трифазний з ЕС двигуном з максимально можливим ККД. Клас енергоефективності має бути рівня А або вище – для забезпечення мінімально необхідного класу ефективності «С» житлового будинку згідно чинного законодавства. У конструкції підбраного котла (рис. 3.3) передбачено циркуляційний насос (позиція 10), потужності якого є достатньо для

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

нормального функціонування системи, що проектується. Це підтверджено гідравлічним розрахунком.

### Розширювальний бак

Розширювальні баки служать для накопичення рідини, яка збільшує свій об'єм в процесі нагрівання. Вибір розширювального бака ґрунтується на загальному об'ємі рідини в системі, розрахунках робочої температури і перепаду тиску. Розташування бака відносно верху опалювальної системи також є важливим при підборі.

### Підбір розширювального баку електричного котла:

Об'єм води в системі опалення 29 літра

Середня температура теплоносія у розрахунковому режимі 80 °С

Питоме збільшення об'єму води в системі опалення 0,026 л/кг

Статичний тиск у системі опалення 0.10 бар

Початковий тиск газ. простору в баку 0.40 бар

Початковий експлуатаційний тиск 1.01 бар

Мінімальний внутрішній діаметр труби для приєднання бака до СО 15 мм

Корисна ємність 1 літр

Резервна експлуатаційна ємність 1 літр

Повна корисна ємність 2 літра

Мінімальний об'єм бака 1 літр

Об'єм бака з урахуванням резервної ємності 2 літра.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

40



Type	Capacity [l]	Pre-charge [bar]	Max. working pressure [bar]	Dimensions				Syst. conn. (E)	Weight [kg]
				A [mm]	B [mm]	Ø C [mm]	D [mm]		
Contraflex 2 - 0.5 bar	2	0.5	3.0	216	144	-	-	G <sup>3/4</sup> " M	1.5
Contraflex 2 - 1.5 bar	2	1.5	3.0	216	144	-	-	G <sup>3/4</sup> " M	1.5
Contraflex 4 - 0.5 bar	4	0.5	3.0	216	192	-	-	G <sup>3/4</sup> " M	1.8

### 3.2 Теплопостачання житлової частини будівлі

Джерело теплоти житлової частини будівлі є суміщенням з джерелом холоду і представлено тепловими насосами.

Тепловий насос повітря-вода (рис. 3.5) — це система, яка використовує тепло з оточуючого повітря для опалення будинків, гарячого водопостачання або для охолодження приміщень (рис. 3.6). Основним принципом роботи теплового насосу є використання циклу компресії-розширення (рис. 3.7).


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ				
41				

Арк.
41

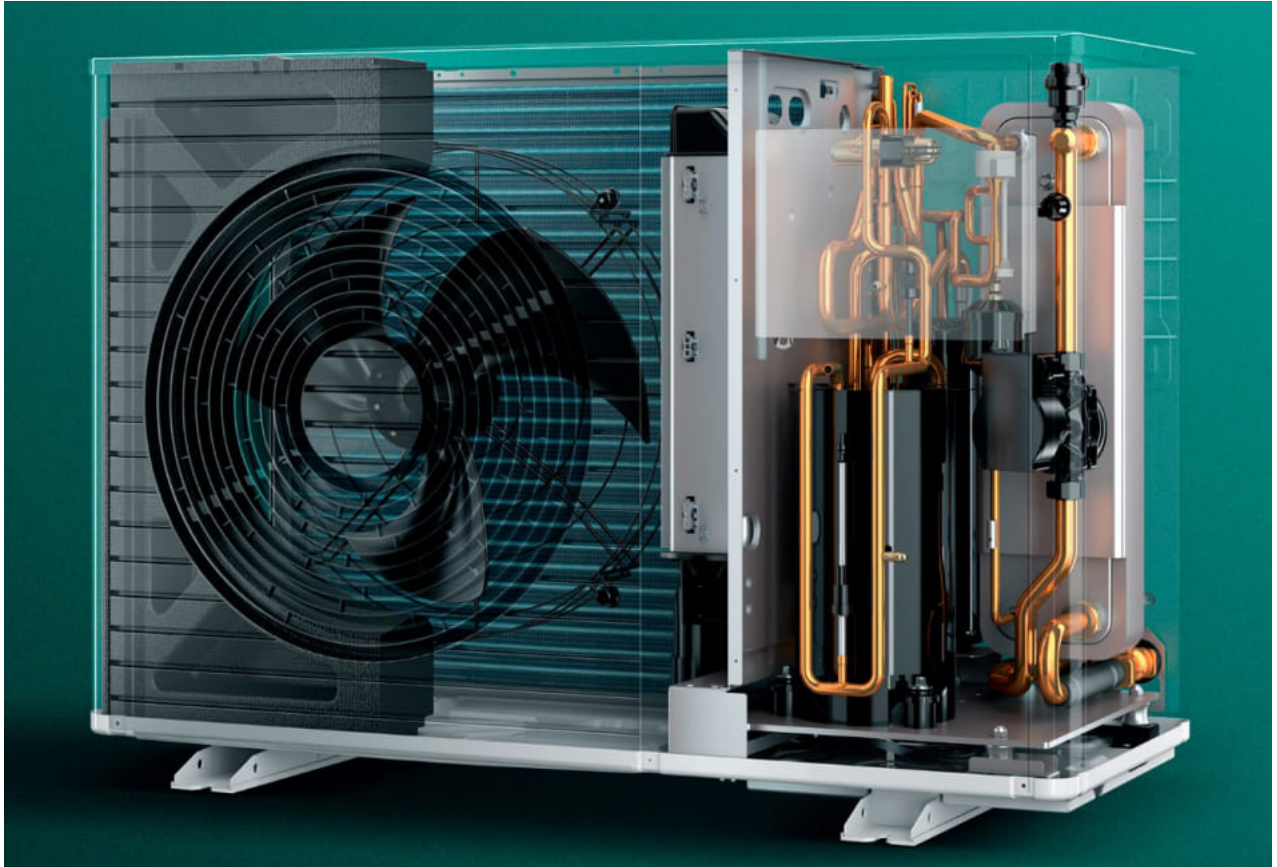


Рис. 3.5 Конструкція зовнішнього блоку теплового насоса (ККБ)


