

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

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

на тему:

«Енергоефективні інженерні системи логістичного центру з джерелом
теплоти та холоду від теплових насосів»

Дзядуха Дениса Дмитровича

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2024 року

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

«Енергоефективні інженерні системи логістичного центру з джерелом
теплоти та холоду від теплових насосів»

Виконав: Дзядух Денис

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

144 «Теплоенергетика»

(спеціальність)

Енергетичний менеджмент, енергоефективні

муніципальні та промислові теплові

технології

(освітня програма)

Група ТЕМ-23

Керівник Кириченко М. А.

(прізвище та ініціали)

доцент, канд. техн. наук

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістр

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма: Енергетичний менеджмент, енергоефективні
муніципальні та промислові теплові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

„___” _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Дзядуха Дениса Дмитровича

1. Тема роботи «Енергоефективні інженерні системи логістичного центру з джерелом теплоти та холоду від теплових насосів», затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» ____ 2024 року.
2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, доц., к. т. н.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Характеристика об'єкту. Вихідні дані.
 - Р. 2. Теплотехнічний розрахунок
 - Р. 3. Розрахунок тепловтрат приміщень будівлі
 - Р. 4. Опалення
 - Р. 5. Вентиляція
 - Р. 6. Індивідуальне джерело тепло- холодопостачання
5. Графічний матеріал за розділами
 - Р. 1. Фасад Ж - А, А-Ж, 1-5, 5-1.

Р. 2. _ Опалення. План підвального поверху на відм. -3,000. План першого поверху на відм. $\pm 0,000$. Фрагмент плану горищного поверху на відм +5,400.

Р. 3. Схеми систем опалення нежитлової виробничої будівлі.

Р. 4. Вентиляція. План підвального поверху на відм. -3,000. План першого поверху на відм. $\pm 0,000$. Фрагмент плану горищного поверху на відм +5,400.

Р. 5. Вентиляція. Схеми систем вентиляції будівлі. Системи В1-В10, ВП1, ПВ1, ПВ2, П1, П2. Системи дренажу від ПВ1, ПВ2.

Р. 6. Принципова схема тепло/холодо постачання.

Р. 7. План розташування обладнання та трубопроводів. Розрізи 2-2, 3-3. Розріз 4-4.

Р. 8. Розріз 5-5. Розріз 6-6. План дренажних трубопроводів. Фасад А - Ж. План між осями 4-5, В-Д . Фрагмент А.

Р. 9. Функціональна схема шафи автоматики ША1. Внутрішній вид та електрична схема котла Vitotron 100.

Р. 10. Тепловий насос Vitocal 200-S. Ємнісний водонагрівач Vitocell 100-E. Електричний котел 24 кВт, Vitotron 100.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристика об'єкту. Вихідні дані	2024
Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок	2024
Розділ 3. Розрахунок тепловтрат приміщень будівлі	2024
Розділ 4. Опалення	2024
Розділ 5 Вентиляція	2024
Розділ 6. Індивідуальне джерело тепло- холодопостачання	2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	2024
Направлення роботи на рецензування	2024

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	<u>Дзядух Д.Д.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

РЕЦЕНЗІЯ
на кваліфікаційну роботу

здобувача Дзядуха Дениса
факультету Інженерних систем та екології
спеціальності 144 «Теплоенергетика»
освітньої програми «Енергетичний менеджмент, енергоефективні
муніципальні та промислові теплові технології»

Тема роботи: «Енергоефективні інженерні системи логістичного центру з джерелом теплоти та холоду від теплових насосів»

Обсяг роботи _____

Висновок про відповідність завданню _____

Актуальність обраної теми _____

Використання у роботі сучасних досягнень науки і техніки _____

Використання у роботі комп'ютерних технологій _____

Практичне значення роботи _____

Якість оформлення роботи _____

Зауваження та побажання _____

Загальний висновок стосовно відповідності роботи освітньому ступеню

Рекомендована оцінка _____

Рецензент _____ / _____ /
(прізвище, ініціали) (підпис)

Посада, місце роботи _____

“ ” _____ 2024 р.

Зміст

Вступ

1.	Характеристика об'єкту. Вихідні дані	4
2.	Теплотехнічний розрахунок	11
3.	Розрахунок тепловтрат приміщень будівлі	20
4.	Опалення	27
4.1.	Вибір та опис системи опалення	28
4.2.	Підбір основного обладнання	34
4.3.	Методика гідравлічного розрахунку системи опалення	47
4.4.	Особливості експлуатації	52
5.	Вентиляція	56
5.1.	Розрахунок необхідних повітрообмінів приміщень будівлі	57
5.2.	Системи вентиляції. Обґрунтування прийнятих рішень	60
5.3.	Методика аеродинамічного розрахунку систем вентиляції	67
5.4.	Підбір обладнання, розробка схем обв'язки повітронагрівача/ повітроохолоджувача	73
6.	Індивідуальне джерело тепло- холодопостачання	78
6.1.	Загальні дані	79
6.2.	Характеристика об'єкту	80
6.3.	ІТП на відм. -3.100	86
6.4.	Основні технічні рішення ІТП	87
6.5.	Монтаж обладнання	89
6.6.	Заходи охорони праці	90
	Список використаної літератури	92
	Додаток 1	
	Додаток 2	
	Додаток 3	

Кваліфікаційна робота магістра

Зм.	Кільк	Ар	№док	Підпи	Дата				
Розробив		Дзядух Д.			2024	Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Кириченко			2024		КР	1	
Керівник		Кириченко			2024		ТЕМ-23		
Н.конто.		Кириченко			2024				

Вступ

								Арк.
								2
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Вступ

Питання енергоефективності відіграє вирішальну роль у підтримці відновлення України на належному рівні. Вихід України із затяжної економічної кризи є складним завданням, яке потребує низки заходів. Максимізація енергозбереження призведе до зменшення залежності від країн-постачальників паливно-енергетичних ресурсів, а також до зниження енергоємності національних товарів. Будівельний сектор національної економіки традиційно характеризується високим енергоспоживанням. Потреба в енергії поширюється не лише на зведення будівлі чи іншої споруди, а й на її експлуатацію протягом усього життєвого циклу. Природні ресурси, такі як природний газ і тверде паливо, відіграють у цьому важливу роль. Їх спалювання призводить до виділення парникових газів, які руйнують озоновий шар Землі. Тому збереження природних ресурсів та їх раціональне використання є важливим елементом економічної політики України.

Українська економічна політика спрямована на збереження планети для майбутніх поколінь шляхом сприяння захисту навколишнього середовища та використання енергозберігаючих технологій. Важливими кроками до зниження енергоспоживання будь-якої будівлі є заощадження ресурсів: води, газу, тепла тощо; утеплення приміщень; встановлення приладів обліку; автоматизації процесів; перехід на більш сучасні, енергозберігаючі та альтернативні джерела енергії такі, як сонячні батареї, вітрова енергія, теплові насоси та ін.

Сучасні енергоефективні будинки є символами досягнень науки, тому що ресурси споживання витрачаються розумно, зберігаючи тим самим планету.

Очевидно, що енергоефективні будинки повинні відповідати вимогам мінімальної витрати енергоресурсів не тільки на етапі проектування, але й у цілому протягом всього життєвого циклу. При цьому такі будинки повинні відповідати нормативним вимогам безпеки й надійності, а також забезпечувати необхідний споживчий рівень комфортності при нормативних або менших витратах на енергоресурси.

Використання сучасних енергозаощаджувальних технологій в даній роботі цілком відповідає цим вимогам.

Арк.

3

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

1. Характеристика об'єкту. Вихідні дані

								Арк.
								4
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

1. Характеристика об'єкту. Вихідні дані

Тема даної магістерської роботи- «Енергоефективні інженерні системи логістичного центру з джерелом теплоти та холоду від теплових насосів».

Об'єкт для дослідження- одноповерхова виробнича будівля з підвальним та горищним поверхами. Загальний вигляд об'єкту показано на рис. 1.1, 1.2, 1.3 та 1.4. Підвальний поверх оснащений приміщенням укриття, розрахункова кількість людей в якому складає 10 осіб.

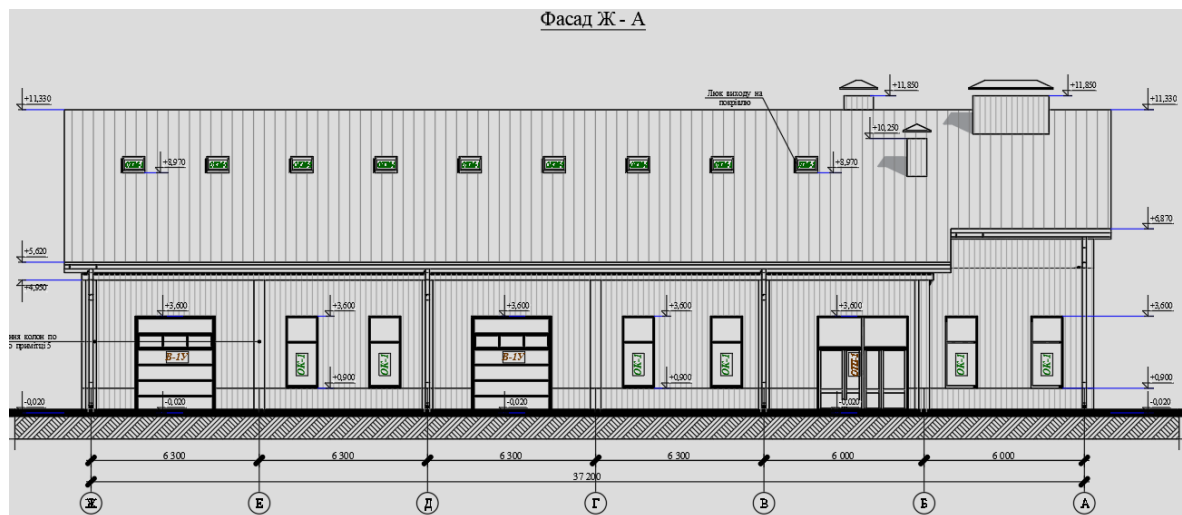


Рис.1.1

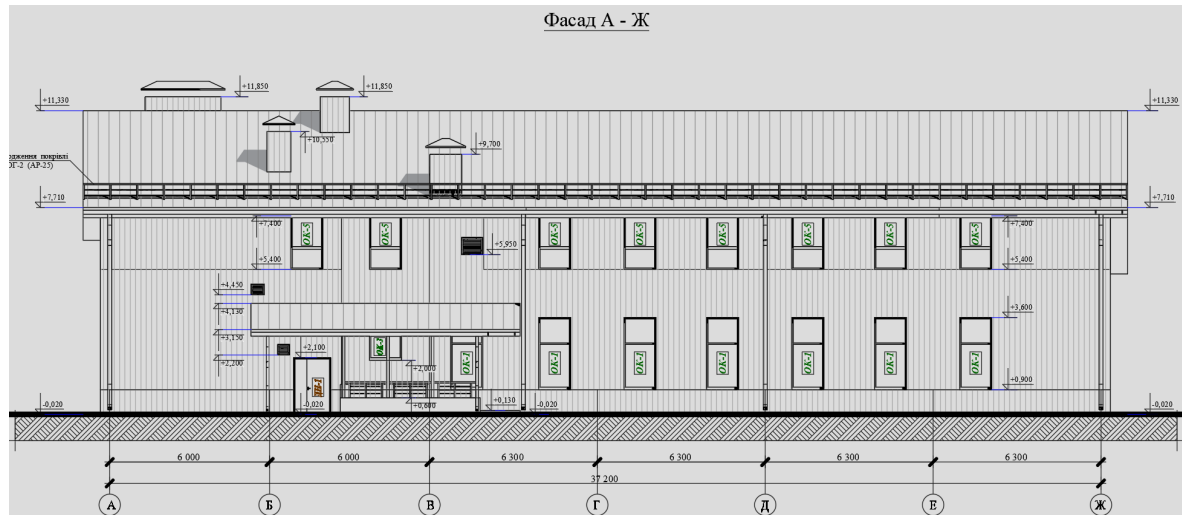


Рис.1.2

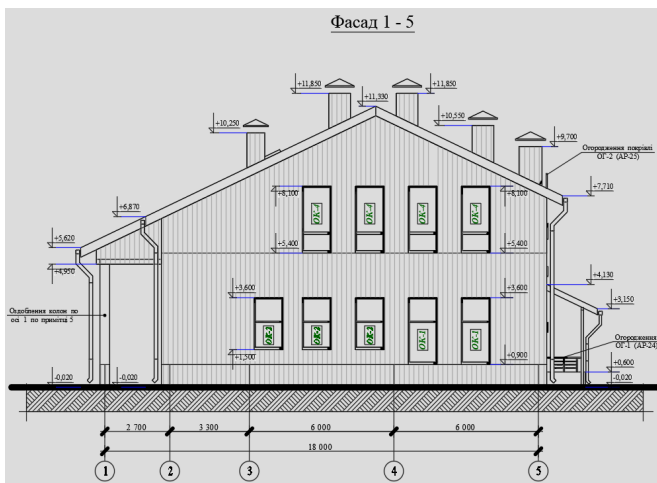


Рис.1.3

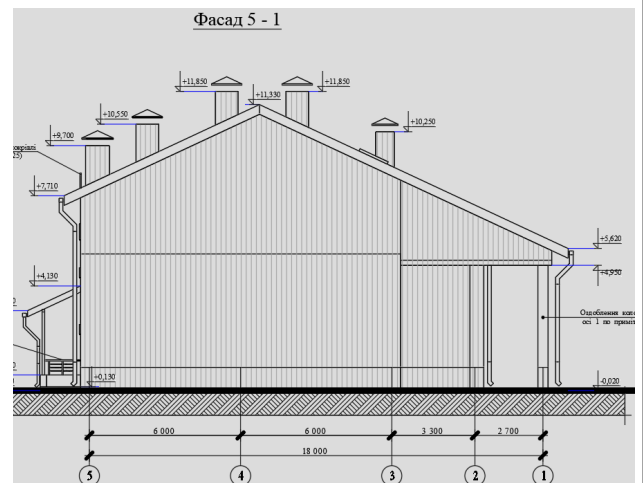


Рис.1.4

Для даної будівлі необхідно запроєктувати системи опалення та вентиляції, розробити індивідуальний тепловий пункт (ІТП) (рис. 1.5). Індивідуальний тепловий пункт розташований в підвальному поверсі будівлі на відмітці -3,100 . ІТП має один вихід з дверима, які зачиняються із зовнішньої сторони. В тепловій пункті запроєктовані система вентиляції, дренажна система та штучне освітлення.

Арк.

6

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

Основним джерелом тепло/холодопостачання є чотири теплові насоси повітря-вода Viessmann Vitocal 200-S AWB-M 201.D10, зовнішні блоки встановлені на фасаді будівлі, а внутрішні в приміщенні ІТП. Потужність одного теплового насосу по теплу складає 10 кВт, по холоду - 7кВт.

Резервним джерелом тепlopостачання передбачається встановлення трьох електричних котлів Viessmann Vitotron 100. Потужність одного електричного котла складає 24 кВт.

Параметри води в системах опалення: 45-35°C, в системах холодопостачання: 8-13°C.

Технічні рішення, прийняті в робочих кресленнях, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм та правил при дотриманні передбачених робочими кресленнями заходів.

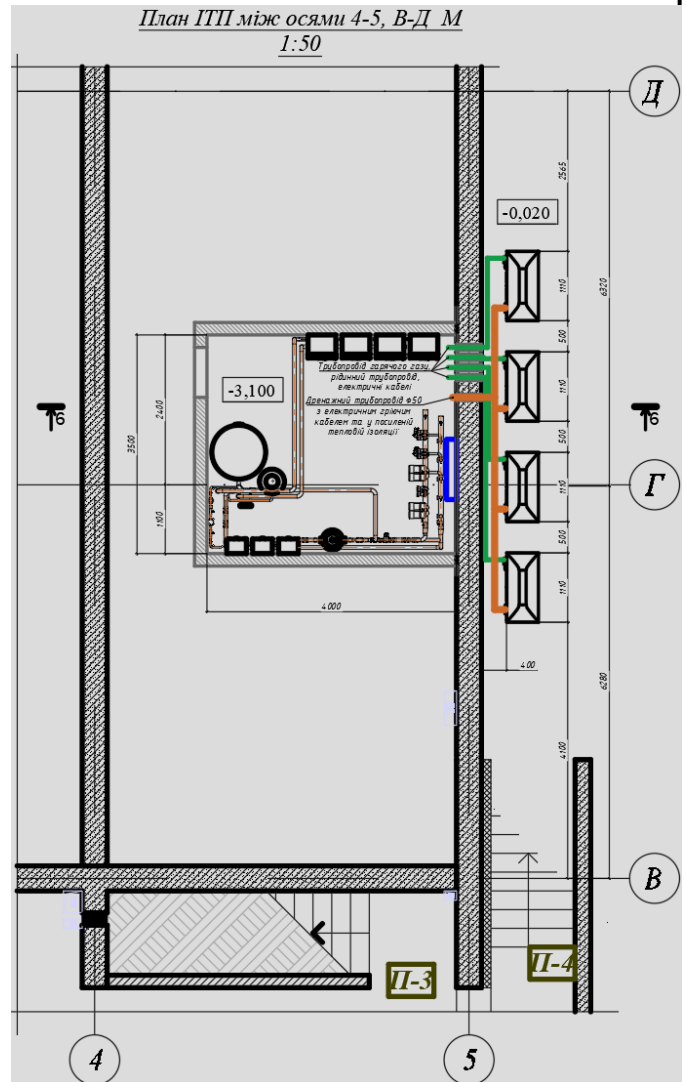


Рис.1.5

Кліматичні дані будівлі, що проектується, згідно [1] (для міста Києва) занесені до таблиці 1..