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

42

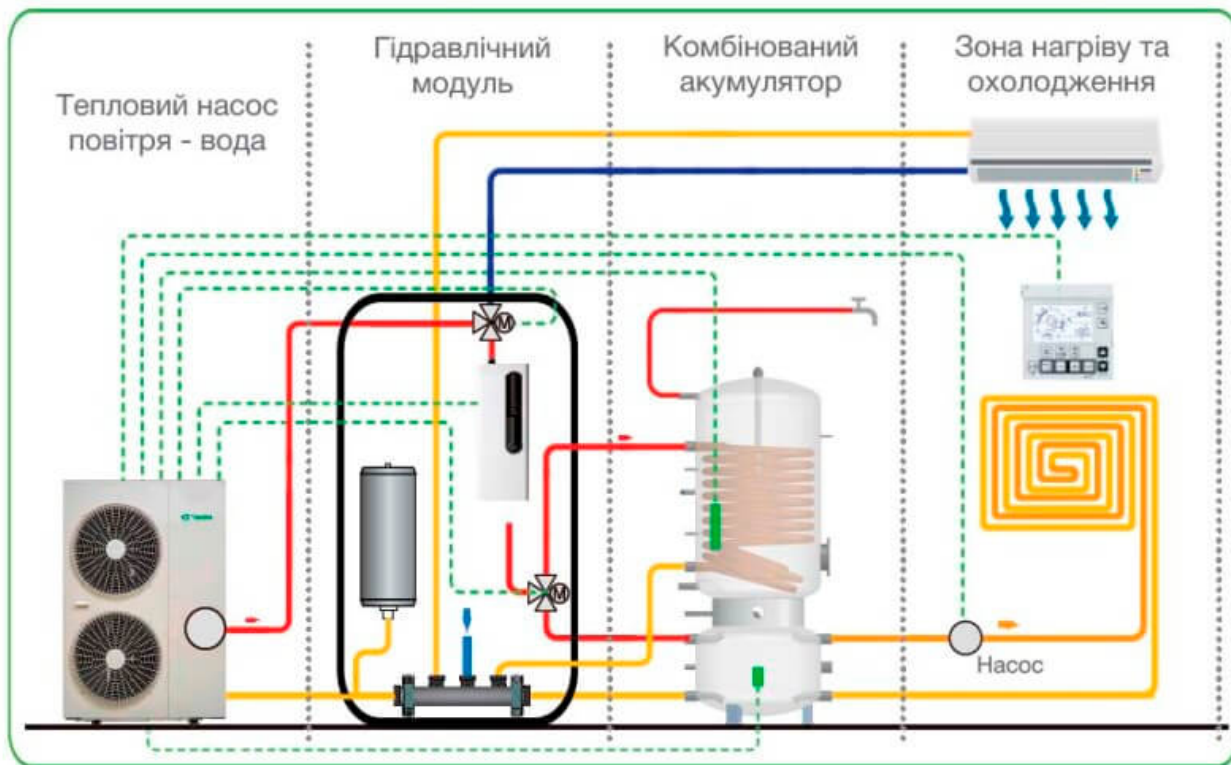


Рис. 3.6. Принципова схема функціонування насоса повітря-вода

## Принцип роботи теплового насоса



Рис. 3.7 Принцип роботи теплового насоса

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата





- економічність: для передачі в систему опалення 1 кВт теплової енергії установці необхідно затратити всього 0,2-0,35 кВт електроенергії;
- універсальність: джерело тепла (земля чи повітря) знайдеться на будь-якій ділянці, навіть розташованій далеко від газових магістралей та високовольтних ліній;
- безперебійне опалення будинку не залежить від примх погоди, постачальників дизельного палива або падіння тиску газу в мережі;
- спрощенні вимоги до систем вентиляції приміщень та високий рівень пожежної безпеки;
- всі процеси відбуваються в замкнутому герметичному контурі без відкритого полум'я чи диму;
- всі системи функціонують з використанням замкнутих контурів і практично не вимагають експлуатаційних витрат, крім вартості електроенергії, необхідної для роботи обладнання;
- реверсний режим роботи: влітку - охолоджує, взимку – нагріває;
- надійність і простота в обслуговуванні: в процесі експлуатації система не потребує спеціального обслуговування, управління не вимагає особливих навичок та описане в інструкції;
- компактність: модуль за розмірами не перевищує звичайний холодильник і практично безшумний;
- довговічність: термін служби становить понад 25 років.

Недоліками можна вважати:

- високу вартість обладнання;
- складний та дорогий монтаж зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів;


*ПЗ*

*Арк.*

*46*

<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>






Зростання вартості природного газу, а також підключення до електричних і теплових мереж без сумніву сприяє популяризації цієї альтернативної системи опалення. Вже зараз деякі забудовники та власники приватних будинків успішно її використовують. І їх кількість щороку збільшуватиметься.

							ПЗ	Арк.
								48
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			



#### 4.1 Законодавчі вимоги

При встановленні та підключенні електричних котлів у громадській частині будівлі та приміщенні загального користування, а також теплових насосів у житловій частині будівлі потрібно чітко дотримуватись вимог безпеки діючих в Україні норм:

-  "Правил технічної експлуатації теплових установок та мереж";
-  "НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні";
-  "НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском".

#### 4.2 Безпечне встановлення, експлуатація та обслуговування теплового насоса

- Усі види робіт зі встановлення, технічного обслуговування та усунення несправностей мають виконуватися кваліфікованим персоналом.
- Не залишайте легкозайmistі матеріали поблизу системи. Переконайтеся, що всі компоненти системи розташовані згідно з вимогами законодавства.
- У разі, якщо повітря у місці встановлення містить отруйні випари або пил, встановіть окрему систему підготовки повітря для пристрою.
- Не розміщуйте посудини для рідини та інші сторонні предмети на внутрішньому або зовнішньому блоках.
- Не розміщуйте легкозайmistі матеріали поблизу місця встановлення.

*ПЗ*

*Арк.*

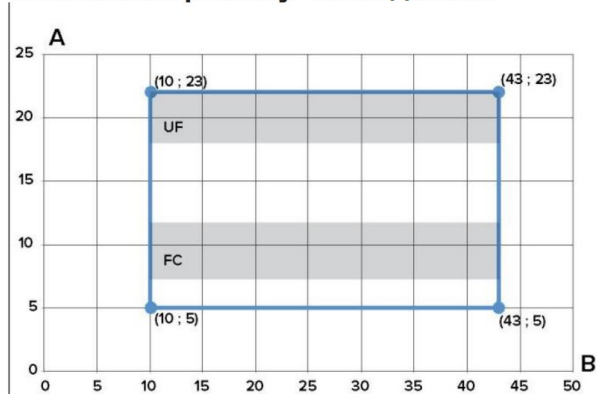
*50*

<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>



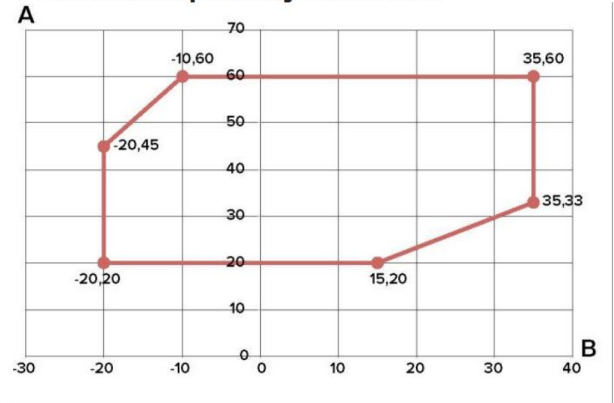
пристрою. У системах, розрахованих на великий об'єм води, а також у разі частого доливання води для підтримання постійного рівня рідини, треба використовувати для доливання тільки підготовлену воду. У разі, якщо потрібно виконати очищення системи, для її заповнення треба використовувати підготовлену воду. Переконайтеся, що максимальний тиск на рівні під'єднання до водопроводу не перевищує 5 бар. В іншому разі систему треба обладнати клапаном-редуктором тиску.

**Обмеження режиму охолодження**



А — Температура потоку води (°C)  
 В — Температура зовнішнього повітря (°C)

**Обмеження режиму опалення**



Приклад 1: В = 35 та А = 33

Рис. 4.1. Обмеження режимів охолодження та опалення теплового насосу

**Вибір місця встановлення**

- Не встановлюйте зовнішній блок у місці, де він буде оточений стінами.
- Не встановлюйте блок у низьких місцях. Холодне повітря опускається донизу і може спричинити коротке замикання.
- Не розміщуйте зовнішній блок у місцях, доступ до яких під час майбутніх монтажних робіт і технічного обслуговування буде ускладнено.
- Не розміщуйте блок поблизу джерел тепла.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