Арк.

7

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Таблиця 1. Кліматичні дані

Найменування параметру	Значення		
	в теплий період року (для вентиляції найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99)	в холодний період року (для опалення найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92)	в теплий період року (для кондиціонування найжаркіша доба забезпеченістю 0,95)
Географічна широта, °п.ш.	51		
Барометричний тиск, гПа (мм. рт. ст.)	990 (745)		
Зона клімату	помірно - тепла		
Температура, °C	23	-22	28
Швидкість вітру	2.1	2.8	2.1
Кількість днів опалювального періоду, днів	176		
Середня температура за опалювальний період, °C	-0,1		

Параметри мікроклімату згідно [2] при опаленні та вентиляції виробничих приміщень слід приймати відповідно до ДСН 3.3.6.042 та санітарно- епідеміологічних вимог до внутрішнього повітря, а саме:

- у холодний період у робочій зоні температуру та швидкість руху повітря приймають у межах оптимальних норм; на робочих місцях допускається приймати температуру та швидкість руху повітря в межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних норм через технологічні вимоги виробництва;
- в теплий період року в зоні обслуговування та в робочій зоні виробничих приміщень швидкість руху повітря та температуру повітря приймають у межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обгрунтованою недоцільністю;
- відносну вологість повітря допускається приймати у межах допустимих норм (за

Арк.

8

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

відсутністю нормативних вимог).

Згідно [2] у холодний період року в опалювальних приміщеннях (крім приміщень, для яких параметри повітря встановлені іншими нормативними документами) упродовж періоду їх невикористання у виробничих будівлях слід приймати температуру повітря нижчою не більше ніж на 4°C від нормованої температури, але не нижче ніж 5°C.

Для виробничих приміщень із повністю автоматизованим технологічним обладнанням, що функціонує без присутності людей) за відсутністю технологічних вимог до температурного режиму приміщення слід приймати:

- у холодний період року та для перехідних умов за відсутності надлишків теплоти- температуру повітря в приміщенні 10°C;
- у теплий період- температуру повітря в приміщенні, яка дорівнює температурі зовнішнього періоду.

Відносна вологість та швидкість руху повітря в приміщеннях з повністю автоматизованим технологічним обладнанням за відсутності спеціальних вимог не нормуються.

Норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці Е.1 [2].

									Арк.
									9
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Таблиця Е.1 – Умови мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Оптимальні норми на постійних і непостійних робочих місцях			Допустимі норми				
		Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше	Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше	
					на постійних робочих місцях	на непостійних робочих місцях			на постійних і непостійних робочих місцях
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Холодний і перехідні умови	Легка:								
	Ia	22 – 24	60 – 40	0,1	21 – 25	18 – 26	75	0,1	
	Iб	21 – 23	60 – 40	0,1	20 – 24	17 – 25	75	0,2	
	Середньої важкості:								
	IIa	19 – 21	60 – 40	0,2	17 – 23	15 – 24	75	0,3	
	IIб	17 – 19	60 – 40	0,2	15 – 21	13 – 23	75	0,4	
	Важка:								
	III	16 – 18	60 – 40	0,3	13 – 19	12 – 20	75	0,5	
Теплий	Легка:								
	Ia	23 – 25	60 – 40	0,1	22 – 28	20 – 30	75	0,2	
	Iб	22 – 24	60 – 40	0,2	21 – 28	19 – 30	75	0,3	
	Середньої важкості:								
	IIa	21 – 23	60 – 40	0,3	18 – 27	17 – 29	75	0,4	
	IIб	10 – 22	60 – 40	0,3	15 – 27	15 – 29	75	0,5	
	Важка:								
	III	18 – 20	60 – 40	0,4	15 – 26	13 – 28	75	0,6	

Арк.

10

Зм. Кільк Арк №док Підпис Дата

2. Теплотехнічний розрахунок

								Арк.
								11
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

2. Теплотехнічний розрахунок

Теплотехнічний розрахунок, який вживається як синонім терміну тепловий розрахунок або розрахунок теплових втрат, є основним документом для вирішення завдання опалення будівлі. Він визначає мінімальну потребу об'єкта в тепловій енергії, споживання тепла для кожного приміщення, а також річне та добове споживання палива.



Ціль теплотехнічного розрахунку полягає у визначенні товщини шару утеплювача в огороженні, при якому всередині приміщення забезпечується заданий температурний режим з урахуванням необхідних економічних показників.

Відповідно до [3], для зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель і споруд, що опалюються та/або охолоджуються, та внутрішніх конструкцій, що відокремлюють приміщення, в яких температура повітря відрізняється на 4 °С і більше, обов'язковими є наступні умови:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}} \quad (2.1)$$

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

$R_{q \text{ min}}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,

Арк.

12

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

мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м² К/Вт.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі R_{qmin} огорожувальної конструкції промислових будівель визначається залежно від значення безрозмірної величини теплової інерції огорожувальної конструкції D , що визначається за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n (R_i \cdot s_i), \dots\dots\dots(2.2)$$

де s_i - коефіцієнт теплосвоєння матеріалу i -го шару, Вт/(м²К, визначається згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-190;

n - число шарів конструкції, рахуючи за напрямом теплового потоку.

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (непрозорих , світлопрозорих, зовнішніх дверей та воріт будівель промислового призначення) встановлюються відповідно до таблиці 2 [3] та згідно з додатком А [3].

Перед початком розрахунку огорожувальних конструкцій будівлі встановлюється географічне розташування та визначається температурна зона території розміщення будівлі за додатком А.

									Арк.
									13
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Відповідно до дод. А проєктована будівля (м. Київ) знаходиться в I-й температурній зоні України. Тому подальші розрахунки будуть проводитись для I-ї зони.

Опір теплопередачі багатошарової конструкції визначається за формулою:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i, \quad (2.3)$$

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м).

Найпершим завданням цієї роботи було визначення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій. Необхідно було перевірити чи відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» опір теплопередачі прийнятої нами конструкції зовнішньої стіни та горизонтального перекриття та чи виконується умова: $R_{\Sigma pr} \geq R_{qmin}$.

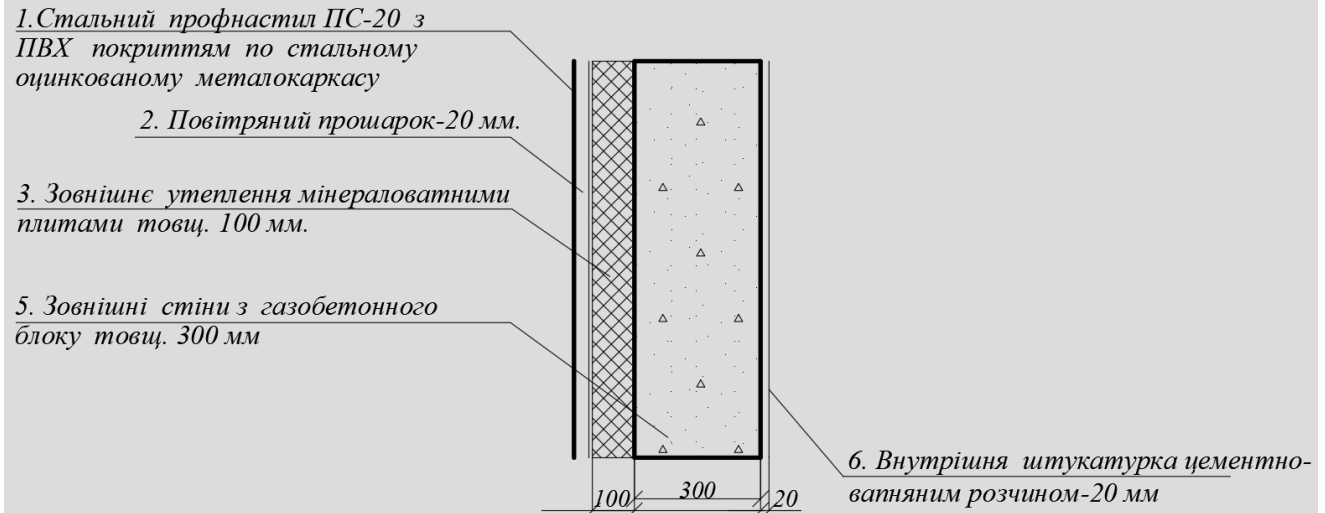
Для теплотехнічного розрахунку зовнішньої стіни вказуються шари матеріалу, їхня товщина та щільність.

Арк.

15

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

Конструктивна схема зовнішньої багатошарової стіни:



1. Стальний профнастил з ПВХ покриттям по сталюму оцинкованому металокаркасу- 20 мм.
2. Повітряний прошарок- 20 мм.
3. Утеплювач – плити на основі базальтового волокна «Izovat 80 FG» щільністю 85 кг/м³ з вітрозахисною плівкою- 100 мм.
4. Стальний оцинкований металокаркас для монтажу профнастилу.
5. Газобетонний блок (D 400 кг/м³)- 300 мм.
6. Цементно-вапняна штукатурка- 20 мм.

Повітряний прошарок проектується для видалення вологи з товщі конструкції, а також для підвищення теплостійкості конструкцій.

Характеристика шарів зовнішньої стіни

№ шару	Матеріал	Товщина, м	Густина ρ_0 , кг/м ³	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ , Вт м×К
1	Стальний профнастил	0,02	-	221
2	Повітряний прошарок	0,02	-	0,133
3	Утеплювач – плити на основі базальтового волокна «Izovat 80 FG»	0,1	85	0,044
4	Стальний оцинкований металокаркас	-	-	
5	Газобетонний блок	0,3	400	0,15
6	Цементно-вапняна штукатурка	0,02	1600	0,93

Арк.

16

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

Тип конструкції	Коефіцієнти тепловіддачі, $Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$	
	$\alpha_{в}$	$\alpha_{з}$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7	23
	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

В таблиці 1.2 наведено розрахункові значення термічного опору замкнутого повітряного прошарку, залежно від розміщення в конструкції.

Таблиця 1.2 – Термічний опір замкнутого повітряного прошарку [13, 14]

									Арк.
									18
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Товщина повітряного прошарку, м	Розміщення прошарку			
	горизонтальне при потоці тепла знизу вгору та вертикальне		горизонтальне при потоці тепла згори донизу	
	середня температура повітря у прошарку			
	≥ 0 °C	< 0 °C	≥ 0 °C	< 0 °C
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2–0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Отже, $\delta_3 = \left(1,7 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{221} - \frac{0,02}{0,133} - \frac{0,3}{0,15} - \frac{0,02}{0,93} - \frac{1}{23}\right) \times 0,044 = 0,021 \text{ м}$

Приймаємо мінімальну товщину утеплювача, яка існує на ринку, 50 мм (0,05м).

2. Знаходимо сумарний опір теплопередачі огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (2.5)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{221} + \frac{0,02}{0,133} + \frac{0,05}{0,044} + \frac{0,3}{0,15} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,4 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

3. За даними теплотехнічного розрахунку зовнішньої стіни промислової будівлі виконуємо перевірку умови (1) $R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{\text{qmi}}$:

оскільки $2,4 > 1,7$, то умова (1) виконується.

Конструкція стіни відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» з економічно доцільного опору теплопередачі.

Арк.

19

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

Таким самим чином виконується теплотехнічний розрахунок горищного перекриття.
Результати всіх розрахунків, проведених за допомогою ліцензованої програми АРС-ПС [30]
наведені в таблицях додатку 1

								Арк.
								20
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

3. Розрахунок тепловтрат приміщень будівлі

								Арк.
								21
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

3. Розрахунок тепловтрат приміщень будівлі

Температура в приміщенні, яка сприймається як комфортна для людини, знаходиться в діапазоні від 18 до 22 градусів за Цельсієм. Для забезпечення зазначених температур взимку і в міжсезоння використовуються різні системи опалення. Однак практика показує, що бажаний результат досягається не завжди. Іноді, коли опалення використовується на повну потужність, в будівлі температура суб'єктивно сприймається як прохолодна або ж температура піднімається до комфортного рівня, при цьому витрати на таке опалення вважаються високими. Для цього є багато причин. Однією з можливих причин є тепловтрати в будівлі.



Тепловтрати будівлі залежать від теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій. Традиційно вважається, що товстіша огорожувальна конструкція пов'язана з вищим термічним опором, що призводить до менших тепловтрат і менших витрат на дотримання заданих параметрів у приміщенні. Отже, термічний опір огорожувальних конструкцій зменшується зі зменшенням товщини, тоді як тепловтрати збільшуються. Слід також зазначити, що зменшення товщини зовнішньої оболонки супроводжується охолодженням внутрішніх поверхонь. Оскільки тіло людини віддає тепло не тільки конвекцією (зовнішньому повітря), але і випромінюванням внутрішнім поверхням оболонки, їх температура не повинна істотно відхилятися від температури повітря в приміщенні. Іншим негативним впливом низької температури поверхонь на організм людини є можливість конденсації водяної пари, що міститься в повітрі, на цих поверхнях. Конденсована волога зазвичай поглинається матеріалом огороження, що призводить до його зносу і зниження теплоізоляційних властивостей.

Арк.

22

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

Мікроклімат в приміщенні визначається взаємодією різних факторів, включаючи температуру повітря в приміщенні, температуру внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень, таких як стіни, а також відносну вологість і швидкість руху повітря. Це призводить до теплообміну між повітрям в приміщенні і зовнішнім повітрям. В результаті відбувається теплообмін між тілом людини і навколишнім простором і встановлюється баланс між кількістю тепла, що виділяється тілом людини, і теплом, що віддається в навколишнє середовище шляхом випромінювання, конвекції і випаровування вологи при постійній температурі тіла людини близько 36,6 °С.

В опалювальний період рекомендована температура внутрішньої поверхні зовнішньої оболонки будівлі становить від 15 до 20 °С. Для створення цієї умови необхідно збільшити термічний опір R і зменшити втрати тепла через зовнішні огорожувальні конструкції, зокрема через стіни та вікна, так як на них припадає 85-90 % від загальних тепловтрат. Підраховано, що один кубічний метр теплоізоляції дозволяє заощадити від 1,4 до 1,6 тон умовного палива на рік. Теплоізоляційні матеріали для будівництва повинні не лише мати високий термічний опір, але й відповідати низці властивостей, таких як екологічність (відсутність викидів забруднюючих речовин під час експлуатації), пожежна безпека, механічна міцність, простота у використанні та низька вартість.

Важливо, щоб система опалення була здатна компенсувати всі тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі та нагрівати зовнішнє холодне повітря, яке потрапляє в будівлю через різні щілини (інфільтрація повітря).

При розрахунку тепловтрат приміщення необхідно визначити загальні тепловтрати через огорожувальні конструкції (зовнішні та внутрішні). Втратами тепла через внутрішні огорожувальні конструкції можна знехтувати, якщо різниця температур між відповідними приміщеннями становить максимум 4 °С.

Отже, розрахункові теплові втрати опалювальної споруди розраховуються за формулою :

$$Q_p = \Sigma Q_{ог} + Q_{инф} - Q_{ноб}, \text{ Вт} \quad (3.1)$$

де $\Sigma Q_{ог}$ – сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції (зовнішню або внутрішню стіну, світловий отвір, двері, підлога, перекриття, покриття та ін.), Вт;

$Q_{инф}$ – найбільша витрата теплоти на підігрів інфільтрованого повітря, Вт;

								Арк.
								23
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

$Q_{\text{поб}}$ - побутові тепловиділення від електричних приладів, освітлення та ін. джерел тепла, що приймають для житлових приміщень і кухонь у розмірі 21 Вт/м² площі підлоги. В даній роботі відсутні.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції розраховують за формулою:

$$Q_{\text{ог}} = F(t_{\text{вн}} - t_3)(1 + \Sigma\beta)n/R_o, \text{ Вт} \quad (3.2.)$$

де F - розрахункова площа огорожувальної конструкції, м²;

$t_{\text{вн}}$ - розрахункова температура повітря в приміщенні, °С;

t_3 - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$\Sigma\beta$ - додаткові тепловтрати, в частках від основних втрат, приймаються відповідно до вимог [1, дод. 8] у таких розмірах: в розмірі $\beta = 0,1$ - у приміщеннях будь-якого призначення через зовнішні вертикальні та нахилені стіни, двері та вікна, звернені на північ, схід, північний схід і північний захід; в розмірі $\beta = 0,05$ - звернені на південний схід і захід; у громадських і адміністративно-побутових приміщеннях при наявності двох зовнішніх стін і більше $\beta = 0,15$, якщо одне із огорожень звернено на північ, схід, північний схід і північний захід, і $\beta = 0,1$ - в усіх інших випадках;

n - коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні захищення по відношенню до зовнішнього повітря, $n = 1$ - для перекриттів, що мають контакт із зовнішнім повітрям, і зовнішні стіни; $n = 0,9$ - для горищного перекриття, $n = 0,75$ - для перекриття над холодним підвалом зі стіновими світловими пройомами, $n = 0,6$ - для перекриття над холодним підвалом без світлових проїомів.

R_o - опір теплопередачі, м²·°С/Вт, що визначається за формулою (2.5).

Опір теплопередачі вікон і дверей не розраховується, а приймається за довідковими даними [3 табл. 2]. Розрахункові площі захищень визначають за будівельними кресленнями.

								Арк.
								24
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Витрати теплоти на нагрівання інфільтрованого зовнішнього повітря визначаються для всіх приміщень за допомогою двох розрахунків.

Перший розрахунок використовується для визначення витрат теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить в і-те приміщення за рахунок роботи природної витяжки (розраховується для житлових та громадських будівель). Другий розрахунок використовується для визначення витрат теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, яке потрапляє в приміщення через нещільності в огорожувальних конструкціях під дією теплового та вітрового тиску. Розрахункові тепловтрати по приміщеннях обчислюються шляхом визначення найбільшого значення з величин, визначених за наведеними нижче формулами.

$$Q_{inf} = 0,28L \rho_3 c (t_{вн} - t_3) \quad (3.3)$$

де L – витрата повітря, що видаляється з приміщення, $m^3/год$, що приймається для житлових будівель $3 m^3/год$ на $1 m^2$ площі житлових приміщень і кухні;

ρ_3 – густина зовнішнього повітря, $кг/м^3$;

c – питома теплоємність повітря, яка дорівнює $1 кДж/(кг \cdot ^\circ C)$.

γ – питома вага, $Н/м^3$, визначається за формулою: $\gamma = 3463 / (273 + t)$,

ρ – густина повітря, $кг/м^3$, $\rho = \gamma / g$,

де t – температура повітря, $^\circ C$;

$g = 9,8 м/с^2$.

Витрата тепла Q_{inf} на підігрів зовнішнього повітря, що проникає в приміщення через нещільність огорожень внаслідок теплового і вітрового тисків, визначається за формулою:

$$Q_{inf} = 0,28 G_{inf} c (t_{вн} - t_3) k, \quad (3.4)$$

									Арк.
									25
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

де G_{inf} – витрата інфільтрованого повітря, кг/год, через огорожувальні конструкції;

k – коефіцієнт, що враховує зустрічний тепловий потік, що приймається: для вікон та балконних дверей з роздільними стулками рівним 0,8, для одинарних вікон та вікон зі спареними стулками – 1,0.

Для вікон та балконних дверей величину G_{inf} , кг/год, визначають як:

$$G_{inf} = 0,216 \Sigma F \Delta P_{inf}^{0,67} / Ru, \quad (3.5)$$

де ΔP_{inf} – різниця тисків повітря, Па, на зовнішній P_z та внутрішній $P_{вн}$ поверхнях вікон чи дверей;

ΣF – розрахункові площі захищень, m^2 ;

Ru , $m^2 \cdot год/кг$ – опір повітропроникненню захищення.

В панельних будівлях, крім того, визначають додаткові витрати інфільтрованого повітря через стики панелей. Різницю тисків повітря ΔP_{inf} , Па, визначають з рівності:

$$\Delta P_{inf} = (H - h_i) (\gamma_z - \gamma_{вн}) + 0,5 \rho_z V^2 (c_{e,n} - c_{e,p}) k_l - p_{int}, \quad (3.6)$$

де H – висота будівлі, м, від рівня землі до гирла вентиляційної шахти (в безгорищних будівлях гирло шахти розташовують на 1 м вище покрівлі, в будинках з горищем на 4-5 м вище верху горищного перекриття);

h_i – відстань, м, від рівня землі до верху вікон або балконних дверей, для яких визначається витрата повітря;

$\gamma_z, \gamma_{вн}$ – питомі маси внутрішнього і зовнішнього повітря;

V – розрахункова швидкість вітру, м/с;

							Арк.
							26
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

$c_{e,n}$ і $c_{e,p}$ – аеродинамічні коефіцієнти будівлі відповідно для навітряної та підвітряної поверхонь. Для будівлі прямокутної форми $c_{e,n} = 0,8$, $c_{e,p} = -0,6$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує облік зміни швидкісного напору вітру в залежності від висоти будівлі. Коефіцієнт k_1 приймається при висоті захищення над поверхнею землі до 5,0 м рівним 0,5, при висоті до 10 м – 0,65, до 20 м – 0,85, більше 20 м – 1,1;

p_{int} – умовно-постійний тиск повітря, Па, що виникає при роботі вентиляції зі штучним збудженням, для житлових будівель $p_{int} = 0$.

Розрахунок тепловтрат приміщень можна вважати завершеним. Результати розрахунків заносяться у відповідну таблицю. Приклад таблиці наведений нижче.

ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМІЩЕНЬ

Таблиця 1

Приміщення	t	ТЕПЛОВТРАТИ				ТЕПЛОНаДХОДЖЕННЯ				ВТРАТА		НАДХОДЖЕННЯ					
		Основні	Інфільтрація	Вентиляція	Втрати	Побутові	Обладнання	ТЕПЛА ЗИМОЮ	ТЕПЛА ВЛІТКУ	ТЕПЛА	ТЕПЛА	кВт	год				
ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт
ПОВЕРХ -1 Втрата тепла взимку=3.976 кВт(3419 Ккал/год) Надходження тепла влітку=0 кВт в0 год.																	
1	16	689.8	593.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	689.8	593.2	0	0
2	16	718.6	618	7.91	6.803	0	0	0	0	0	0	0	0	726.5	624.8	0	0
3	18	221.8	190.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221.8	190.8	0	0
4	16	336.4	289.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336.4	289.3	0	0
6	18	127.4	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127.4	109.5	0	0
7	18	127.4	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127.4	109.5	0	0
8	18	127.4	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127.4	109.5	0	0
9	10	749.6	644.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	749.6	644.7	0	0
10	16	236.6	203.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236.6	203.5	0	0
11	16	287.9	247.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287.9	247.6	0	0
13	10	344.8	296.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	344.8	296.5	0	0
ПОВЕРХ 1 Втрата тепла взимку=15.7 кВт(13501 Ккал/год) Надходження тепла влітку=0 кВт в0 год.																	
3	16	1047	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1047	900	0	0
4	16	1155	993.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1155	993.3	0	0
5	18	1218	1048	15.82	13.61	0	0	0	0	0	0	0	0	1234	1061	0	0
6	18	303.1	260.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303.1	260.7	0	0
7	18	269.8	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	269.8	232	0	0
8	18	52.24	44.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52.24	44.93	0	0
9	23	2114	1818	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2114	1818	0	0
10	25	532.5	458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	532.5	458	0	0
11	12	7514	6462	7.91	6.803	0	0	0	0	0	0	0	0	7522	6469	0	0
12	20	984.2	846.4	0	0	167.4	144	34	29.24	0	0	0	0	1118	961.1	0	0
13	16	352.9	303.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	352.9	303.5	0	0
ПОВЕРХ 2 Втрата тепла взимку = 23 кВт (19777 Ккал/год) Надходження тепла влітку = 0 кВт за 0 год.																	
1	22	22577	19416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22577	19416	0	0
вк	16	419.3	360.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	419.3	360.6	0	0

За даною методикою в ліцензійній програмі АРС-ПС [30] були пораховані всі приміщення будівлі. Детальні результати розрахунків занесені до таблиць додатку 2.

Арк.

27

Зм. Кільк Арк Недок Підпис Дата

4. Опалення

								Арк.
								28
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

4. Опалення

4.1. Вибір та опис системи опалення

Під терміном «опалення» мається на увазі навмисне обігрівання приміщень в опалювальний період, яке здійснюється для компенсації тепловтрат і підтримки певної температури, що відповідає критеріям теплового комфорту або вимогам технологічних процесів (наприклад, на виробництві).

Система опалення - це ряд пристроїв, які використовуються для обігріву приміщень. До них відносяться, наприклад, котли, мережеві насоси, теплові мережі, пристрої для автоматичного підтримання температури в будинках (термостат, контролер і т.д.), радіатори, конвектори та подібні пристрої.

Система водяного опалення складається з теплового пункту, магістралей, окремих стояків і гілок з опалювальними приладами.

За схемою з'єднання труб з опалювальними приладами система опалення буває однотрубною та двотрубною. В даній роботі була запроєктована двотрубна система опалення, в якій радіатори приєднано до мережі опалення будинку паралельно, що дозволяє підтримувати біль-менш однакову температуру теплоносія на всій магістралі, і водночас є можливість керувати обігрівом безпосередньо в кожному приміщенні за допомогою регульовального вентиля. По одній трубі йде гарячий теплоносій до всіх радіаторів, а інша виконує роль зворотного руху. Для регулювання параметрів теплоносія системи опалення підвального та першого поверхів на кожному відгалудженні до розподільчого колектора встановлюється автоматичний клапан ASV-PV/ ASV-M фірми "DANFOSS".

Нижче наведені переваги та недоліки двотрубної схеми системи опалення.

Плюси використання **двотрубної схеми** системи опалення:

									Арк.
									29
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

- однакова температура всіх підключених радіаторів, що дозволяє гнучко регулювати мікроклімат кожної окремої кімнати;
- високі показники енергоефективності за рахунок можливості встановлення терморегуляторів на кожен окрему батарею, що дозволяє більш точно контролювати витрати енергоносія;
- ефективна робота незалежно від поверховості та площі будівлі.;
- спрощення технічного обслуговування. При поломці одного з підключених опалювальних приладів, немає потреби у повному відключенні контуру. Для вирішення проблеми достатньо ізолювати потрібну ділянку.

Недоліки двотрубної схеми системи опалення:

- необхідності у значних фінансових інвестиціях. Як згадувалося раніше, це обумовлено необхідністю використання великої кількості труб та комплектуючих до них, а також збільшенням часу роботи та витрат праці на монтаж;
- порівняно складна установка. Для монтажу системи такого типу найкращим рішенням буде залучити професійних спеціалістів;
- необхідність додаткового простору. Два окремі трубопроводи займають більше місця в кімнаті, що в деяких випадках може бути критично важливим фактором.

								Арк.
								30
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

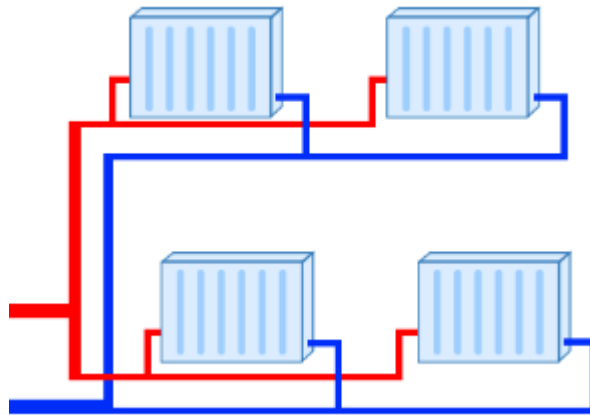


Рис. 4.2. Двотрубна система опалення

Зважаючи на всі перелічені фактори для даної будівлі була вибрана двотрубна система опалення, яка дозволила досягти більшої ефективності обігріву, незважаючи на більшу вартість установки.

Вибрана система опалення проектованого будинку водяна; горизонтальна; тупікова (рис. 4.3) (нагріта рідина транспортується до кожної окремої батареї незалежно, зворотній трубопровід від радіаторів є спільним і рухається у зворотному напрямку у бік агрегату нагріву), з нижнім розведенням та з примусовим обертанням нагрітої води за допомогою насосів. Кожен радіатор підключається до системи через дві труби – подаючу та зворотну – і з'єднується з розподільчим колектором (рис. 4.4). Кожен радіатор оснащений терморегулятором, що дозволяє контролювати температуру у кожному приміщенні окремо. Труби в такій системі укладаються під підлогою, усуваючи необхідність їх маскуванню. Ефективність системи залежить від довжини трубопроводу та потужності циркуляційного насоса.

Горизонтальні опалювальні системи є сучасним рішенням для обігріву приміщень, де ключовим елементом є горизонтально укладений трубопровід. Ці системи характеризуються довгими магістральними лініями, відсутністю або мінімальною кількістю вертикальних стояків і знаходять застосування як у малоповерхових будинках, так і багатоповерхових комплексах.

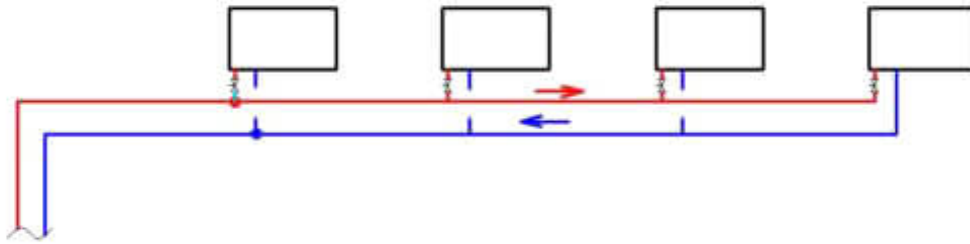


Рис. 4.3. Тупікова горизонтальна схема системи опалення

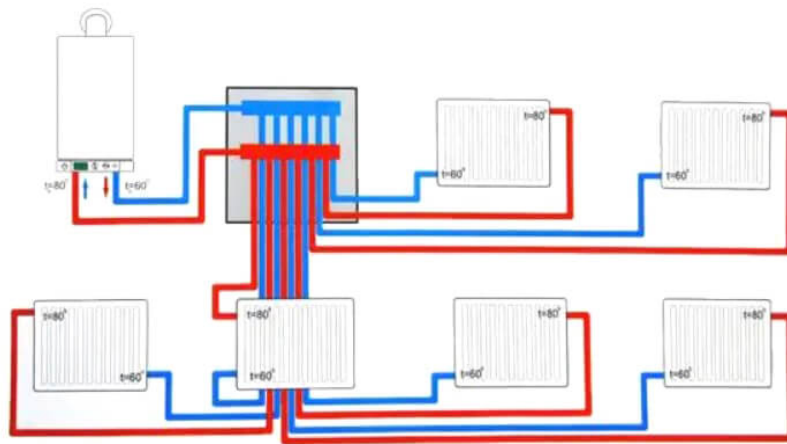


Рис. 4.4. Колекторна (променева) система

Нижче наведені різні способи підключення труб до опалювальних приладів:

- Одностороннє бічне підключення. У такому разі підведення труб здійснюється з одного боку радіатора.
- Перехресне (діагональне з'єднання).
- Горизонтальне. Підведення трубопроводу до радіатора здійснюється паралельно з обох боків.
- Нижнє. Підведення трубопроводу до радіатора здійснюється знизу.

Приєднання по діагоналі вважається найбільш ефективним. У технічній документації до радіаторів, як правило, показник тепловіддачі вказується з урахуванням цього способу. Бічні з'єднання в середньому знижують рівень віддачі тепла до 10%, горизонтальний варіант — до 20%.

Проте наведені вищі цифри не є фундаментальними. На віддачу тепла впливає не тільки спосіб підключення, а й конкретні характеристики радіатора, зокрема внутрішня конструкція, кількість секцій, матеріал виготовлення та інші параметри. В даному проекті в якості опалювальних приладів були вибрані сталеві радіатори фірми "Kermi" з нижнім та боковим підключенням, а в робочому приміщенні- реєстри з гладких труб.

Електричну енергію також можна використовувати для обігріву. Електричне опалення виробляє електричне тепло для обігріву будівлі. Електричний струм як джерело енергії в електрообігрівачах, часто застосовується для короткострокових потреб. В деяких приміщеннях будівлі було запроєктоване електричне опалення за допомогою електричних конвекторів, в яких тепло від нагрівального елемента передається в приміщення за принципом конвекції. Тобто холодне повітря, яке завжди знаходиться внизу приміщення, проходить через конвектор з гарячим теплообмінником, розташованим всередині корпусу приладу, і починає переміщатися вгору (рис.4.5).