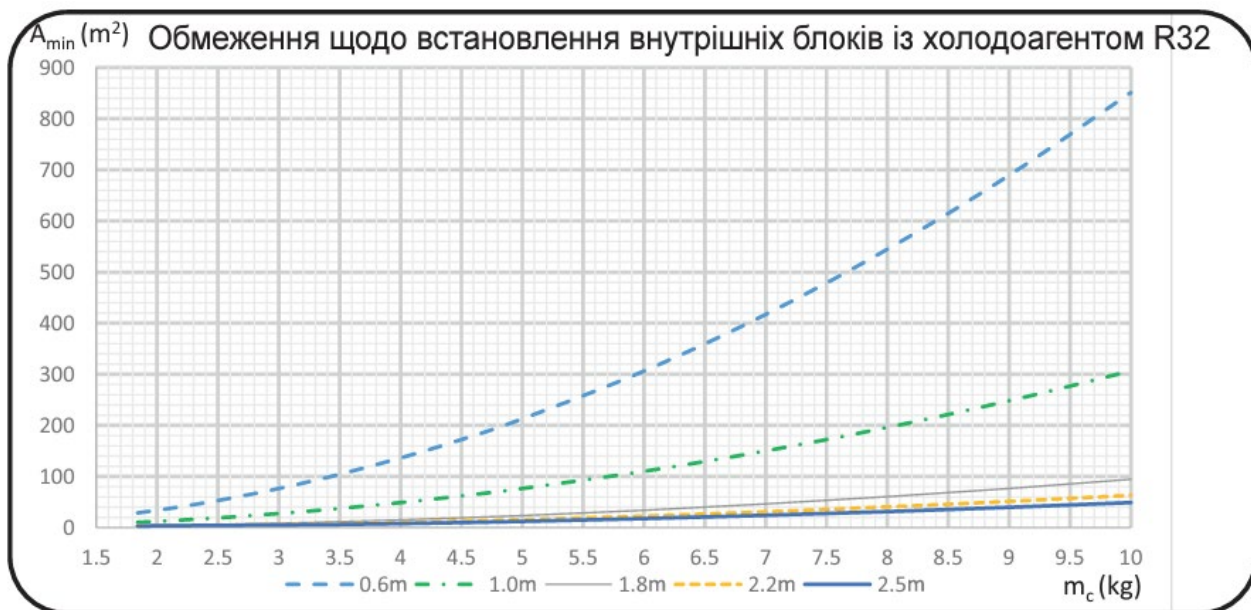
- Не розміщуйте зовнішній блок у місцях, де він перебуватиме під постійним впливом вібрації.
- Не розміщуйте зовнішній блок на конструкціях, що не здатні забезпечити достатню підтримку.
- Не допускайте розміщення у безпосередній близькості до газових балонів.
- Уникайте розміщення у місцях, де можливі випари оливи.
- Уникайте розміщення у місцях з певними умовами зовнішнього середовища.
- Оберіть місце, де шум і рух повітря, що виходить із зовнішнього блока, не турбуватимуть сусідів.
- Оберіть місце, захищене від вітру.
- Розташуйте пристрій з дотриманням визначених нормативами відстаней.
- Уникайте розміщення у місці, яке унеможлиблює доступ до роз'ємів, та/або у проходах.
- Структура поверхні ґрунту має витримувати масу зовнішнього блока і забезпечувати ефективно зниження рівня вібрацій.
- У разі встановлення зовнішнього блока в місці зі значною кількістю снігових опадів блок треба розташувати на висоті щонайменше 200 мм над звичайним рівнем снігового покриву або скористатися опорним кронштейном.
- У разі встановлення блока у місці з сильними вітрами рекомендовано використовувати вітрозахисні бар'єри.

На наведеному нижче графіку, в формулах і таблиці вказана мінімальна площа підлоги ( $A_{min}$ ), необхідна для встановлення внутрішнього блоку з системою холодоагенту, що містить певну заправку холодоагенту ( $m_c$ ) R32


						<i>ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

(холодоагент A2L), передбачаючи, що загальна висота приміщення не менше 2,2 метрів (відповідно до стандартів IEC 60335-2-40:2018 та EN 378-1:2016).

Для  $m_c < 1,84$  кг, стандарти IEC 60335-2-40:2018 та EN 378-1:2016 не встановлюють жодних обмежень щодо мінімальної площі підлоги. У цьому випадку необхідно переконатися, що місцеві нормативні акти не передбачають інших обмежень.



$A_{min} = (m_c / (2,5 \times (LFL)^{5/4} \times h_0))^2$  але не менше  $A_{min} = m_c / (SF \times LFL \times h_0)$

- $A_{min}$  : мінімальна площа установки внутрішнього блоку для заданої заправки холодоагенту  $m_c$  (кг) та враховуючи висоту установки  $h_0$  (м<sup>2</sup>)
- $h_0$  : висота встановлення нижньої сторони внутрішнього блоку + відстань від нижньої сторони внутрішнього блоку до найнижчої частини, з якої витік холодоагенту може потрапити у внутрішню зону
- $m_c$  : загальна заправка холодоагенту в системі, яку можна скинути у внутрішню зону, якщо не буде виявлено витоку холодоагенту.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

• LFL: нижня межа займистості для холодоагенту R32, встановлена на рівні 0,307 кг/м<sup>3</sup> відповідно до стандартів EN 378-1:2016 та ISO 817

• SF: коефіцієнт безпеки зі значенням 0,75.

Мінімальна площа підлоги приміщення, у якому встановлюється обладнання					
m <sub>c</sub> (kg)	A <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> )
	h <sub>0</sub> :0,6m	h <sub>0</sub> :1,0m	h <sub>0</sub> :1,8m	h <sub>0</sub> :2,2m	h <sub>0</sub> :2,5m
1,84	28,88	10,40	4,44	3,64	3,20
1,9	30,72	11,06	4,58	3,75	3,30
2,0	34,04	12,26	4,83	3,95	3,47
2,1	37,53	13,51	5,07	4,15	3,65
2,2	41,19	14,83	5,31	4,34	3,82
2,3	45,02	16,21	5,55	4,54	4,00
2,4	49,02	17,65	5,79	4,74	4,17
2,5	53,19	19,15	6,03	4,94	4,34
2,6	57,53	20,71	6,39	5,13	4,52
2,7	62,04	22,34	6,89	5,33	4,69
2,8	66,72	24,02	7,41	5,53	4,86
2,9	71,58	25,77	7,95	5,73	5,04
3,0	76,60	27,58	8,51	5,92	5,21
3,1	81,79	29,44	9,09	6,12	5,39
3,2	87,15	31,37	9,68	6,48	5,56
3,3	92,68	33,37	10,30	6,89	5,73
3,4	98,39	35,42	10,93	7,32	5,91
3,5	104,26	37,53	11,58	7,75	6,08
4,0	136,17	49,02	15,13	10,13	7,84
4,5	172,34	62,04	19,15	12,82	9,93
5,0	212,77	76,60	23,64	15,83	12,26
6,0	306,39	110,30	34,04	22,79	17,65
7,0	417,03	150,13	46,34	31,02	24,02
8,0	544,69	196,09	60,52	40,51	31,37
9,0	689,38	248,18	76,60	51,28	39,71
10,0	851,08	306,39	94,56	63,30	49,02



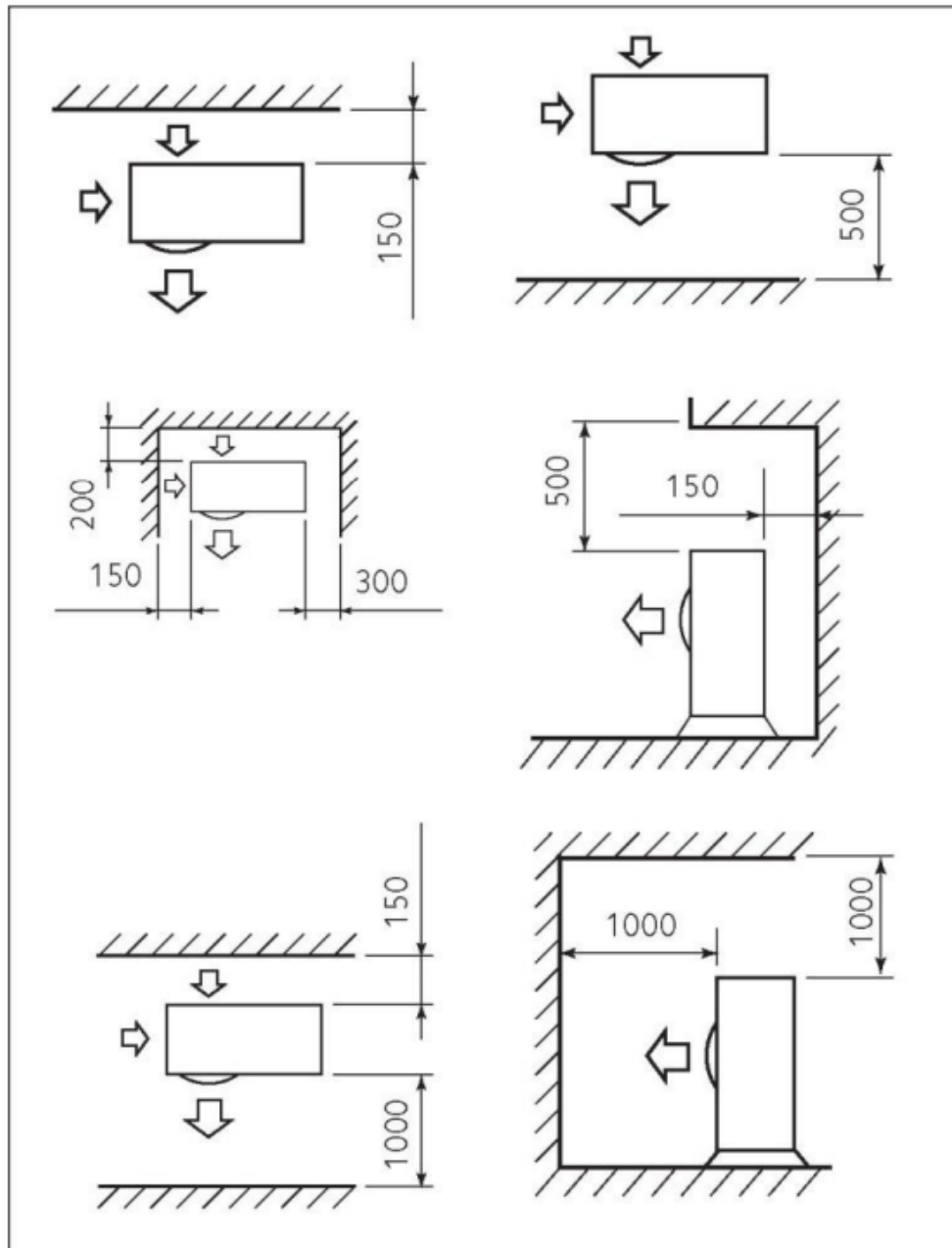
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