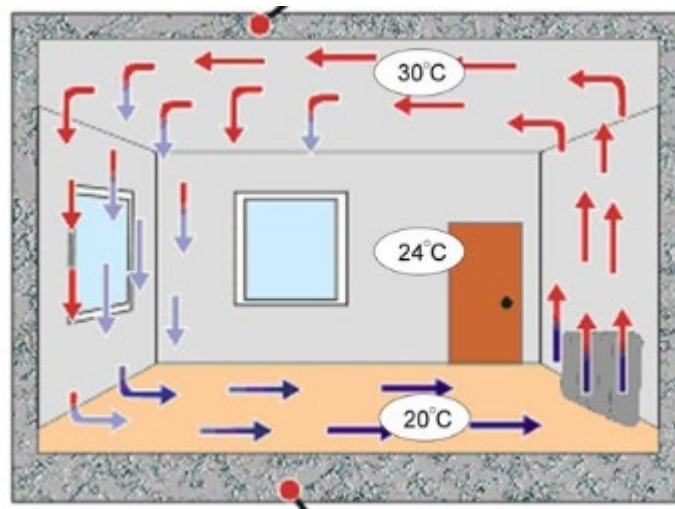


Рис. 4.5. Передача тепла за принципом конвекції

Арк.

33

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

В робочому приміщенні та в приміщенні охорони електричні конвектори встановлені для додаткового обігріву цих приміщень. В приміщенні укриття та вентиляційних- як основне джерело тепла.

У вхідному тамбурі вестибюлю над дверима та робочому приміщенні над воротами передбачене встановлення повітряних теплових завіс з електронагрівом, які вмикаються під час відкривання дверей/ворот для відсікання холодного повітря (рис. 4.6, рис. 4.7).



Рис.4.6. Теплова завіса з електронагрівом

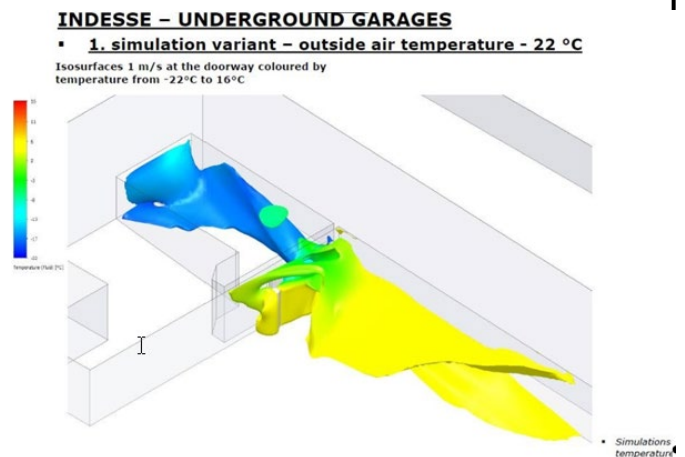


Рис. 4.7. Варіант моделювання – нагрів зовнішнього повітря від -22 °С до +16 °С

Джерелом теплопостачання для системи опалення проєктованих приміщень та припливно-витяжної установки ПВ1 є теплові насоси типу "повітря-вода", встановлені в приміщенні підвального поверху на відмітці -3,000 з параметрами теплоносія 45/35°C. Джерелом холодопостачання припливно-витяжної установки ПВ1 є також теплові насоси типу "повітря-вода з параметрами теплоносія 8/13°C.

Тепловий насос «повітря-вода» – це інноваційна система рециркуляції енергії, яка зменшує навантаження на навколишнє середовище, при цьому, повторно використовує тепло, яке і так виробляється в повсякденному житті. Тепловий насос «повітря-вода» використовується для опалення з максимальною ефективністю, відбираючи теплову енергію повітря та передаючи її воді системи опалення. Ця енергія отримується безкоштовно і може бути залучена навіть при низьких зовнішніх температурах.

							Арк.
							34
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

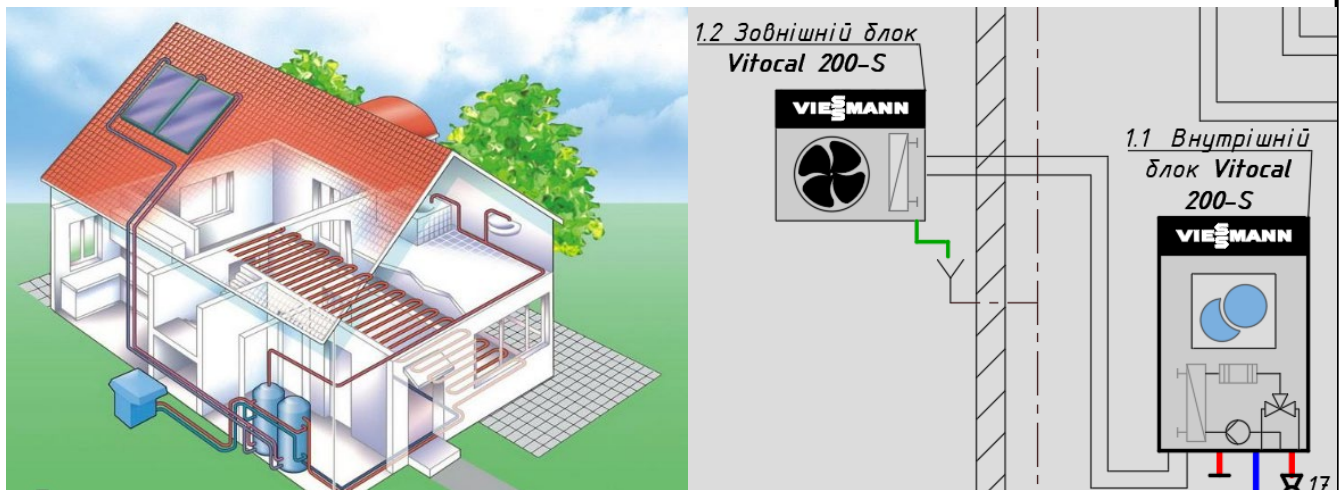


Рис. 4.8. Тепловий насос типу «повітря-вода»

Теплові насоси, які нещодавно вважалися у нас в країні дорогою дивиною, з кожним днем набувають все більше шанувальників. Можливість ефективно опалювати приміщення та підігрівати воду для побутових потреб, при цьому економлячи на газі, твердому паливі та навіть електроенергії, роблять теплові насоси популярними як серед представників бізнесу, так і серед приватних осіб. Великий вибір систем від різних виробників, що мають різну продуктивність та функціонал, дозволяють підібрати оптимальний варіант, що гарантує високу ефективність за мінімальних експлуатаційних витрат.

4.2. Підбір основного обладнання

Вибір та розміщення опалювальних приладів

1. В якості опалювальних приладів робочого приміщення застосовуються регістри з гладких труб, регулювання теплоспоживання в яких відбувається завдяки встановленню термостатичних клапанів з попередньою настройкою фірми "Danfoss".

Регістри опалення являють собою опалювальний прилад, що складається з з'єднаних за допомогою зварювання між собою гладкостінних труб. В основному труби, розташовані горизонтально, з'єднуються вертикальними короткими перемичками, через які також проходить теплоносій. Як правило, опалювальні прилади подібного типу знаходять застосування в промислових цехах, складах, гаражах, в інших виробничих та підсобних приміщеннях.

Арк.

35

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Переваги реєстрів опалення:

- простота конструкції і монтажу;
- низька вартість;
- легкість зовнішньої очищення;
- можливість модифікації за допомогою додаткових елементів;
- дешеве обслуговування і простота внутрішньої промивання труб.

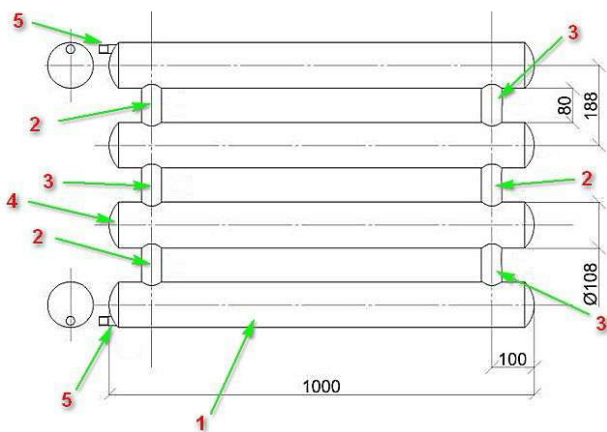


Рис. 4.9. Секційний реєстр

1- сталеві труби $\varnothing 108$; 2- перемичка непрохідна $\varnothing 48 \times 3,5$; 3- перемичка прохідна $\varnothing 48 \times 3,5$; 4- заглушка еліптична торцева $\varnothing 108$; 5- штуцер із зовнішньою різьбою G дюйма (Ду 15 мм).

Крім перерахованих деталей, потрібен регулюючий клапан на вході теплоносія, кульовий кран, який встановлюється на виході теплоносія, а також на верхній секції - кран для відводу повітря з системи.

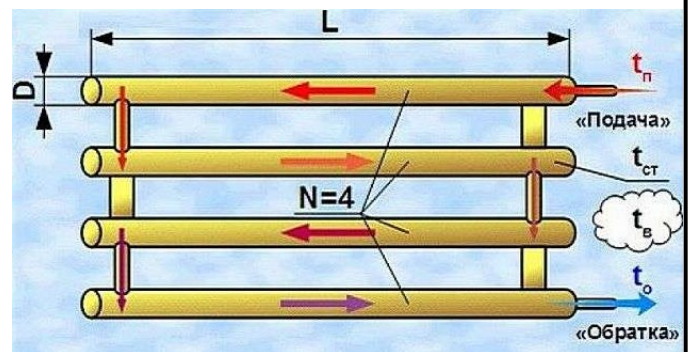


Рис. 4.10. Секційний реєстр, хід теплоносія якого виконано за схемою «нитка».

З'єднання «нитка» полягає в установці патрубків, що з'єднують горизонтальні труби, по їх краях, поперемінно — то ліворуч, то праворуч. Таким чином, весь потік теплоносія йде строго по одній «траєкторії», послідовно проходячи по всіх трубах реєстра. Холодних ділянок не може бути в принципі, правда, буде поступово зниження температури в трубах по мірі переміщення від «подачі» до «обратки».



Кріпиться такий реєстр до стіни або ж встановлюється на підлогу – це можуть бути потужні кронштейни, підставки та ніжки, знімні або приварені стаціонарно. У будь-якому випадку, слід завжди мати на увазі, що сам по собі реєстр нерідко виходить досить масивним, а якщо додати ще вага теплоносія, то значення надійних кріплень стає

Рис. 4.11. Великий масивний реєстр, очевидним підвішений на двох потужних кронштейнах

2. Опалювальні прилади сходової клітки - сталеві панельні радіатори фірми "Kermi" з боковим підключенням, теплоспоживання в яких регулюється за допомогою термостатичних клапанів з попередньою настройкою фірми "Danfoss".

Сталеві радіатори KERMI (Кермі) німецького виробника розраховані на довгий термін експлуатації. Вони відрізняються високою тепловіддачею за рахунок наявності специфічних П-подібних виступів, які значно збільшують конвекцію повітряних потоків у приміщеннях, в яких встановлюють радіатори, а також мають найвищі показники тепловіддачі за рахунок створення інноваційної технології X2.

X2- унікальний запатентований принцип: послідовно, а не паралельно. Тоді як раніше всі пластини плоских радіаторів підключалися паралельно, то потік в них здійснювався одночасно, модель TERM X2 розроблена на основі нового принципу x2: з послідовним потоком. Тобто передня пластина з'єднана з рештою пластин, що знаходиться за нею, в результаті чого саме потік потрапляє в неї в першу чергу.


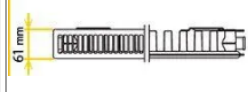





- Технологія X2-Inside
- Економія енергії 6%
- Час нагрівання коротший на 25% при максимальній тепловій потужності.

Арк.

37

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

FKO Тип 10	FKO Тип 11	FKO Тип 12 x2 INSIDE	FKO Тип 22 x2 INSIDE	FKO Тип 33 x2 INSIDE
				
Однопанельний. Без конвективного оребрення. Без бокових планок та верхньої декоративної решітки	Однопанельний. 3 одним рядом конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою	Двохпанельний. Один ряд конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою. 3 послідовним підключенням панелей	Двохпанельний. Два ряди конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою. 3 послідовним підключенням панелей	Трьохпанельний. Три ряди конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою. 3 послідовним підключенням панелей

3. В усіх інших приміщеннях застосовуються сталеві панельні радіатори фірми "Kermi" з нижнім підключенням, регулювання теплоспоживання в яких передбачається завдяки термостатичному клапану, вбудованому в кожен опалювальний прилад.



Рис. 4.13. KERMI FTV — радіатори з нижнім підключенням

Приєднання радіаторів KERMI FTV до підводних труб може відбуватись знизу праворуч або знизу ліворуч (при спеціальному замовленні). Використовуються радіатори KERMI як у однотрубних, так і у двотрубних системах опалення. Особливістю радіаторів Кермі з нижнім з'єднанням є вбудований термостатичний клапан, який дозволяє регулювати температуру

Арк.

39

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

нагрівання за допомогою зміни температури радіатора. До складу радіатора Кермі FKV входять: заглушки, кран Маєвського (спуск-випуск повітря), комплект кріплення.

Типи радіаторів Кермі FTV з нижнім з'єднанням:

Kermi FTV тип 10	Kermi FTV тип 11	Kermi FTV тип 12	Kermi FTV тип 22	Kermi FTV тип 33
FTV Тип 10 	FTV Тип 11 	FTV Тип 12 x2 INSIDE 	FTV Тип 22 x2 INSIDE 	FKO Тип 33 x2 INSIDE 
Однопанельний. Без конвективного оребрення. Без бокових планок та верхньої декоративної решітки	Однопанельний. 3 одним рядом конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою	Двохпанельний. Один ряд конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою. 3 послідовним підключенням панелей	Двохпанельний. Два ряди конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою. 3 послідовним підключенням панелей	Трьохпанельний. Три ряди конвективного оребрення. 3 боковими планками та верхньою декоративною решіткою. 3 послідовним підключенням панелей

Для того щоб контролювати температуру приміщення, де будуть встановлені радіатори з нижнім з'єднанням, потрібно буде додатково купити термостатичну головку.



Рис. 4.14. Термостатична головка

Термостатичні головки дозволяють економити до 20%-30 відсотків витрат енергоносія. Термостатичні головки встановлюються в горизонтальній площині на підводках до опалювальних приладів.

4. В приміщенні укріття, вентиляційній укріття та вентиляційній на горіщному поверсі передбачене електричне опалення за допомогою електричних конвекторів фірми "ATLANTIC" або аналогу. В приміщенні охорони та робочому приміщенні встановлені

Арк.

40

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

електричні конвектори як додаткове джерело тепла.

Електричний конвектор - простий і сучасний спосіб пристрою доступного, надійного, швидкого і безпечного опалення.



Рис. 4.15. Настінний електричний конвектор

Панельні електричні обігрівачі працюють по принципу циркуляції повітря в приміщенні. Це означає, що вони використовують електричний струм для нагрівання нагрівального елемента, який, в свою чергу, нагріває холодне повітря, яке тяжче і надходить через отвори знизу конвектора. Далі повітря після набуття потрібної температури підіймається і виходить через отвори у верхній частині приладу. Отже, після нагрівання повітряні маси потрапляють до стелі, там охолоджуються і спускаються донизу та знову потрапляють в електричний конвектор і цей процес повторюється по колу (рис. 4.16).

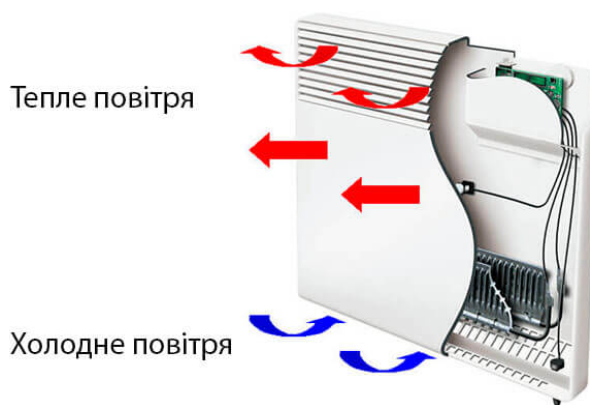


Рис. 4.16. Принцип циркуляції повітря

Найбільш розповсюджений вид конвекторів - настінні конвектори. Головна перевага - невелика товщина. Установка такого конвектора під вікном зробить його більш ефективним для захисту від проникнення в приміщення холодного повітря. Настінні конвектори відрізняються непомітним але в той же час гармонійним дизайном, що не псує загальний інтер'єр приміщення.

За підтримку в приміщенні потрібної температури конвектором відповідає термостат, який може мати механічне або електронне управління.

Переваги електричного конвектора:

- 1) компактний розмір;
- 2) швидко нагріваються і беззвучні у своїй роботі;
- 3) приємна вартість, яка значно нижче на відміну від вартості котлів та радіаторів;
- 4) простота монтажу та обслуговування;
- 5) екологічність. Електроконвектори, внаслідок відносно низької температури нагрівального елемента, не спалюють пил. Це дозволяє домогтися тепла в приміщенні без шкоди для якості повітря;
- 6) низька температура поверхні. У режимі підтримки температури в приміщенні середня температура поверхні конвектора не перевищує 60 °С. Це робить їх безпечними для використання у присутності дітей і домашніх тварин.
- 7) установка не вимагає спеціальних дозволів як у ситуації з газовим опаленням.

Електричні конвектори мають додаткові функції, які сприяють безпечному, економному та комфортному використанню:

- 1) захист від замерзання. При наявності такої функції прилад вмикається автоматично якщо температура в кімнаті впаде до +7 °С;
- 2) захист від перегріву. Спеціальний датчик стежить щоб температура приладу не перевищувала допустиму межу і при спрацьовуванні - відключає живлення.
- 3) вологозахисний корпус. Дана конструкція дає можливість використовувати опалювальний прилад в приміщенні з підвищеною вологістю.

Арк.

42

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

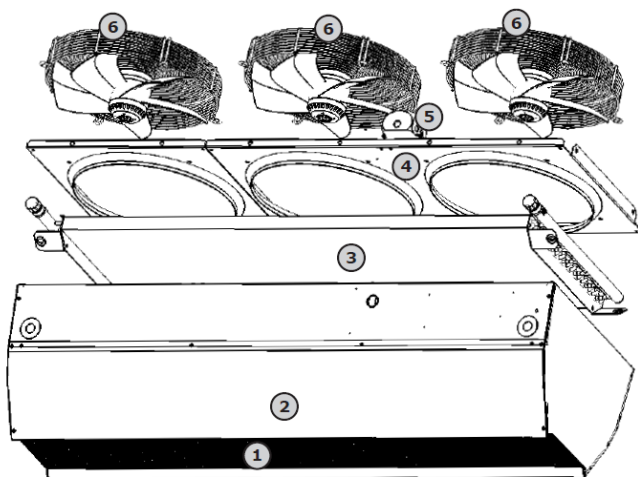
4) іонізація. Ця функція дозволяє приладу вловлювати пил і насичувати повітря іонами, завдяки чому покращується самопочуття домочадців.

5) можливість програмування (функція Restart). Прилад запам'ятовує свої поточні параметри і після відключення електроживлення відновлює роботу в тому ж режимі. Зручно при частих перебогах з електрикою.

6) термостат. Здійснює підтримку заданої температури. Таймер встановлює заданий час обігріву.

5. Повітряні теплові завіси з електронагрівом встановлені у вхідному тамбурі вестибюлю над дверима та робочому приміщенні над воротами

В робочому приміщенні встановлені дві теплові завіси INDESSE з електронагрівом над воротами. INDESSE є високоефективною промисловою повітряною завісою для вертикальної та горизонтальної інсталяції із застосуванням у виробничих цехах, складах та інших промислових об'єктах з рекомендованою висотою/шириною отвору до 8 м. Завіса призначена для експлуатації у приміщеннях з сухим середовищем при температурі навколишнього повітря в межах від (+5°C до +40°C) та відносної вологості до 80%. Служить для подачі повітря без грубого пилу, жирів, хімічних випарів та інших забруднень.



- 1- Направляючі;
- 2- Корпус завіси;
- 3- Нагрівач (електричний);
- 4- Задня панель вентиляторів;
- 5- З'єднувальні коробки вентиляторів;
- 6- Вентилятори

Рис. 4.17. Повітряна тепла завіса Indesse VCIN 2VV

У вхідному тамбурі вестибюлю над дверима встановлена повітряна завіса з електронагрівом STANDESSE. Це дуже потужна і комфортна повітряна завіса з привабливим зовнішнім виглядом для застосування представницьких приміщень - фінансових установах, банках, бутіках, комерційних центрах та адміністративних будинках з рекомендованою висотою установки до 5 м. Завіса призначена для експлуатації в приміщеннях із сухим середовищем при температурі навколишнього повітря в межах від 0°C до +35°C і при відносній вологості до 80 %. Завіса служить для подачі повітря без грубого пилу, жирів, хімічних випарів та інших забруднень.



Рис. 4.18. Повітряна теплова завіса Standesse 2VV

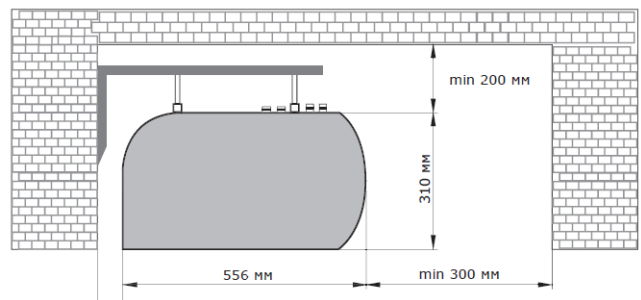


Рис. 4.19. Установка та монтаж повітряно теплової завіси Standesse 2VV

Розподільчі колектори системи опалення

Розподільчі колектори для радіаторів – це пристрої, призначені для рівномірного поділу потоків теплоносія, що надходять з центральних магістралей, в окремі контури систем радіаторного опалення.



Перевага опалювального колектора – це можливість відключення будь-якого контуру в процесі експлуатації системи, без наслідків для інших контурів, підключених до неї. Розподільний колектор опалення може комплектуватися повітровідвідниками, запобіжними клапанами, приладами вимірювання тиску та температури. За бажанням замовника, можна передбачити виконання, що дозволяють знімати температурні

Арк.

44

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

Рис. 4.20. Розподільчий колектор системи опалення

дані безконтактним способом. Завдяки надійним кронштейнам на корпусі монтаж виробу здійснюється просто і без проблем.

Запірна та регулююча арматура

В рамках автоматичного управління системою опалення та відключення окремих її частин в разі аварії або ремонту передбачено використання запірно-регулюючої арматури. Для цього використовуються автоматичні регулятори перепаду тиску ASV-P+ASV-M, які мають функцію зливу системи.

Автоматичні балансувальні клапани Danfoss ASV-PV використовується спільно з запірно-вимірювальними клапанами ASV-BD, ASV-I або запірними клапанами ASV-M для гідравлічного балансування в двотрубних системах опалення, які обладнані радіаторними клапанами з функцією попереднього налаштування пропускну здатності та в системах підлогового опалення.

Клапан ASV-PV встановлюють на зворотному трубопроводі. Імпульсну трубку від цього клапана підключають до клапана-партнера, встановленого на подавальному трубопроводі. Компактний регулятор перепаду тиску ASV-PV створений для забезпечення високої якості автоматичного гідравлічного балансування.



Рис. 4.21. Автоматичний балансувальний клапан Danfoss ASV-PV

Точність регулювання і простота експлуатації реалізуються за рахунок:

- мембранного блоку, вбудованого в корпус клапана;
- простоті настройки з можливістю її блокування;
- функції промивання і заповнення системи;
- розділення запірної функції і функції попередньої настройки;
- застосування мембран, адаптованих до кожного

Арк.

45

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

типорозміру клапана;

- наявності дренажного крана, встановленого у заводських умовах.



Рис. 4.22. Запірний клапан-партнер ASV-M

Клапан ASV-M це запірний клапан, призначений для встановлення на трубопроводі, що подає. Може бути використаний тільки як запірна арматура і для приєднання імпульсної трубки від клапанів ASV-P(V).

Клапан поставляється із заглушками під вимірювальні ніпелі. При встановленні ніпелів можливий вимірювання витрати теплоносія, що протікає через цю ділянку системи.

Повітровідвідник

Видалення повітря необхідно передбачати з кожного опалювального приладу і в верхніх точках стояка. Для цього використовуються автоматичні повітровідвідники

Повітровідвідник являє собою допоміжне обладнання для скидання накопиченого повітря в системах опалення.



Рис. 4.23. Автоматичний повітровідвідник

Принцип роботи автоматичних відвідників повітря полягає в наступному -у міру накопичення повітря або газу, поплавок тисне на клапан і змушує наступний стравлювати надлишок повітря. Автоматичні відвідники повітря встановлюють на котли, колектори теплої підлоги і радіаторного опалення, стояки та ін.

Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Арк.

46

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

Магістральні трубопроводи та стояки для систем опалення, теплопостачання та холодопостачання запроектовані сталеві за ДСТУ 8936:2019. Сталеві труби ізолювані виробами марки "K-FLEX-ST". Трубопроводи приєднання опалювальних приладів передбачені з поліетиленових труб типу Ре-Ха з антидифузійним шаром та прокладені в підлозі в гофротрубі. Поліетиленові трубопроводи, прокладені відкрито, ізолюються виробами марки "K-FLEX-ST", а в місцях перетину ними перекриття обгортаються протипожежною стрічкою.

Трубопроводи систем опалення в місцях перетину ними перекриття, стін та дверних проїомів прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів; причому край гільзи повинен бути в одному рівні з поверхнею стін, але на 30 мм вище за поверхню.

Уквітн трубопроводів води приймається не менше, ніж 0,002.

Компенсація теплових подовжень трубопроводів здійснюється за допомогою кутів повороту. Трубопроводи в підвальному приміщенні від теплового пункту прокладаються під стелею.



Рис. 4.24. Труба сталева

Труби сталеві зносостійкі та мають високу здатність протистояти високим температурам і навантаженням, забезпечуючи довгу та надійну роботу трубопроводів.

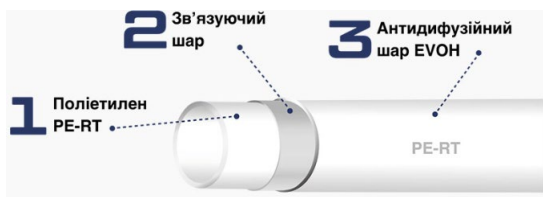


Рис. 4.25. Труба поліетиленова типу Ре-Ха з антидифузійним шаром

Труби поліетиленові Ре-Ха з антидифузійним шаром це високої якості однорідні труби, призначені для монтажу систем опалення. Антидифузійний шар гарантує герметичність в разі проникнення кисню всередину системи, захищаючи її елементи від корозії.

Спінений каучук K-FLEX ST- це найбільш впізнана теплоізоляція в сегменті опалення. Популярність дана ізоляція придбала за рахунок високих параметрів і стабільності фізико-технічних



характеристик в процесі довгої експлуатації на ізольованих об'єктах.

Рис. 4.26. Ізоляція марки "K-FLEX-ST"

4.3. Методика гідравлічного розрахунку системи опалення

Гідравлічний розрахунок системи опалення включає в себе розрахунок втрат тиску в окремих елементах системи опалення та їх подальшу ув'язку. Правильно виконаний розрахунок забезпечує заплановану тепловіддачу опалювальних приладів, малощумну роботу системи опалення та підбір відповідного опалювального насоса.

Існує два основних типи втрат тиску: втрати тиску по довжині трубопроводу і втрати тиску на ділянці, які викликані фітінгами, приладами, вигинами, зміною діаметрів і трійниками. Розрахунок втрат тиску на арматурі та приладах виконується згідно з технічними характеристиками відповідного виробника. Для опалювальних приладів, зазвичай, створюються таблиці або графіки із зазначеними втратами тиску. Для арматури в каталозі компанії представлений графік втрат тиску в залежності від витрати теплоносія (води), який стосується вентилів, кранів та іншої запірної або регулюючої арматури. Ув'язка стояків системи опалення є фундаментальною вимогою для правильної роботи системи. Якщо втрата тиску в двох гілках має відхилення менше 15 %, можна вважати, що завдання виконано.

Гідравлічний розрахунок використовується для визначення оптимальних діаметрів трубопроводів, які забезпечують стійке та надійне надходження розрахункової кількості теплоносія до всіх опалювальних приладів при визначеному завданням перепаді тиску теплоносія в подавальній та зворотній магістралях теплової мережі на вузлі вводу.

								Арк.
								48
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Завданням гідравлічного розрахунку є підбір мінімальних діаметрів труб на всіх ділянках мережі таким чином, щоб гідравлічний опір головного циркуляційного кільця не перевищував розрахунковий циркуляційний тиск більш ніж на 5-10 %. Крім того, різниця в гідравлічному опорі між головним циркуляційним кільцем і кожним з інших циркуляційних кілець не повинна перевищувати 15 %.

Циркуляційне кільце - це замкнутий контур в системі опалення. Кількість циркуляційних кілець у двотрубній системі опалення відповідає кількості радіаторів.

Для вибраної системи опалення будівлі виконуються проектно-розрахункові роботи, із зведенням основних результатів у таблицю гідравлічного розрахунку трубопроводів та викреслюванням аксонометричної схеми системи опалення, за такою послідовністю:

1. На викреслених планах поверхів розташовуються опалювальні прилади, стояки, магістральні трубопроводи, розширювальний бак (в системах з природною циркуляцією), тепловий пункт (котел з обв'язкою).

2. Викреслюється розрахункова аксонометрична схема трубопроводів системи опалення (як правило, в масштабі планів).

На планах і на аксонометричній схемі (схемах) умовно позначаються усі конструктивні елементи та параметри.

3. На аксонометричній схемі вказуються теплові навантаження на кожен прилад. Теплове навантаження на стояк визначається як сума навантажень на прилади цього стояка.

4. Вибирається головне циркуляційне кільце системи (ГЦК) – з найменшим наявним циркуляційним тиском на 1м довжини трубопроводу (гідравлічно найневигодніше). Для цього кільця має виконуватись умова:

$$\frac{\Delta p_p}{\sum l} \rightarrow \min; \begin{cases} \Delta p_p \rightarrow \min; \\ \sum l \rightarrow \max; \end{cases} \quad (4.1)$$

де $\Delta p_p, \text{Па}$ - наявний циркуляційний тиск кільця;

$\sum l, \text{м}$ - довжина кільця.

Як правило, в тупикових схемах двотрубних систем ГЦК проходить через нижній прилад найвіддаленішого стояка.

								Арк.
								49
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Наведені правила вибору ГЦК справедливі для систем опалення із природною та примусовою циркуляцією.

5. ГЦК розбивається на розрахункові ділянки. Це частини трубопроводу системи з незмінними значеннями витрати теплоносія і діаметру труби. Для кожної ділянки визначається: порядковий номер; теплове навантаження; довжина ділянки.

6. Витрата води, що протікає по розрахунковій ділянці визначається за формулою:

$$G = \frac{Q}{c(t_2 - t_0)}, \text{кг/с} \quad (4.2)$$

де Q, Вт - теплове навантаження розрахункової ділянки;

$t_2 - t_0$, °С - перепад температур гарячого і охолодженого теплоносія в системі опалення;

c, Дж/(кгК) – теплоємність теплоносія. Для води: $c=4187 \approx 4190$ Дж/(кгК).

Витрата води на ділянках, кг/год, розраховується за формулою:

$$G = \frac{3.6Q}{4.19(t_2 - t_0)} = \frac{Q}{1.16(t_2 - t_0)}, \text{кг/год} \quad (4.3)$$

де 3,6 - перевідний коефіцієнт з Вт у кДж.

Для орієнтовного переведення, при потребі, витрати G з кг у м³ отримане значення можна поділити на густину теплоносія ρ , кг/м³, що відповідає температурі теплоносія на ділянці.

7. Для вибраного головного циркуляційного кільця (ГЦК) визначається розрахунковий циркуляційний тиск ΔP_p , Па:

а) у системах з природною циркуляцією води:

$$\Delta p = \Delta p + \Delta p_{mp}, \quad (4.4)$$

де природний (гравітаційний) циркуляційний тиск дорівнює:

$$\Delta p = g \sum_{i=1}^m h_i (\rho_{i+1} - \rho_i) \quad (4.5)$$

і додатковий природний циркуляційний тиск від охолодження води у трубопроводах:

								Арк.
								50
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

$$\Delta p_{mp} = g \sum_{j=1}^n h_j (\rho_{j+1} - \rho_j) \quad (4.6)$$

Як правило, $\Delta p_{пр}$ визначають за графіками (таблицями), пропорційно відстані від головного стояка до розрахункового. У цій формулі:

$g=9,8 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння;

i, j - порядкові номери в окремому стояку (двох стояках - для двотрубної системи) умовних точок охолодження, розташованих вертикально посередині приладу ($i=1\dots m$) або ділянки труби між приладами ($j=1\dots n$);

h_i, h_j , м - висота від середини (по вертикалі) котла чи елеваторного вузла до відповідної умовної точки охолодження приладу або ділянки труби;

ρ_i, ρ_j та ρ_{i+1}, ρ_{j+1} , кг/м^3 - густина води при температурі води на вході $t_{вх}$ та на виході $t_{вих}$ для приладу або ділянки труби.