55

Місце встановлення блока повинно обиратися з урахуванням мінімальних проміжків у міліметрах, вказаних на рис. 4.2, де наведено мінімальні відстані для забезпечення нормальної роботи блока. Для недопущення надмірного шуму, відлуння та резонансів ці відстані треба збільшити, особливо з переднього боку пристрою. Висота бар'єрів спереду і з боків пристрою має бути меншою за висоту зовнішнього блока.




Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

56



Виготовлення та монтаж, налагодження та запуск роботи, реконструкція та частковий/капітальний ремонт котлів, їх компонентів повинні проводитися виключно підприємствами (організаціями), які мають необхідні технічні ресурси та відповідні державні дозволи (ліцензії) для якісного виконання цих робіт. Це стосується органів з питань праці та служби зайнятості.

Для кожного котла обов'язково потрібен паспорт інструкції з монтажу та експлуатації, які повинні бути українською мовою. Пуск котла в експлуатацію можливий лише після проходження технічного випробування та отримання відповідних дозволів на експлуатацію.

На кожному етапі роботи з котлами відповідальність за їх ремонт та безпечну експлуатацію несе навчений персонал, який також відповідає за проведення медичних оглядів, професійну підготовку та атестацію згідно з відповідними стандартами.

Контрольні процедури визначаються згідно з інструкціями роботодавця. При тиску вище 14 бар, перевірки манометрів, запобіжних клапанів та рівня води проводяться щонайменше один раз на зміну та принаймні раз на день.

Процедури перевірки включають:

- Перевірку манометра, вирівнювання та порівняння з вимірним показником.
- Перевірку запобіжного клапана, активне відкриття на короткий період.
- Використання аварійного живлення для тимчасової роботи.
- Сигналізація та автоматичні захисні пристрої за встановленим графіком та інструкціями.

Необхідно негайно вимкнути котел, якщо це зазначено в інструкції виробника, а також у випадках виявлення несправностей запобіжних пристроїв, відхилення тиску або рівня води від допустимих значень, втрати електропостачання, та інших аварійних ситуацій.

При експлуатації, пуску та налагодженні електричного котла також потрібно дотримуватися важливих правил техніки безпеки:

1. Електробезпека: Переконайтеся, що всі електричні з'єднання та компоненти котла належним чином заземлені та ізольовані від вологи, щоб уникнути ризику ураження електричним струмом.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

2. Пожежна безпека: Упевніться, що котел правильно встановлено та відповідає всім вимогам щодо відстані до горючих матеріалів. Також перевірте роботу автоматичних систем виявлення пожежі та газового виявлення.
3. Вентиляція: Забезпечте належну вентиляцію для електричного котла, щоб уникнути накопичення газів або парів, які можуть бути шкідливими для здоров'я.
4. Користування інструкцією: Перш ніж розпочати роботу з електричним котлом, ретельно прочитайте інструкцію з монтажу та експлуатації, щоб правильно зрозуміти процес налагодження та експлуатації.
5. Перевірка перед використанням: Перед пуском котла в експлуатацію перевірте стан всіх компонентів та систем безпеки, включаючи запобіжний клапан, манометр, систему вентиляції та аварійне вимкнення.
6. Нагляд за роботою: Уважно спостерігайте за роботою електричного котла під час першої експлуатації та налагодження, щоб вчасно виявити будь-які потенційні проблеми або несправності.

Дотримання цих правил техніки безпеки допоможе забезпечити безпечну та ефективну експлуатацію електричного котла, зменшуючи ризики аварій та зберігаючи надійність його роботи.

						<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
							59
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 5.  
Вплив на навколишнє середовище

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			Арк.
						ПЗ		60

## 5.1 Вплив електричних котлів на навколишнє середовище

Використання електричних котлів впливає на навколишнє середовище в контексті екологічної стійкості та сталого розвитку. Перед тим, як розглядати вплив, розглянемо саму природу електричних котлів та їх функціонування.

Електричний котел - це пристрій, який перетворює електричну енергію на теплову енергію для опалення приміщень та нагрівання води. Основними компонентами електричного котла є нагрівальний елемент, контрольні сенсори та система регулювання.

Відповідно, вплив на навколишнє середовище використання електричних котлів може бути оцінений з погляду таких аспектів:

1. **Викиди в атмосферу:** Електричні котли не мають прямих викидів шкідливих газів у повітря, таких як вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), оксиди азоту ( $\text{NO}_x$ ) чи сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Це робить їх відмінним варіантом для зменшення забруднення повітря та запобігання здоров'ю шкідливих впливів.
2. **Використання електроенергії:** Електричні котли працюють за принципом перетворення електроенергії, яка часто виробляється з використанням різних джерел енергії, таких як вугілля, газ, атомна енергія, вітряна або сонячна енергія. Тому, екологічний вплив використання електричних котлів може залежати від того, наскільки чистим є джерело вироблення електроенергії.
3. **Енергоефективність:** Ефективність використання електричних котлів може варіювати залежно від технологій, їх регулювання та інших факторів. Зменшення втрат енергії та оптимізація електричних систем може позитивно вплинути на екологічний відбиток.


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

*ПЗ*

*Арк.*

*61*

Екологічність використання електричних котлів залежить від джерела електричної енергії. Джерела енергії класифікуються таким чином:

1. Вископне паливо (вугілля і горючі сланці, нафта, природний газ);
2. Ядерна і термоядерна енергія;
3. Відновлювані енергетичні ресурси (енергія води, вітру, сонця, термальних вод, деревини, торфу тощо).

Виробництво енергії істотно впливає на стан довкілля. Спалювання вископного тврдого та рідкого палива супроводжується виділенням сірчистого, вуглекислого і чадного газів, а також оксидів нітрогену, пилу, сажі та інших забруднювальних речовин. Видобуток вугілля відкритим способом, як і торфорозробки, ведуть до зміни природних ландшафтів, а іноді й до їх руйнування. Розливи нафти і нафтопродуктів при видобутку і транспортуванні здатні знищити все живе на величезних територіях (акваторіях).

Не кращим чином на ландшафтах, рослинному і тваринному світі позначається створення інфраструктури, необхідної для вугле-, нафто-та газовидобутку.

Атомна енергетика є потенційно небезпечною через можливі аварії на енергоустановах, що супроводжуються викидом у довкілля радіоактивних матеріалів. Ядерні відходи залишаються небезпечними протягом сотень і тисяч років. Особливо актуальною ця тема є для України, котра постраждала від наслідків вибуху на Чорнобильській АЕС.