У системах з примусовою (штучною) циркуляцією розрахунковий циркуляційний тиск:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + B(\Delta p + \Delta p_{mp}), \text{ Па} \quad (4.7)$$

де Δp_n , Па- тиск, створений насосом чи елеватором додатково до природного $\Delta p + \Delta p_{пр}$ за формулою (4.4);

B – коефіцієнт, що враховує рекомендовану нормами частку від впливу природного циркуляційного тиску системи: для двотрубних 0,4-0,5, для однострубних 1.

Для систем довільної довжини Δp_n можна орієнтовно приймати з умови:

$$\Delta p_n = 80 \sum l, \quad (4.8)$$

де $\sum l$ - сума довжин ділянок розрахункового кільця.

Природний тиск, менший 10 % від створюваного насосом, $\Delta p + \Delta p_{mp} < 0,1 \Delta p_n$, у розрахунках не враховується: $\Delta p = \Delta p_n$.

8. Визначається $R_{ор}$ - орієнтовна питома втрата тиску на тертя, що припадає на 1м довжини кільця трубопроводу. За методом розрахунку трубопроводів за питомими втратами:

									Арк.
									51
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

$$R_{op} = 0,9T\Delta p_p / \sum l, \text{Па/м} \quad (4.9)$$

де T - частка втрат на тертя. Приймається: для систем з природною циркуляцією 0,5, з примусовою - 0,65;

9. Підбираються діаметри труб, ділянок за таблицею для гідравлічного розрахунку трубопроводів систем водяного опалення (таблиці з довідників, для заданих матеріалів трубопроводів системи опалення): для передбачуваного діаметру d_y , мм, та відомої витрати води G , кг/год, визначається питома втрата тиску R , Па/м, та швидкість води у трубопроводі v , м/с (для малих діаметрів труб – підведень до приладів R приймають, як правило, значно меншим R_{op} та мінімальні швидкості, у інших випадках, враховуючи, що $R \approx R_{op}$, величини R можуть бути більшими чи меншими від R_{op} , а швидкості вибираються з умови $v \leq v_{max}$: для d_y , мм: <15; 15; 20; 25; 32; ≥ 40 максимально допустима швидкість, v_{max} , м/с, відповідно приймається: 0,25; 0,30; 0,65; 0,80; 1,0; 1,5.

Втрати тиску на тертя у трубопроводах за рівнянням Дарсі- Вайсбаха для втрат тиску по довжині:

$$\Delta p_{довж} = \frac{\lambda \rho v^2}{2d} l = \frac{\lambda}{d} p_{\partial} l = Rl, \text{Па} \quad (4.10)$$

де λ - коефіцієнт Дарсі;

l , м - довжина ділянки трубопроводу з незмінним внутрішнім діаметром d , м, густиною (питомою масою) ρ , кг/м³, та швидкістю руху теплоносія v , м/с;

p_{∂} , Па - динамічний тиск теплоносія на ділянці;

R , Па/м - питоми втрати на тертя води зі стінками трубопроводу на ділянці.

10. Визначаються втрати тиску у місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi \frac{\rho v^2}{2} = \sum \xi p_{\partial} \text{Па} \quad (4.11)$$

Де $\sum \xi$ - сума безрозмірних коефіцієнтів місцевих опорів, для систем водяного опалення – за довідниками.

Значення Z , як і Rl , зручно знаходити за номограмами.

									Арк.
									52
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

11. Знаходиться сума втрат тиску Rl і Z для кожної ділянки, після чого знаходиться сума втрат тиску у системі $\sum(Rl+Z)$, Па. Для головного циркуляційного кільця перевіряється умова:

$$\sum(Rl+Z) = (0,9...0,95)\Delta P_p \quad (4.12)$$

де ΔP_p - з формули (4.7). Тобто, залишається запас у 5...10% на невраховані в розрахунку гідравлічні опори.

Якщо умова (4.12) не виконується, то відповідно зменшуються (збільшуються) значення Rl і Z на окремих ділянках циркуляційного кільця. Тобто, приймаються нові значення d і v окремих ділянок та знаходяться відповідні їм $R, Rl, \sum \xi, Z, Rl+Z$. Перевірка повторюється.

Розраховане за вищенаведеною послідовністю ГЦК приймається основним, з результатами його гідравлічного розрахунку узгоджуються відповідні значення $d, v, Rl+Z$ інших циркуляційних кілець системи. Кожне з циркуляційних кілець системи має спільні точки з ГЦК, в яких відбувається злиття або розподіл теплоносія. Тобто, у кожному з таких кілець є півкільця, одне з яких не розраховане, а інше співпадає з частиною ділянок ГЦК. Тому, гідравлічно розраховуються і узгоджуються з ГЦК хоча б 2-3 півкільця системи. Тобто, має виконуватись умова:

$$\Delta = \left| \frac{\sum(Rl+Z)_{з.ц.к.} - \sum(Rl+Z)_{п.к.}}{\sum(Rl+Z)_{з.ц.к.}} \right| \leq 0,15 \quad (4.13)$$

Іе $\Delta \leq 15\%$ - неузгодження втрат тиску у півкільці $\sum(Rl+Z)_{п.к.}$ з втратами тиску на відповідній ділянці ГЦК $\sum(Rl+Z)_{з.ц.к.}$.

Різницю тисків (нев'язку) гасять, наприклад, кранами подвійного регулювання чи дроселювальною шайбою. Або ж встановлюють запірно-регулюючі балансувальні клапани.

Якщо гідравлічний розрахунок є неповним (розраховано лише одну з приблизно рівнозначних гілок), то, для його спрощення, на гідравлічно нерозрахованих ділянках приймають діаметри труб по аналогії до розрахованих ділянок. У важливих випадках чи при нерівнозначних гілках (за довжиною; тепловим навантаженням; втратами тиску) потрібно виконувати повний гідравлічний розрахунок усіх гілок, півкілець системи.

								Арк.
								53
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

В даному проекті гідравлічний розрахунок системи опалення виконується ЕОМ в програмі АРС- ПС [30]. Дана програма враховує всі існуючі гідравлічні закони, виконує гідравлічне регулювання системи, підбір обладнання системи, підрахунок специфікації використаних матеріалів та обладнання. Приклад гідравлічних розрахунків можна подивитись в таблицях додатку 3.

4.4. Особливості експлуатації

Опалення є найважливішою комунікацією в будівлях житлового фонду, комерційних установах і більшості промислових будівель. Це штучний спосіб обігріву приміщень. Система опалення являє собою комплекс обладнання, що виробляє, переносить і розподіляє теплову енергію. Основне завдання такої системи – забезпечити комфортну температуру з метою:

- 1) Створення сприятливих умов для мешканців, працівників або відвідувачів.
- 2) Збереження внутрішнього оздоблення приміщень і меблів.
- 3) Правильного зберігання сировини, матеріалів або готової продукції.

Будівлі служать своєрідним захистом від навколишнього середовища. Попри закриту конструкцію, у разі зниження температури на вулиці, тепло все одно виходить зі споруди.

Головне призначення опалювальної системи – забезпечення комфорту людям, які проживають або знаходяться у будівлі тривалий час, без огляду на температуру за вікном.

Систему опалення необхідно підбирати так, щоб домогтися максимально якісного обігріву зі збереженням комфортної для проживання вологості повітря протягом усього опалювального сезону. При проектуванні потрібно враховувати особливості роботи нагрівальних приладів, монтажу, а також доступність і вартість палива.

								Арк.
								54
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Двотрубна система опалення виглядає кращим варіантом ніж однотрубна система. Її єдиним мінусом є те, що монтаж такої системи коштує значно дорожче за однотрубне опалення.

Переваги двотрубної системи опалення:

- 1) ще на етапі проектування передбачена установка автоматичних терморегуляторів для радіаторів опалення і, отже, можливість регулювання температури в кожній кімнаті;
- 2) елементи ланцюга в двотрубній системі підключення розташовані паралельно на відміну від однотрубної, де підключення послідовне;
- 3) у цю систему можна врізати радіатори навіть після складання основної лінії трубопроводу, що неможливо при однотрубній системі;
- 4) двотрубну систему опалення легко продовжити в вертикальному і горизонтальному напрямках (якщо доведеться добудовувати будинок, то систему опалення міняти не потрібно);
- 5) для цієї системи не треба збільшувати кількість секцій в радіаторах з метою збільшення об'ємів теплоносіїв. Легко ліквідуються помилки, допущені на стадії проектування. Система менш вразлива до розмерзання.

Однотрубна схема підходить для невеликих будинків з невеликою кількістю радіаторів, а також для будинків, де не потрібне точне регулювання температури в кожній кімнаті. Однотрубна схема вимагає більшого діаметра та ухилу труб, а також більш ретельного розрахунку гідравлічного балансу. Двотрубна схема підходить для великих будинків з великою кількістю радіаторів, а також для будинків, де потрібне точне регулювання температури в кожній кімнаті. Така схема вимагає більшої кількості труб та фітінгів, а також наявності насоса та автоматики. Сучасні двотрубні системи опалення відрізняються високою енергоефективністю, екологічністю та можливістю налаштування під конкретні потреби. Вони допомагають знизити витрати на енергоносії завдяки автоматизації та використанню сучасних технологій.

Найважливішим показником задовільної експлуатації систем опалення є також відповідність тепловіддачі нагрівальних приладів тепловтратам огорожень у залежності від зовнішньої температури. Властивість систем змінювати тепловіддачу відповідно до зміни

Арк.

55

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

тепловтрат огороженнями (або зміною зовнішньої температури) називається тепловою стійкістю системи. Домогтися зазначеної відповідності можна зміною або температури (перший спосіб), або кількості теплоносія, що надходить у нагрівальні прилади (другий спосіб), або зміною і температури, і кількості теплоносія одночасно (третій спосіб). Зміна параметрів теплоносія регулюється в котельнях або на ТЕЦ (центральне регулювання) системою автоматики.

В проектованій будівлі система автоматики разом із джерелом теплоти- тепловими насосами типу «повітря-вода» знаходиться у власному індивідуальному тепловому пункті. Тепловий насос вважається повністю екологічним методом, він отримує енергію від поновлюваних джерел (в даній роботі від повітря) і передає її в систему опалення.

Конструкція такого насосу складається з внутрішнього блоку, розташованого в приміщенні, і зовнішнього, розміщеного над землею на відкритому повітрі. Між собою вони з'єднані за допомогою фреонові траси з мідних труб. Теплові насоси «повітря-повітря» зазвичай більш ефективні, ніж інші системи опалення. Вони також дешевші в установці, ніж інші види теплових насосів, так як знаходяться над землею і не вимагають проведення додаткових монтажних робіт. Системи теплових насосів з повітряним джерелом можуть бути ідеальними для об'єктів у відносно помірному кліматі. Вони можуть забезпечити достатню кількість тепла, а нові сучасні моделі здатні ефективно функціонувати навіть при температурах до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Оскільки системи знаходяться над землею, вони можуть мати проблеми з блокуванням. Листя, трава, сніг і лід можуть впливати на повітряний потік і внутрішні рухомі частини. Наземні системи часто вимагають установки фільтрів і пристроїв проти обмерзання. При правильному плануванні і проектуванні всіх цих проблем в майбутньому можна уникнути. Зате простота і зручність обслуговування у повітряних теплових насосів незаперечні.

У перспективі експлуатаційні витрати на обігрів тепловими насосами будуть мінімальні, але на спорудження і проектування систем опалення будуть потрібні високі капіталовкладення. Ціна залежить від типу і потужності насоса, а також від опалювальної площі. Теплові насоси, як правило, не потребують особливого догляду, але доведеться

									Арк.
									56
	Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

регулярно перевіряти повітряні фільтри та чистити теплообмінники. Теплові насоси мають надійну конструкцію і герметичний корпус, що забезпечує їх повну безпеку для користувачів. Система теплового насоса знижує викиди вуглекислого газу і забезпечує високий рівень ефективного коефіцієнта перетворення енергії в тепло.

Переваги теплових насосів вказують на те, що вони є розумною інвестицією в довгостроковій перспективі. Значна економія на електроенергії, використання альтернативних джерел енергії, безпека і довгостроковість системи вказують на те, що первісна вартість в майбутньому повністю окупиться.

								Арк.
								57
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

5. Вентиляція

5. Вентиляція

5.1. Розрахунок необхідних повітрообмінів приміщень будівлі

Під вентиляцією розуміють організований повітрообмін, який служить для створення допустимих параметрів повітря в приміщенні.

Під повітрообміном розуміють заміну забрудненого повітря в приміщенні свіжим, чистим повітрям.

								Арк.
								58
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

У разі тривалого і систематичного впливу на людину допустимі параметри повітряного середовища повинні бути визначені таким чином, щоб не відбувалося змін теплового стану організму, які супроводжуються перевантаженням механізмів терморегуляції та зниженням працездатності людини. В такому випадку можуть виникнути дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та погіршення здоров'я, хоча стан людини не порушується.

Оптимальними параметрами повітряного середовища вважаються такі, що забезпечують підтримання нормального теплового стану організму при тривалому і систематичному впливі без перевантаження терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють умови для високої працездатності.

До метеорологічних параметрів, які використовуються при розрахунку необхідних повітрообмінів, належать температура, t , °C (K); відносна вологість, ϕ , %; та швидкість повітря, v , м/с.

Робоча зона (зона обслуговування) – простір в приміщенні, висота якого обмежена 2 метрами над підлогою і в якому постійно або тимчасово перебувають люди. Створення необхідного мікроклімату у приміщенні – це створення метеорологічних умов внутрішнього середовища, які визначаються поєднанням температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання і впливають на людину. Вентиляція має забезпечувати розрахунковий повітрообмін. Визначають потрібні повітрообміни за санітарними нормами та за всіма шкідливостями – вуглекислим газом, теплом і вологою.

Нормативною кратністю називають питомий повітрообмін на одиницю об'єму приміщення. Для деяких приміщень питомий повітрообмін наводиться на одну одиницю обладнання, одного відвідувача, одну порцію гарячої їжі, один санітарний прилад тощо. Значення нормативного повітрообміну встановлюються окремо по припливному та по витяжному повітрю і наводяться у відповідних розділах будівельних норм і правил та в довідковій літературі. Якщо нормативний повітрообмін по припливному повітрю не вказаний (санвузли, курильні, акумуляторні, комори тощо), то це означає, що передбачати організований приплив повітря в це приміщення не треба. Те саме стосується і витяжного повітря.

								Арк.
								59
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Відповідно до [2, п. Ф.2] розрахунок повітрообміну за нормованою кратністю слід виконувати за формулою:

$$L = V \cdot n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

де V – вентиляований об'єм приміщення, м^3 ;
 n – нормована кратність повітрообміну, год^{-1} .

Розрахунок повітрообміну за нормованою питомою витратою повітря виконують за такими формулами:

$$L = N m, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.2)$$

де m – нормована питома витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 робоче місце, на 1 людину, на 1 одиницю обладнання, на 1 санітарно-технічний прилад тощо;

N – кількість одиниць того, по відношенню до чого наведена нормована питома витрата повітря m (кількість робочих місць, людей, одиниць обладнання, санітарно-технічних приладів тощо);

$$L = F k, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.3)$$

де k – нормована витрата повітря на 1 м^2 підлоги приміщення, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Розрахунковий повітрообмін за умови видалення шкідливостей, які надходять у повітря приміщення, визначається за мінімальною витратою зовнішнього повітря; за масою шкідливих або вибухонебезпечних речовин; за надлишками тепла і вологи.

Таким чином був порахований розрахунковий повітрообмін для даної будівлі, а дані зведені до табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Таблиця повітрообмінів приміщень

								Арк.
								60
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

5.2. Системи вентиляції. Обґрунтування прийнятих рішень

Найменування Приміщення, поверху	№ приміщення	Fпр, м ² / Vпр, м ³	Кратність, 1/год; L сан.пр., м ³ /год		Кількість повітря, м ³ /год		Примітки	Вентиляційні системи	
			Приплив	Витяжка	Приплив	Витяжка		Приплив	Витяжка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Робоче приміщення (1-й поверх)	11	297,6/ 1473	1	1	1800	1800	по кратності	ПВ1	
Вентиляційна (горище)	2	18,7/ 70	1	1	70	70	по кратності	ПВ1	
Гардеробна (1-й поверх)	9	35,28/ 175	2	2	350+ 150- компенсація душової	350	по кратності	ПВ2	
Приміщення укріття (підвал)	9	31,36/ 80	-	-	480	480	за розрахунком	П1	В1
Вентиляційна (підвал)	13	12,88/ 32,8	1	1	40	40	по кратності	П1	В1
Технічне приміщення ВК	10	5,78/ 14,7	-	10	-	150	по кратності	перетік через ґратку від П2	В2
Приміщення для зберігання продуктів	12	6,63/ 16,9	-	2	-	40	по кратності	перетік через ґратку від П2	В3
Санвузли підвального поверху	6; 7; 8	-	-	125	-	125	1 унітаз	перетік через ґратку від П2	В4-В6
Санвузли першого поверху	6; 7; 8	-	-	125	-	125	1 унітаз	перетік через ґратку з вестибюлю	В7-В9
Душова	10	-	-	75x2	-	75x2	2 прилади	перетік через ґратку	В10
Електрощитова	11	3,85/ 9,8	-	1,5	-	15	по кратності	перетік через ґратку	Природня (ВП1)

Арк.

61

Зм. Кільк Арк. №док Підпис Дата

Розрахунок систем вентиляції виконано згідно норм та завдання на проектування^

1. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
2. ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту";
3. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»;
4. ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 «Будівельна кліматологія»;
5. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека»;
6. ДБН В.1.2-9-2008 «Безпека експлуатації»;
7. ДБН В.1.2-10-2008 «Захист від шуму»;
8. ДБН В.1.2-11-2008 «Економія енергії»;
9. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем»;

Для робочого приміщення (1-й поверх) передбачається припливно-витяжна система вентиляції ПВ1 (рис.5.1). Установка ПВ1 складається з гнучких вставок повітряних клапанів, припливного та витяжного вентиляторів, пластинчатого рекуператора, водяного нагрівача, охолоджувача та фільтрів. Нагрів припливного повітря взимку здійснюється за допомогою секції нагрівача, охолодження- за допомогою секцій охолоджувача.

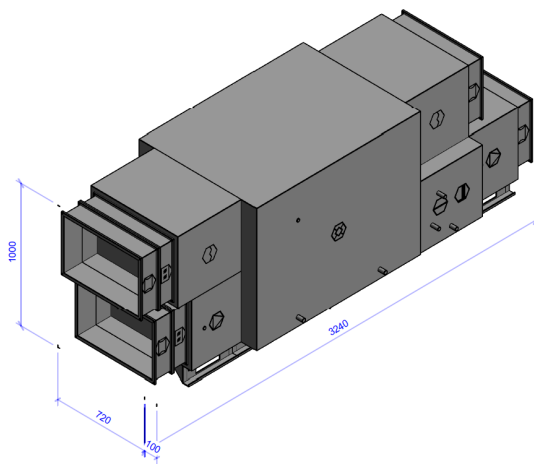
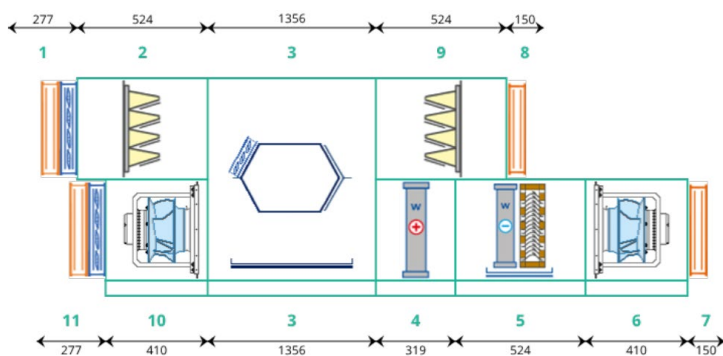


Рис. 5.1. Припливно-витяжна установка ПВ1 стаціонарна

Установка ПВ1 розташована у вентиляційній горіщного поверху. Забір повітря здійснюється з фасаду через зовнішню вентиляційну решітку, викид вище покрівлі. Повітроводи системи вентиляції сталеві оцинковані товщиною 0,5; 0,7; 0,9 мм. Передбачена

Арк.

62

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

ізоляція повітропроводів із розрахунку уникнення конденсату та теплових втрат по довжині. Для повітропроводів, прокладених від повітрозабору,- з мінеральної вати товщиною 100 мм (на попередній самоклеючий шар ізоляції K-flex товщиною 6 мм) і витяжних - із мінеральної вати товщиною 50 мм (на попередній самоклеючий шар ізоляції K-flex товщиною 10 мм). Трубопроводи теплопостачання установки та охолодження ізолювані ізоляційним виробом "K-FLEX-ST" товщиною 25 мм. Дренажні труби ізолювані ізоляційним виробом "K-FLEX-ST" товщиною 9 мм. На відгалуженнях встановлені дросель-клапани для регулювання системи (рис. 5.2, рис.5.3). Передбачене встановлення вогнезатримуючих клапанів з електроприводом згідно ДБН В.2.5-67:2013 та інших чинних протипожежних норм (рис. 5.4). З'єднання вентиляторів і повітропроводів виконуються гнучкими вставками для зменшення шуму від вентиляційного обладнання.



Рис. 5.2. Дросель клапан круглий



Рис. 5.3. Дросель клапан прямокутний



Рис. 5.4. Вогнезатримуючий клапан

Дросель-клапан для круглих та прямокутних каналів застосовується у вентиляційних системах на відгалуженнях. Дросель-клапан призначений для ручного перекриття або регулювання кількості повітря в повітропроводі за допомогою заслінки. Заслінка має прикріплене руків'я, яке фіксує її положення болтом. Корпус і поворотна пластина виготовлені з оцинкованої листової сталі. Для герметичного з'єднання з повітропроводами заслінки забезпечені гумовими ущільнювачами.

Вогнезатримуючий клапан призначений для монтажу в вентиляційних повітропроводах для перешкодження поширенню пожежі та продуктів горіння з одного приміщення в інше шляхом перекриття повітропроводів згідно з відповідними нормами та стандартів.

Проектом передбачені окремі витяжні системи за допомогою каналних вентиляторів із технічного приміщення ВК (система В2), технічного приміщення для зберігання продуктів (В3), санвузлів (В4-В6) підвального поверху (рис. 5.5).

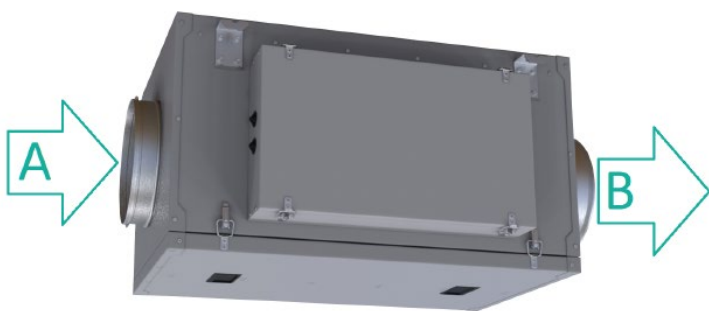


Рис. 5.5. Канальний вентилятор для круглих повітропроводів

Канальні вентилятори серії RV застосовуються для вентиляції невеликих комерційних та виробничих приміщень, об'єктів сервісу.

Корпус виготовлений із пофарбованої сталі. Використовуються двигуни із зовнішнім ротором та робочим колесом із назад загнутими лопатками, виготовленими із пластику. Усі вентилятори мають захист двигунів від перегріву.

Приплив здійснюється через перетічні дверні ґратки з коридору від системи П2 (рис.5.6). Установка П2, встановлена в вентиляційній горіщного поверху, складається з електронагрівача, фільтру, припливного вентилятору, гнучких вставок та повітряного клапану.



* Потоки повітря:

А - Забір припливного повітря з вулиці

В - Подача припливного повітря в приміщення

Рис.5.6. Припливна установка П2 підвісна

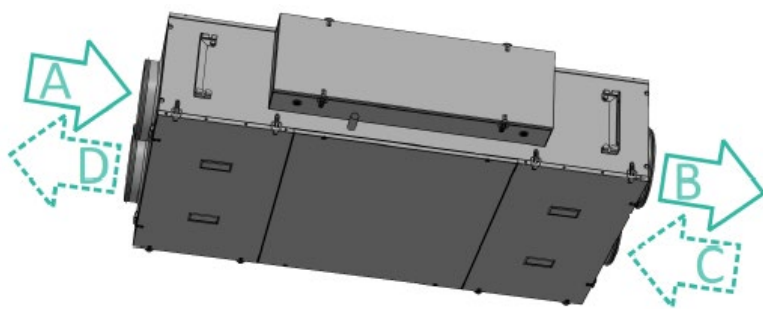
Передбачені окремі витяжні системи із санвузлів (В7-В9) та душової (В10) першого поверху за допомогою каналних вентиляторів. Приплив здійснюється через перетічні дверні ґратки з вестибюлю. Викид повітря від систем В2-В10 здійснюється через витяжні вентиляційні канали із будівельних конструкцій вище покрівлі. Передбачена ізоляція повітропроводів в санвузлах для зменшення шуму із вспіненого каучука товщиною 10мм.

Арк.

64

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

В гардеробній передбачена припливно-витяжна вентиляція за допомогою установки ПВ2, розміщеній під перекриттям у запідшивному просторі стелі (рис. 5.7). Установка ПВ2 складається з пластинчатого рекуператора, електронагрівача, припливного та витяжного вентиляторів, фільтрів, гнучких вставок та повітряних клапанів. Вмикається система ПВ2 за допомогою пульта керування разом із системою В10.



* Потоки повітря:

А - Забір припливного повітря з вулиці

В - Подача припливного повітря в приміщення

С - Забір витяжного повітря з приміщення

Д - Викид витяжного повітря на вулицю

Рис.5.7. Припливно-витяжна установка ПВ2 підвісна

В якості розподільчих пристроїв в системі ПВ2 прийняті круглі дифузори (рис. 5.7).



Рис. 5.7. Дифузор круглий

Круглі дифузори використовуються в припливно-витяжній вентиляції. Призначені для систем низького і середнього тиску, а також для припливних і витяжних систем кондиціонування повітря. Можуть працювати з постійним і змінним потоком повітря.

Повітроводи прокладаються під стелею, при монтажі повітроводи необхідно максимально наблизити до перекриття. Повітроводи систем вентиляції сталеві оцинковані товщиною 0,5; 0,7; 0,9 мм. Забір повітря здійснюється з фасаду через зовнішню вентиляційну решітку, викид- вище покрівлі через вентиляційний канал із будівельних конструкцій. Для зменшення шуму вентиляційного обладнання з'єднання вентиляторів і повітроводів виконуються гнучкими вставками; на повітроводах систем передбачається установка глушників шуму (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Глушник шуму круглий трубчатий

Шумоглушник круглий трубчатий використовується для зниження рівня шуму, який створюється електромеханічними агрегатами: кондиціонерами, нагнітаючими вентиляторами в повітропроводах круглого перерізу. Він також глушить аеродинамічний шум, який може виникати у вузлових і поточерегульованих елементах повітропроводів.

Передбачена ізоляція повітропроводів із розрахунку уникнення конденсату та теплових втрат по довжині для повітропроводів, прокладених від повітрозабору з мінеральної вати товщиною 100 мм (на попередній самоклеючий шар ізоляції K-flex товщиною 6мм) і витяжних- з мінеральної вати товщиною 50 мм та із вспіненого каучука товщиною 10мм.

Для приміщення укриття розроблена механічна система вентиляції з використанням загальнопромислових електроручних вентиляторів П1 та В1 (рис.5.9). Розрахунок систем виконано згідно ДБН В.2.2-5:2023.

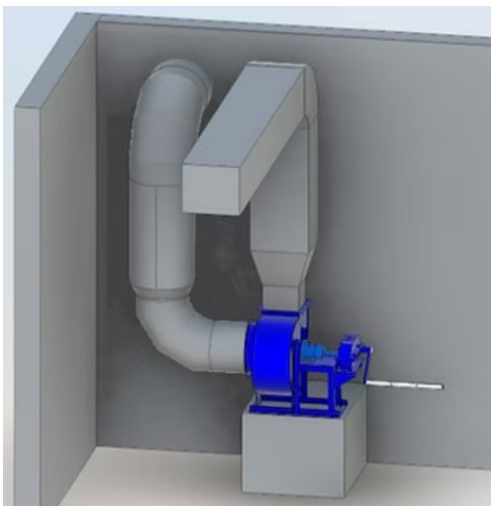


Рис. 5.9. Електроручний вентилятор

Електроручні вентилятори призначені для подачі повітря в приміщення різних споруд у режимі чистої вентиляції або фільтрогенерації та можуть працювати як від електричної мережі ($U=380V$), так і від ручного приводу. Електроручні вентилятори застосовуються в системах витяжної та припливної вентиляції в основному для об'єктів цивільної оборони, можуть застосовуватися для вентиляції колодязів та інших інженерних споруд в умовах відсутності електроживлення

Повітроводи системи вентиляції прокладаються під стелею, при монтажі їх необхідно максимально наблизити до перекриття. Повітроводи систем вентиляції сталеві оцинковані товщиною 0,5; 0,7; 0,9 мм. Припливні повітропроводи, які прокладаються від противибухового клапану (рис. 5.10) до фільтру (рис.5.11), та витяжні повітропроводи, які прокладаються в витяжній шахті з будівельних конструкцій від противибухового клапану, передбачені з листової сталі завтовшки 2 мм.



Рис.5.10. Противибуховий клапан

Противибухові клапани призначені для захисту від впливу ударної хвилі великої тривалості з тиском від 0,3 до 10 кгс/см². Секції автоматично, під дією ударної хвилі, перекривають вентиляційні шахти чи повітропроводи та забезпечують захист від проникнення хвилі у сховище. Секції встановлюються на повітропроводах та у вентиляційних отворах будівель та споруд у будь-якому робочому положенні.

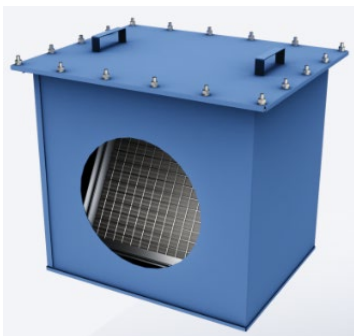


Рис.5.11. Фільтр-бокс ББФЯ
грубого очищення

Фільтр-бокс ББФЯ є фільтром грубого очищення та призначений для очищення повітря від пилу в системах припливної вентиляції укриттів/бомбосховищ, а також у різних технологічних агрегатах та системах. Ефективність очистки повітряними фільтр-боксами ББФЯ до 90%.

Повітрозабір системи вентиляції розміщується на фасаді будівлі на відстані не менше 10 м від викидної витяжної системи вентиляції укриття. Викид повітря здійснюється вище покрівлі. Очищення від пилу повітря, яке подається до приміщення укриття, передбачається у фільтрі ББФЯ (рис. 5.11), встановленому в окремому приміщенні (фільтровентиляційній

Арк.

67

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

венткамері). Нагрів повітря до +10°C здійснюється за допомогою електричного калориферу. В якості припливних та витяжних розподільчих пристроїв прийняті регульовані решітки. Передбачена ізоляція повітропроводів із розрахунку уникнення конденсату та теплових втрат по довжині для повітропроводів, прокладених від повітрозабору до електрокалориферів та для витяжних повітропроводів, прокладених від витяжних вентиляторів до каналів видалення повітря, з мінеральної вати товщиною 50 мм (на попередній самоклеючий шар ізоляції K-flex товщиною 10мм). На відгалуженнях встановлені дросель-клапани для регулювання системи. Передбачене встановлення вогнезатримуючих клапанів з електроприводом. Для зменшення шуму вентиляційного обладнання проектом передбачаються наступні заходи: з'єднання вентиляторів і повітропроводів виконуються гнучкими вставками; вентилятори встановлюються на віброізоляторах.

Усі системи, повітропроводи і трубопроводи перед здачею в експлуатацію повинні бути відрегульовані на задану продуктивність вцілому і по відгалуженнях окремо.

Кріплення повітропроводів та "канального" обладнання виконати на підвісках до будівельних конструкцій перекриття та покриття.

Уквіт дренажних трубопроводів від установок ПВ1 та ПВ2 слід приймати не менш, ніж 0,02.

До початку виконання монтажних робіт послідовність їх виконання слід попередньо узгодити з виконавцями робіт по розділам: водопостачання, водовідведення, електротехнічному, спеціальному, загальнобудівельним та оздоблювальним роботам. Розташування та прив'язку припливних і витяжних пристосувань, які встановлені у підвісних стелях, уточнювати за матеріалами архітектурного дизайн-проекту з врахуванням конструкції тяг кріплення підвісної стелі і враховуючи розташування електротехнічних світильників.

Автоматику управління і захисту вентиляційних агрегатів і обладнання, автоматику регулювання продуктивності агрегатів по повітрю, регулювання температури повітря в приміщеннях, або у повітропроводах взимку та влітку, слід замовляти у фірми-виробника, чи постачальника у комплекті разом із замовленням вентиляційного обладнання і устаткування.

Креслення по вентиляції проекрованої споруди та характеристики вентиляційних систем наведені на листах ОВ-4, ОВ-5.

Арк.

68

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

5.3. Методика аеродинамічного розрахунку систем вентиляції

Для аеродинамічного розрахунку необхідно:

1. Накреслити розрахункову схему повітроводів досліджуваної вентиляційної установки.

2. Вибрати розрахункову гілка- найдовшу. Однак, якщо витрати повітря в найдовшій гілці малі, то доцільно за розрахункову прийняти трохи коротшу, але більш навантажену гілку. У припливних системах у розрахункову гілку, крім ділянок повітроводів, вводяться також повітроприймальні решітки, шахта, утеплений клапан, фільтр і калорифер.