В останні роки політики і населення висловлюють побоювання через загострення глобальних екологічних проблем, таких як кислотні опади та зміна клімату, і вперспективі вплив цих процесів на довкілля. І, хоча, енергію можна одержувати екологічнішими способами, використовуючи відновлювані джерела енергії (сонце, вітер, термальні води, деревину та відходи


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

сільськогосподарського виробництва), необхідно усвідомлювати, що способу отримання енергії, який би зовсім не шкодив довкіллю, не існує.

У цій ситуації найраціональнішим рішенням слід вважати енергоефективне використання енергетичних ресурсів. Саме воно повинно стати пріоритетним у стратегії розвитку будь-якої країни, адже запаси традиційних джерел енергії обмежені.

Негативний вплив на довкілля різних видів діяльності, пов'язаних з виробництвом енергії полягає в наступному:

- видобуток вугілля відкритим способом призводить до зміни природного ландшафту і навіть до його руйнування;
- спалювання викопного палива супроводжується виділенням сірчистого, вуглекислого та чадного газів, а також оксидів нітрогену, пилу, сажі та інших забруднюючих речовин;
- використання атомної енергії приводить до ризику аварій, подібних до Чорнобильської, які, супроводжуються викидом радіоактивних речовин у природне середовище та викликають проблеми переробки ядерних відходів та їх захоронення, що обходиться дуже дорого і не має надійного інженерного рішення;
- будівництво та експлуатація великих гідроелектростанцій приводить до: відселення людей із зони затоплення; знищення цінних видів прохідних і напівпрохідних риб, для яких греблі стають нездоланими перешкодами на шляху до нерестовища; втрати лісів і високородючих заплавлених земель; збільшення ризику виникнення руйнівних землетрусів у передгірних і гірських районах; підвищення ризику катастрофічних повеней у місцевостях, що знаходяться нижче за


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ				

Арк.
63

течією; зміни ландшафтів і їх руйнування; втрати джерел доходу частиною місцевого населення.

Незважаючи на очевидні переваги, відновлювані джерела енергії також можуть негативно впливати на довкілля. Експлуатація станцій, які виробляють енергію за допомогою відновлюваних енергетичних джерел, пов'язана з вилученням з обігу значних земельних ділянок і, ймовірно, в майбутньому буде супроводжуватися тими чи іншими негативними наслідками для довкілля: змінами ландшафтів (вітряки, сонячні батареї), підвищеним рівнем шуму (вітряки), забрудненням ґрунтів (геотермальні енергоустановки та установки, які працюють на біомасі), згубними впливами на інші природні ресурси (припливно-відпливні електростанції). Крім того, ці енергоустановки зазвичай мають невелику потужність і можуть використовуватися не скрізь (вітряки, сонячні батареї, геотермальні і припливно-відпливні електростанції, метантенки).

## 5.2 Вплив теплових насосів та VRF системи на навколишнє середовище

Вплив на навколишнє середовище використання теплових насосів також може бути розглянутий з врахуванням декількох ключових аспектів:

1. Використання природного тепла: Теплові насоси використовують природне тепло, яке вже існує в навколишньому середовищі, таке як тепло землі, води або повітря. Це дозволяє їм бути енергоефективними та зменшувати використання традиційних джерел енергії, таких як вугілля або газ, та відповідно зменшувати викиди CO<sub>2</sub>.
2. Мінімізація викидів: Теплові насоси мають значно менші викиди шкідливих газів порівняно з традиційними опалювальними системами,


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

64





Розділ 6.  
Автоматизація

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							67

## 6.1 Автоматизація роботи електричного котла

Автоматизація електричного котла включає в себе використання різноманітних систем і технологій для оптимізації його роботи, підвищення ефективності та зручності управління.

1. Інтегрований термостат: Котел Tronic5000H14 обладнаний інтегрованим термостатом, який регулює температуру опалення в приміщенні, дозволяючи забезпечити комфортні умови і економію електроенергії.
2. Програмований таймер: Котел Tronic5000H14 має функцію програмованого таймера, що дозволяє налаштувати графік роботи котла на основі розкладу дня користувача, що сприяє оптимізації використання електроенергії.
3. Дистанційне керування через Wi-Fi: Tronic5000H14 підтримує функцію дистанційного керування через Wi-Fi, що дозволяє користувачеві керувати котлом за допомогою мобільного додатку з будь-якої точки з доступом до Інтернету.
4. Енергозберігаючі режими: Котел Tronic5000H14 має вбудовані енергозберігаючі режими, які автоматично знижують споживання електроенергії в періоди низького попиту на тепло.
5. Діагностика та моніторинг стану: Котел Tronic5000H14 включає систему моніторингу та діагностики, яка автоматично виявляє можливі проблеми та надає користувачеві інформацію про стан котла та рекомендації щодо обслуговування.
6. Автоматичний режим "Відпустка": Ця функція дозволяє користувачам встановлювати тимчасовий режим економії енергії, коли вони відсутні з дому. Котел автоматично підтримує мінімальну температуру, що дозволяє зменшити споживання електроенергії під час відсутності.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



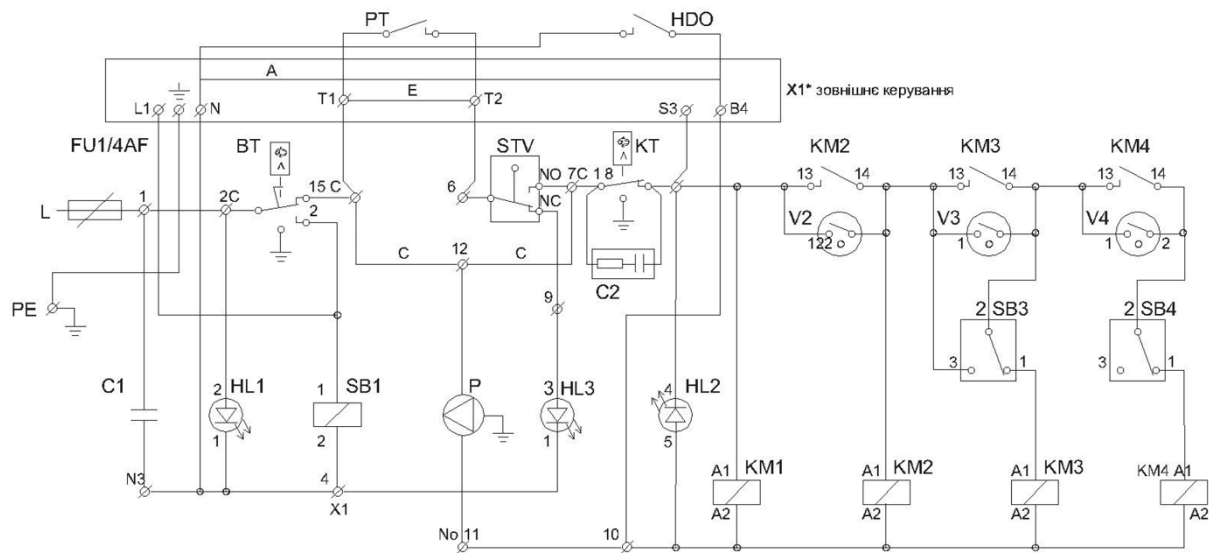


Рис. 6.1 Схема з'єднань котла Tronic5000H14

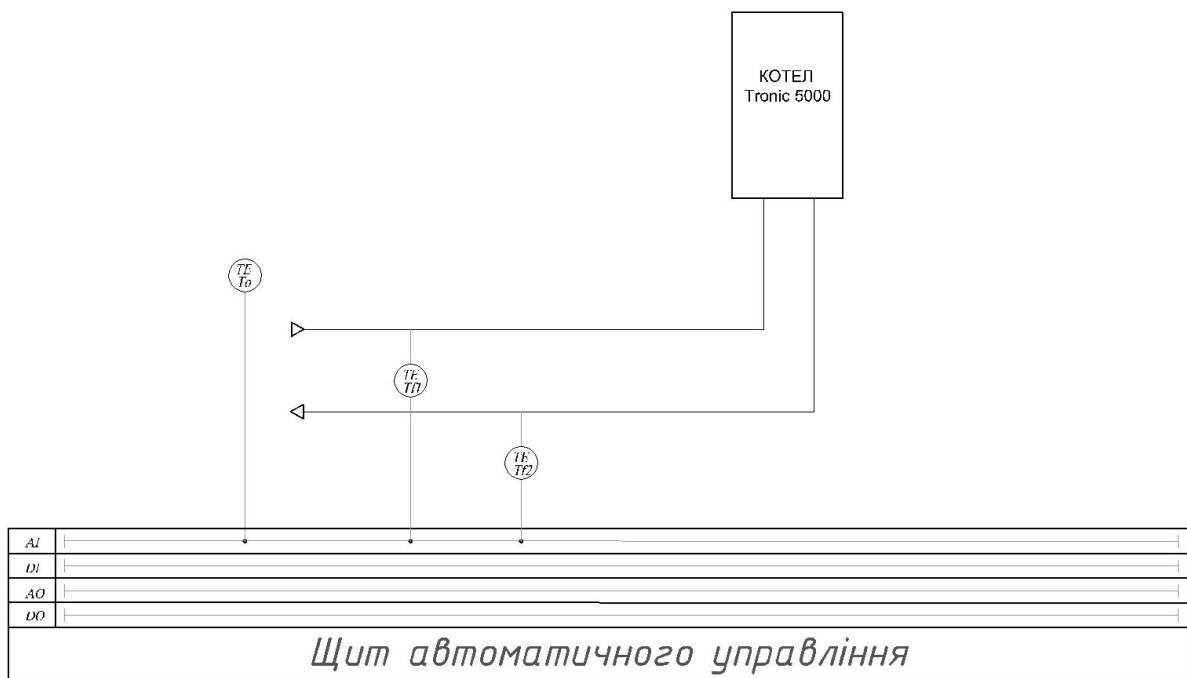


Рис. 6.2 Щит автоматичного керування Tronic5000H14

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		
							70

## 6.2 Автоматизація роботи теплового насоса

Автоматизація теплового насосу включає в себе:

1. Система адаптивного керування: Тепловий насос може бути оснащений системою, яка автоматично регулює робочі режими залежно від змін у середовищі, таких як температура повітря або ґрунту.
2. Дистанційне керування через Інтернет: Користувач може керувати насосом з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, що забезпечує зручність та доступність керування навіть на відстані.
3. Термостатичне керування: Вбудований термостат автоматично регулює температуру в приміщенні, що забезпечує комфортні умови та економію електроенергії.
4. Енергозберігаючі режими: Тепловий насос має функцію, яка автоматично зменшує його споживання електроенергії у періоди низького попиту на тепло.
5. Система моніторингу та діагностики: Вбудована система автоматично виявляє можливі проблеми та надає користувачеві відповідну інформацію.
6. Система захисту від аварій: Тепловий насос може бути обладнаний системою, яка автоматично відключає його в разі виникнення небезпечних ситуацій, таких як перегрів чи низький тиск.

Керування роботою теплового насосу здійснюється за допомогою кімнатного датчика температури, вбудований режим керування залежить від погоди, що дозволяє налаштувати максимально комфортну температуру для кожної пори року, а завдяки віддаленому керуванню і тижневому таймеру, можливе керування агрегатом із будь-якої точки будинку та за допомогою контролерів для теплових насосів (рис. 6.3).


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

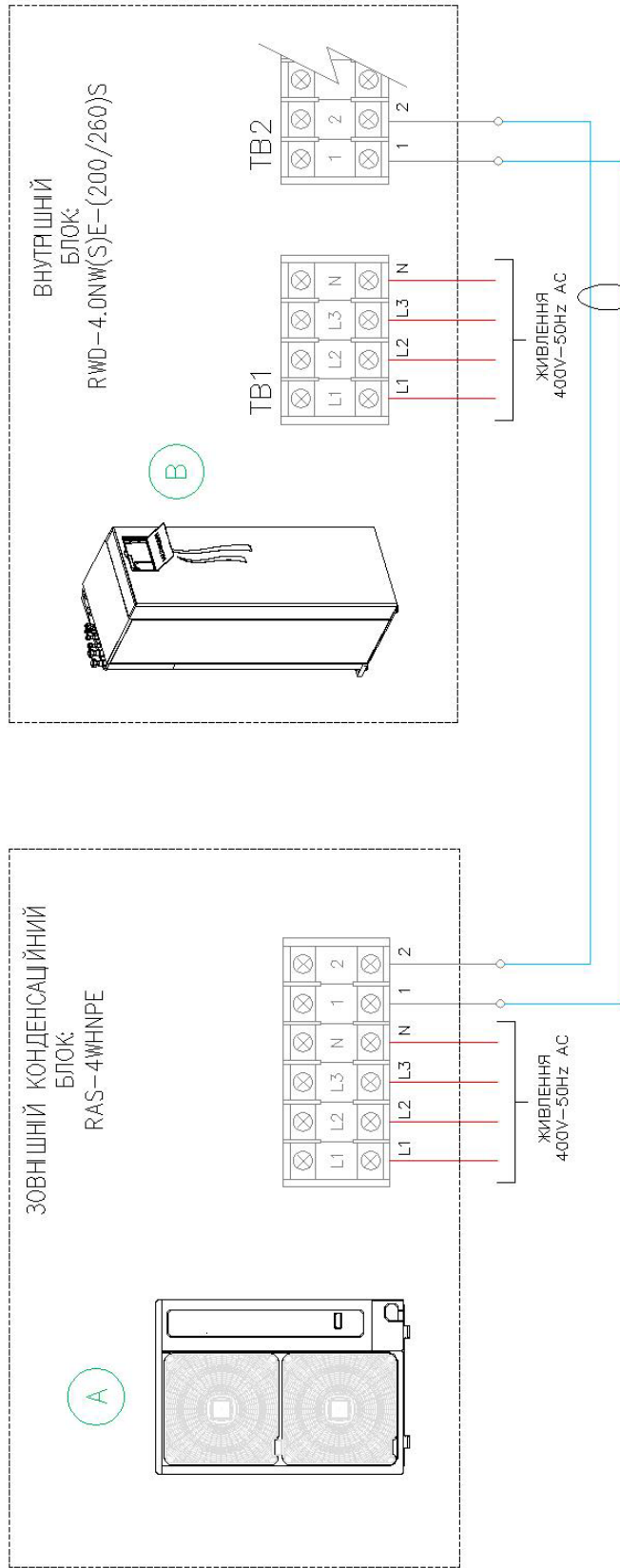
71



Рис. 6.3 Контролер для теплових насосів

						ПЗ	Арк.
							72
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

## ЛОГІЧНЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ ТРИФАЗНИХ МАШИН



ЛІНІЙНА ШИНА H-LINK LOGIC:  
 ПОЛЯРИЗОВАНИЙ ЕКРАНОВАНИЙ СКРУЧЕНИЙ  
 ПОДВІЙНИЙ КАБЕЛЬ АБО ПОЛЯРИЗОВАНИЙ  
 ЕКРАНОВАНИЙ ДВОПАРНИЙ КАБЕЛЬ З ПЕРЕРІЗОМ  
 2x0,75 мм<sup>2</sup>.  
 ПІДКЛЮЧАЙТЕ ЛИШЕ ОДИН З ДВОХ КІНЦІВ РОЗЕТКИ  
 ДО ЗАЗЕМЛЕННЯ, З'ЄДНУЙТЕ КІНЦІ ПРОВІДНИХ  
 БЛОКІВ ТА ІЗОЛЮЙТЕ ОСТАННІЙ КІНЕЦЬ.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

### 6.3 Автоматизація роботи VRF системи

Принцип роботи двотрубної VRF системи паралельно у двох режимах – опалення та охолодження базується на використанні НВС-контролера (рис. 6.5 та Рис. 6.6). В НВС-контролер знаходиться сепаратор газ/рідина, що дозволяє по одній трубці від зовнішнього блоку доставляти суміш (2 фази) гарячого газу для режиму обігріву та рідини для режиму охолодження. В НВС-контролері суміш розділяється, і потрібна фаза прямує в кожен блок у відповідності з діючим режимом роботи.



Рис. 6.5 Робота двотрубної VRF системи паралельно у двох режимах


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

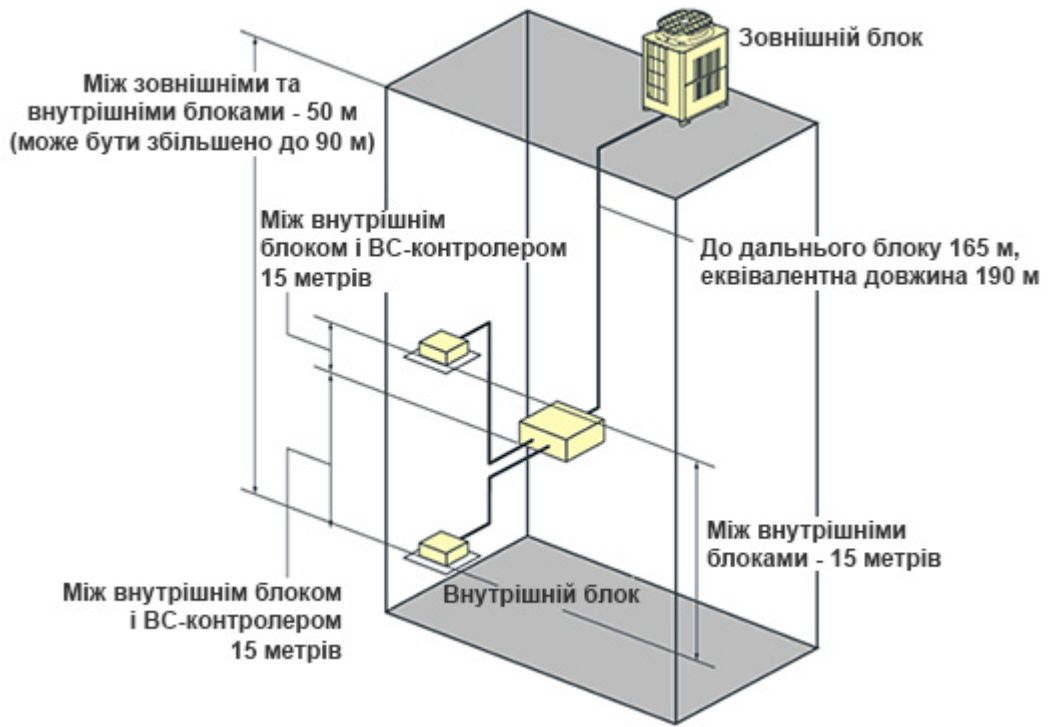


Рис. 6.6 Максимальні відстані між внутрішніми та зовнішнім блоками

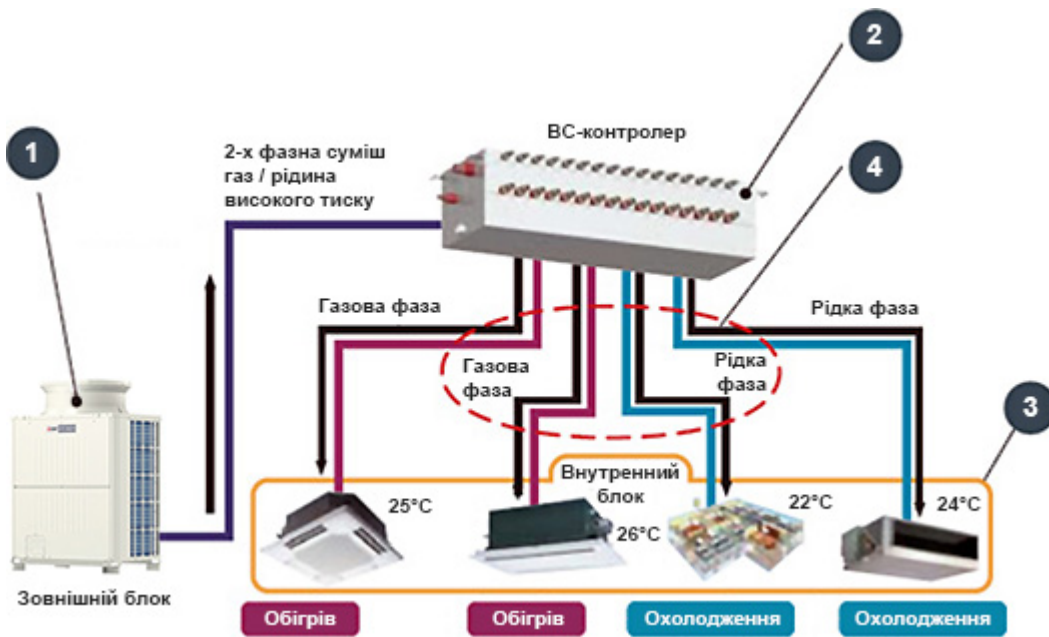


Рис. 6.7 Робота CH Vox двотрубної VRF системи

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Пояснення до Рис. 6.7:

- 1 Високий або низький тиск подається в залежності від частоти обертання компресора, в якому працює теплообмінник.
- 2 2-х фазна суміш газ/рідина з зовнішнього блоку направляється сепаратором ВС-контролеру в рідинну і газову магістралі.
- 3 Регулювання витрати холодоагенту з різниці температур на вході і виході.
- 4 ВС-контролер розподіляє холодоагент в кожний внутрішній блок залежно від режиму, у якому він працює.



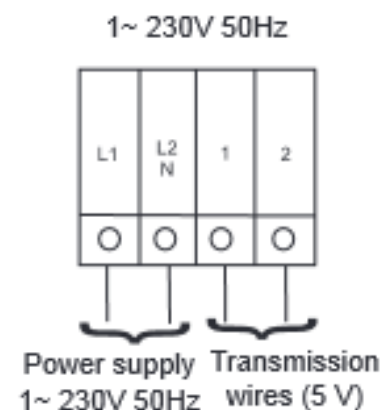
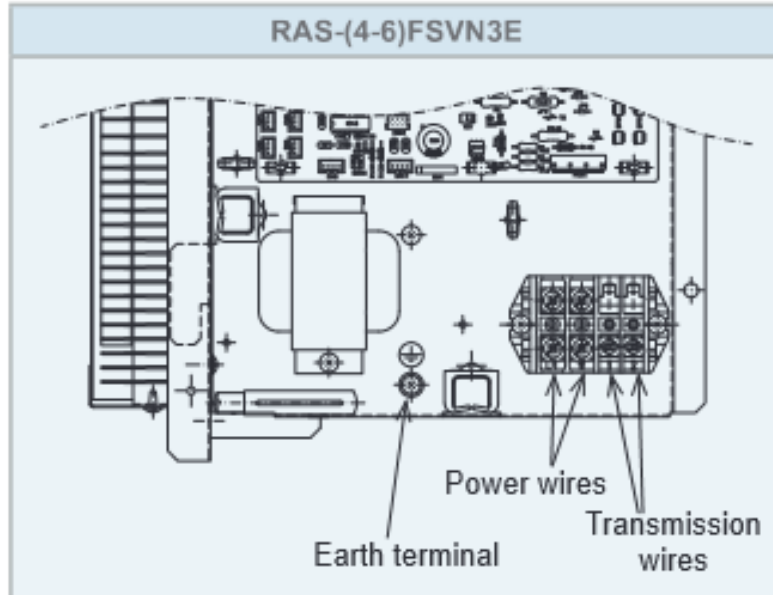
Рис. 6.7. Ефективність інверторного компресора


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Застосування інверторного компресора економить енергію з кількох причин:

- ✓ компресор змінює продуктивність у відповідності з завантаженістю внутрішніх блоків, таким чином, споживається мінімальна кількість електроенергії;
- ✓ коли система завантажена частково, ефективність інверторної системи значно вище, ніж неінверторної (неінверторна система може працювати тільки на 100%, але, як правило, системи працюють при частковому завантаженні);
- ✓ використання тільки інверторних компресорів у всіх зовнішніх блоках дозволяє знизити пусковий струм і плавно регулювати продуктивність в залежності від навантаження.

Правильне підключення електричної проводки для зовнішнього блоку показано нижче:



Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

1. Використовуючи відповідний кабель, під'єднайте ланцюг живлення до відповідних клем, як показано на етикетці електропроводки та малюнку нижче. Під'єднайте кабелі живлення L1 і N (для 230 В 50 Гц) або L1, L2, L3 і N (для 400 В 50 Гц) до клемної колодки, а заземлюючий провід – до гвинта заземлення в опорній плиті електричної коробки.

2. Під'єднайте дроти передачі між зовнішнім і внутрішнім блоками до клем 1 і 2 на клемній панелі.

3 Закріпіть кабель затискачем, який постачається в електричній коробці, щоб забезпечити розвантаження.

4 Прокладаючи кабель, переконайтеся, що він не перешкоджає встановленню кришки для зовнішнього обслуговування.

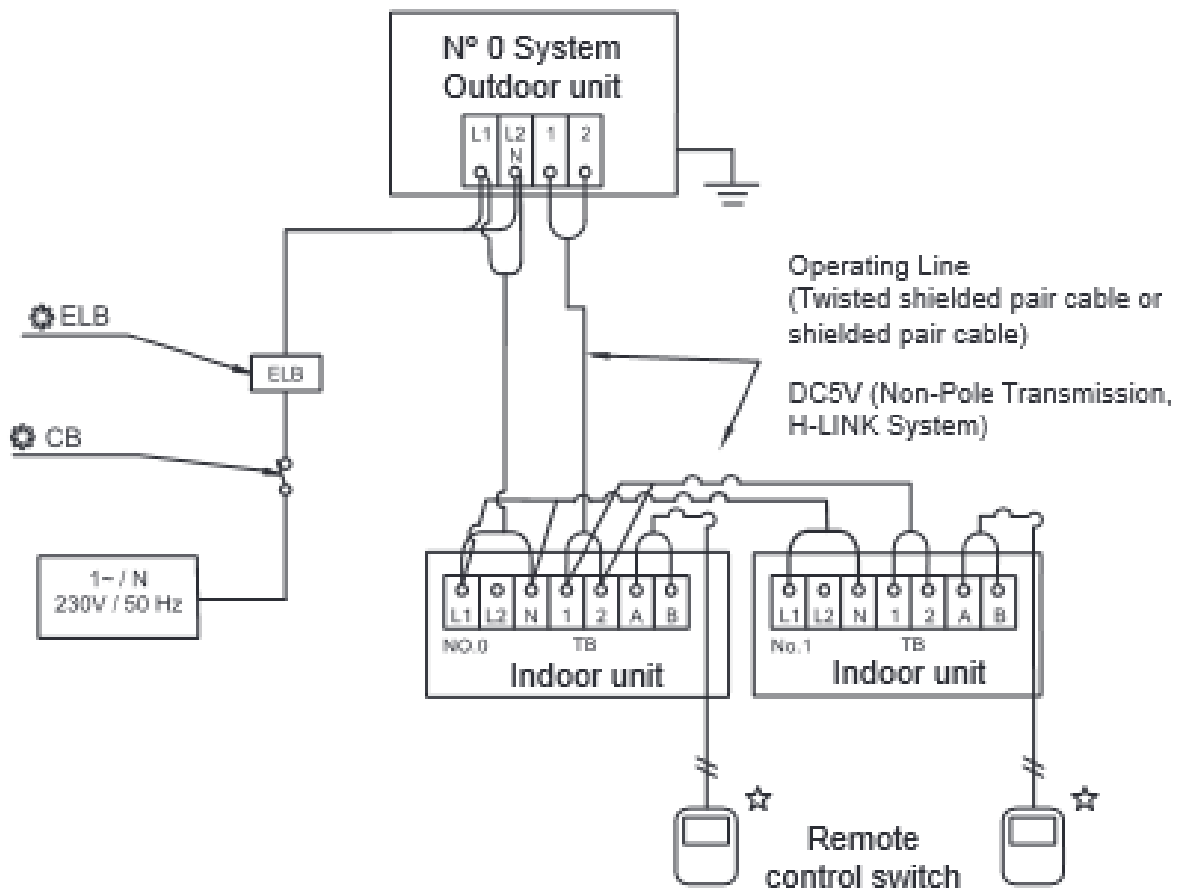


Рис. 6.8. Інформаційно-силове з'єднання блоків

Підключіть електричні дроти між внутрішнім і зовнішнім блоками, як показано вище.

Трубопроводи холодоагенту та проводка керування під'єднані до блоків в одному циклі холодоагенту.

Використовуйте скручену пару (> 0,75 мм<sup>2</sup>) для робочої проводки між зовнішнім блоком і внутрішнім блоком, а також робочої проводки між внутрішнім блоком і внутрішнім блоком.

Використовуйте 2-жильний провід для робочої лінії (не використовуйте провід з більш ніж 3 жилами).

Використовуйте екрановані дроти для проміжної проводки, щоб захистити блоки від шумових перешкод на довжині менше 300 м і розміром, що відповідає місцевим нормам.

Відкрийте отвір біля з'єднувального отвору проводки джерела живлення, якщо кілька зовнішніх блоків підключено до однієї лінії джерела живлення.

Рекомендовані розміри автоматичного вимикача наведено в таблиці електричних даних і рекомендованих розмірів проводки та вимикача / 1 О.У:

Model	Power supply	Max. current (A)	Power source cable size	Transmitting cable size	CB (A)	ELB (n° poles/A/ mA)
			EN60 335-1	EN60 335-1		
All Indoor Units	1~ 230V 50Hz	5.0	0.75 mm <sup>2</sup>	0.75 mm <sup>2</sup>	6	2/40/30
RAS-4FSVN3E		26.0	6.0 mm <sup>2</sup>		32	
RAS-5FSVN3E		26.0	6.0 mm <sup>2</sup>		32	
RAS-6FSVN3E		26.0	6.0 mm <sup>2</sup>		32	

У випадку, якщо кабельна трубка для польової електропроводки не використовується, закріпіть гумові втулки клеєм на панелі. Уся польова проводка та обладнання повинні відповідати місцевим і міжнародним нормам.

Екранований кабель H-LINK зі скрученою парою має бути заземлений з боку зовнішнього блоку.

УВАГА. Зверніть увагу на підключення робочої лінії. Неправильне підключення може призвести до поломки друкованої плати.



### Список використаної літератури

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Чинні від 2011-11-01] – К.: Мінрегіон України, 2011. – 127 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 27 с.
3. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Прийнято наказом ДП «Український науково- дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 10.06.2022 р. № 201, чинний з 01.03.2023 р.
4. В. Коновалюк, А. Москвітіна, М. Шишина Опалення, вентиляція, охолодження та газопостачання житлового будинку: методичні вказівки до виконання практичних занять та курсового проектування з дисципліни «Інженерне обладнання будівель і споруд: теплогазопостачання і вентиляція» для студентів спеціальності 191 «Архітектура та вістобудування» ОПП «Архітектура та містобудування» – К.: КНУБА, 2023. – 104 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинні від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 149 с.
6. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зміна № 1 [Чинні від 2022-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2022. – 49 с.
7. Дорошенко, А., & Чепурна, Н. (2024). ПЕРЕВАГИ, НЕДОЛІКИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НИЗЬКО-ТА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ СИСТЕМ

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. Матеріали конференцій МЦНД, (01.03. 2024; Ужгород, Україна), 138-140.

8. Мілейковський В. О. Вентиляція індивідуального житлового будинку: навч. посібник / В. О. Мілейковський, Л. М. Котелков. –Дніпро: «Середняк Т. К.», 2018. – 156 с.
9. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 11,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30248>. / (дата звернення: 09.05.2024). – Назва з екрана.
10. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 р. – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8.
11. Про альтернативні джерела енергії: закон України. – Редакція від 11.06.2017. – 2019-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 23.05.2024 р.).
12. Про охорону навколишнього природного середовища: закон України. – Редакція від 8.10.2023. – 2614-IX. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 23.05.2024 р.).
13. Бойко, Н., & Чепурна, Н. (2024). РОЗВИТОК НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЯКОСТІ СВІТОВОГО ТРЕНДУ. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (March 1, 2024; Paris, France), 207–211. <https://doi.org/10.36074/logos-01.03.2024.046>.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