3. Проставити на розрахунковій схемі номери ділянок. Далі на виносних лініях проставити витрати повітря на ділянках L_i , м³/год, довжини ділянок l_i , м, діаметри повітроводів d_i , м, (еквівалентні діаметри для повітроводів прямокутного перерізу декв.і), з урахуванням наступних рекомендацій:

- 1) ділянки повинні характеризуватися сталістю витрати повітря L_i , м³/год і поперечного перерізу F_i , м². До ділянок належать і фасонні частини, що примикають до них: місцеві опори (трійники, відводи, дифузори тощо);
- 2) нумерацію ділянок необхідно починати з найбільш віддаленої від вентилятора ділянки мережі;
- 3) виміряти довжини ділянок (l_i , м), визначити еквівалентні діаметри круглих повітропроводів за таблицею з довідника та розміри поперечних перерізів прямокутних повітроводів (a_i , b_i , м сторони прямокутного перерізу) за формулою:

$$d_{\text{екв.}i} = \frac{2a_i b_i}{a_i + b_i}$$

4. Знайти сумарні втрати тиску в системі вентиляції, які складаються з втрат тиску на тертя, $R_{\tau i}$, і втрат тиску в місцевих опорах, $Z_{\text{м.о.}i}$, Па за формулою:

$$\Delta P = R_{\tau i} l_i n + Z_{\text{м.о.}i}$$

								Арк.
								69
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

де $R_{т.і}$ – втрати тиску на тертя 1 м довжини і-тої ділянки повітропроводу, Па/м, знаходяться за формулою:

$$R_{т.і} = \frac{\lambda}{d_{екв.і}} \cdot P_d$$

l_i – довжина ділянки повітропроводу, м;

λ – коефіцієнт, який ураховує шорсткість повітропроводу;

$Z_{м.о.і}$ – втрати тиску на місцеві опори на і-тій ділянці, Па, які знаходяться за формулою:

$$Z_{м.о.і} = \sum \xi_i \cdot P_d$$

де $\sum \xi_i$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянках (приймаються з табл. 5.2).

Місцеві опори на межі ділянок, наприклад трійники, слід віднести до ділянок з більшою витратою повітря.

$\lambda/d_{екв.і}$ - приведений коефіцієнт опору тертя, m^{-1} (приймається за табл. 5.1, дані наведені з довідників);

P_d – динамічний тиск, Па, (приймається за табл. 5.1, дані наведені з довідників) або визначається за формулою:

$$P_d = \frac{\rho v_i^2}{2}$$

де v_i - швидкість у повітроводах круглого перерізу може бути визначена за номограмами, а у повітроводах прямокутного перерізу за формулою, м/с:

$$v_i = L_i / 3600 F_i$$

								Арк.
								70
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Таблиця. 5.1.

v , м/с	$d_{\text{екв}}$, м	0,100	0,125	0,140
	$\rho v^2 / 2$, Па	$\lambda / d_{\text{екв}}$, М^{-1}	$\lambda / d_{\text{екв}}$, М^{-1}	$\lambda / d_{\text{екв}}$, М^{-1}
1	0,6	0,360	0,280	0,230
1,5	1,4	0,325	0,245	0,215
2	2,4	0,305	0,230	0,200
3	5,4	0,285	0,215	0,185
4	9,6	0,270	0,200	0,175
5	15,0	0,260	0,195	0,170
6	21,6	0,250	0,190	0,165
7	29,4	0,245	0,185	0,160
8	38,4	0,240	0,185	0,160
9	48,5	0,235	0,180	0,155
10	60,0	0,235	0,180	0,155
11	72,5	0,230	0,175	0,155
12	86,5	0,230	0,175	0,150
13	101	0,225	0,170	0,150
14	118	0,225	0,170	0,150
15	235	0,225	0,170	0,145
16	153	0,220	0,165	0,145
17	173	0,220	0,165	0,145
18	194	0,220	0,165	0,145
19	216	0,220	0,165	0,140
20	240	0,215	0,165	0,140



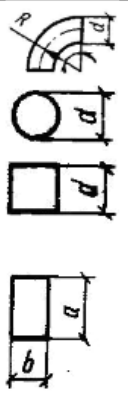

У першому горизонтальному рядку таблиці наведені еквівалентні діаметри $d_{\text{екв}}$, м повітроводів. У першому стовпчику вказано швидкість повітря v , м/с, в другому- відповідні динамічні тиски $\rho v^2 / 2$, Па, приведені до стандартного повітря ($\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$), в останніх стовпчиках- приведений коефіцієнт опору тертя $\lambda / d_{\text{екв}}$, М^{-1} .

Арк.

71

Зм. Кільк Арк. №док Підпис Дата

Таблиця 5.2. Коефіцієнти місцевих опорів деяких фасонних частин повітропроводів

Місцевий опір	Ескіз	Коефіцієнт місцевого опору					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>					
Раптове розширення		$\zeta = (1 - f/F)^2$					
Раптове звуження		$\zeta = 0,5(1 - f/F)$					
Відводи круглі, квадратні й прямокутні		α	30	45	60	90	130
		$R/d=1$					
		ζ	0,09	0,13	0,16	0,21	0,25
		$R/d=2$					
		ζ	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18
		Для прямокутних відводів необхідно помножити на коефіцієнт <i>c</i>					
	b/a	0,25	0,5	1	1,5	2	
	c	1,3	1,17	1	0,9	0,85	
Витяжна шахта з дифузором		h/d	0,3	0,4	0,6	0,9	1
		ζ	0,8	0,65	0,6	0,6	0,6

Арк.

72

Зм. Кільк Арк №док Підпис Дата

Витяжна шахта з парасолем Коліно кругле, квадратне й прямокутне		$\zeta=1,3$				
		α	30	45	60	90
		ζ	0,16	0,32	0,56	1,2
		Для прямокутних колін помножити на c				
		b/a	0,25	0,5	1	1,5
c	1,1	1,07	1	0,95		
Дефлектор круглий ЦАГІ		$\zeta=0,64$				

Трійник під кутом 90° на припливі повітря		Прохід $F_{п}+F_{0}>F_{c}$, $F_{п}=F_{c}$					
		v_{0}/v_{0}	0,4	0,5	0,6	0,8	1
		ζ	0,4	0	-0,1	-0,1	0
		Прохід $F_{п}+F_{0}=F_{c}$					
		$v_{п}/v_{0}$	0,4	0,5	0,6	0,8	1
		ζ	4,4	2	0,8	1	0
		Відгалуження $F_{c}+F_{п}>F_{0}$; $F_{п}=F_{c}$					
Трійник під кутом 90° на витяжці повітря		Для проходу повітря					
		$\frac{F_{п}}{F_{c}}$	ζ при $L_{п}/L_{0}$				
			0,2	0,4	0,6	0,7	0,8
		0,1	0,5	1,5	4,4	8,4	20
		0,4	0,4	1	2,8	5,2	12,3
		1	0,4	0,7	1,6	2,8	623

Арк.

73

Зм. Кільк Арк. №док Підпис Дата

Трійник під кутом 90° на витяжці повітря		Для відгалуження					
		$\frac{F_o}{F_n}$	ζ при $L_{п}/L_c$				
			0,1	0,2	0,4	0,5	0,7
		0,1	0,3	0,9	1	1	1
		0,2	-1,7	0,6	1	1	1
		0,4	-9,4	-0,6	1	1	1,1
0,6	-21	-2,7	0,9	1,1	1,2		
Вихід із плавним поворотом потоку повітря через розширений патрубок		$\zeta=1,7$ при живому перетині сітки 80%					
Вхід з поворотом потоку повітря (в отвір з гострими краями)		$\zeta=2$					
Вихід з поворотом потоку повітря		$\zeta=2,5$					

Отримані значення заносимо в розрахункову таблицю. Після розрахунків одержуємо повні опори всіх ділянок. У результаті їх додавання отримуємо повний опір розрахункової гілки. Отриманий опір гілки зіставляємо з розрахунковим тиском. Обчислюємо відсоток нев'язки. Нев'язка повинна бути в межах $-10\% \leq \eta \leq 10\%$. Якщо ця умова не виконується, то необхідно змінити діаметр повітропроводу або виконати регулювання за допомогою шиберів або дросель-клапанів.

Нев'язка для механічної системи вентиляції розраховується за формулою:

$$\Delta = \frac{P_6 - P_m}{P_6} \cdot 100\%$$

де P_6, P_m – втрати тиску у більшому та меншому відгалудженні.

Арк.

74

Зм. Кільк Арк №док Підпис Дата

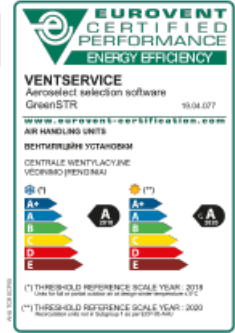
5.4. Підбір обладнання, розробка схем обв'язки повітрянагрівача/ повітроохолоджувача

Підбір вентиляційного обладнання виконується на ЕОМ в програмному забезпеченні виробника вентиляційного обладнання Ventservice та Укрвент.

Нижче наведені приклади підбору деяких систем.

Підбір установки ПВ1.

								Арк.
								75
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

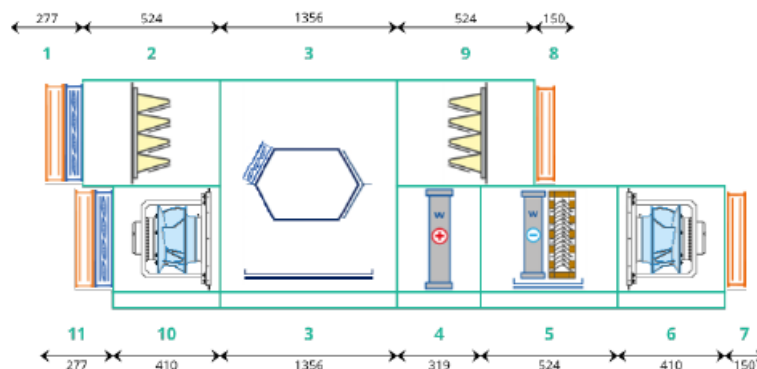


Дата:	18-07-2024
Пропозиція №:	206154
Підготував:	Сергій Ословський

Про проект:	Реконструкція приміщень нежитлової виробничої будівлі
Опис:	Припливно-втяжна установка Aerostar ПВ1
Замовник:	АВІК, ТОВ
Місце:	вулиця Автозаводська, 52, Київ, Україна, 02000
Підготовлено для:	Ткаченко Ярослав

Модель: GreenSTR-3

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	1800 m ³ /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	400 Pa
ВИТРАТА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ:	1800 m ³ /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ВИТЯЖЦІ	400 Pa
Швидкість повітря в припливній секції	2.02 m/s	Зимова темп. по проекту	-22 °C
		Швидкість повітря у витяжній секції	2.02 m/s



Ширина:	mm	720 (Frame 670)	Висота:	mm	1000 + 120
		REC 970 (Frame 670)			
Загальна довжина:	mm	3560	Загальна вага:	kg	591
			Номинальне електроспоживання:		1.5 кВт

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Ізоляція	Мінеральна вата	Товщина панелей	50 mm
Дах	без даху	Внутрішня панель	З оцинкованої сталі
Сторона обслуговування	Права	Зовнішня панель	З пофарбованої оцинкованої сталі RAL7024
Сторона підключення	Права	Внутрішні деталі	З оцинкованої сталі
		Рама 120 mm	

Eurovent data:

Температурний діапазон установки:	-30/50 °C	Швидкість повітря в секції фільтра:	2/2 m/s
Model box:	GreenSTRMB2	Зимова темп.зовн.повітря:	-22 °C
Air density:	1.2 kg/m ³	Коеф.теплопередачі:	T2
Мех. міцність корпусу:	D1(M)	Теплові містки:	TB3
Байпас фільтра:	F8(M)		

Арк.

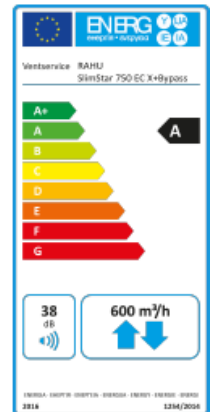
76

Зм.	Кільк	Арк	Нодок	Підпис	Дата
-----	-------	-----	-------	--------	------

Підбір установки ПВ2.



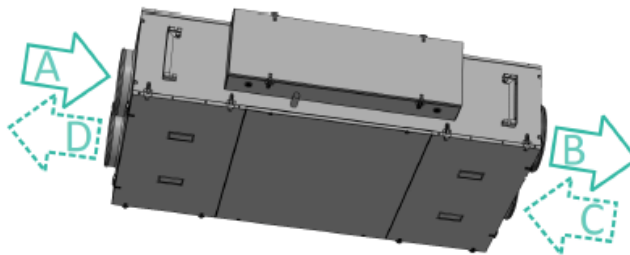
Дата: 18-07-2024
 Пропозиція №: 206154
 Підготував: Сергій Ословський



Про проект: Реконструкція приміщень нежитлової виробничої будівлі
 Опис: Припливно-витяжна установка Aerostar ПВ2 режим 2
 Замовник: АВІК, ТОВ
 Місце: вулиця Автозаводська, 52, Київ, Україна, 02000
 Підготовлено для: Ткаченко Ярослав

Модель: SlimStar 750 EC X+Bypass R

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	600 m ³ /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	200 Pa
ВИТРАТА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ:	420 m ³ /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ВИТЯЖЦІ	200 Pa
Швидкість повітря в припливній секції	1.39 m/s	Зимова темп. по проекту	-22 °C
		Швидкість повітря у витяжній секції	0.97 m/s



* Потоки повітря:

- A - Забір припливного повітря з вулиці
- B - Подача припливного повітря в приміщення
- C - Забір витяжного повітря з приміщення
- D - Викид витяжного повітря на вулицю

Ширина:	mm	1238	Висота:	mm	360
Загальна довжина:	mm	1600	Загальна вага:	kg	114+3(Дод. клапани)+1(Дод. електричний нагрівач)

Номінальне електроживлення: 3.3 кВт

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Ізоляція	Мінеральна вата	Товщина панелей	30 mm
Дах	без даху	Внутрішня панель	З оцинкованої сталі
Сторона обслуговування	Знизу	Зовнішня панель	З пофарбованої оцинкованої сталі RAL7024
Сторона підключення	Права	Без рами	
Дзеркальна	Ні		
Підключення повітропроводів	Ø 250 mm		

Арк.

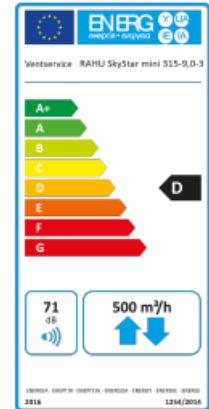
77

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

Підбір установки П2



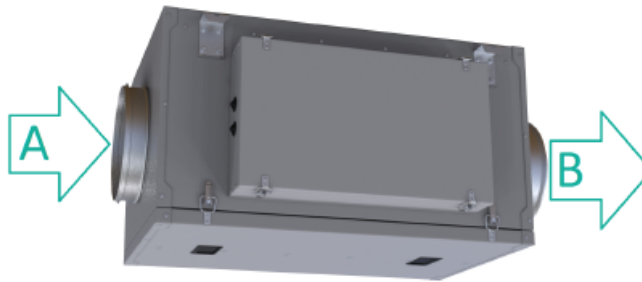
Дата:	22-07-2024
Пропозиція №:	206154
Підготував:	Сергій Ословський



Про проект:	Реконструкція приміщень нежитлової виробничої будівлі
Опис:	Приточна установка Aerostar П2
Замовник:	АВІК, ТОВ
Місце:	вулиця Автозаводська, 52, Київ, Україна, 02000
Підготовлено для:	Ткаченко Ярослав

Модель: SkyStar mini 315-9,0-3

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	500 m ³ /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	350 Pa
Швидкість повітря в припливній секції	0.82 m/s	Зимова темп. по проекту	-22 °C



* Потоки повітря:

- A - Забір припливного повітря з вулиці
- B - Подача припливного повітря в приміщення

Ширина:	mm	648	Висота:	mm	445
Загальна довжина:	mm	902	Загальна вага:	kg	33+2(Дод. клапани)
Номінальне електроспоживання: 9.2 кВт					

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Ізоляція	Мінеральна вата	Товщина панелей	30 mm
Дах	без даху	Внутрішня панель	Фольгована мінеральна вата
Сторона обслуговування	Знизу	Зовнішня панель	З пофарбованої оцинкованої сталі RAL7024
Сторона підключення	Права	Без рами	
Підключення повітропроводів	Ø 315 mm		

ДОДАТКОВІ ОПЦІЇ

	Клапан	RDES 315-220	1 шт.
	Гнучка вставка	RFI 315	2 шт.

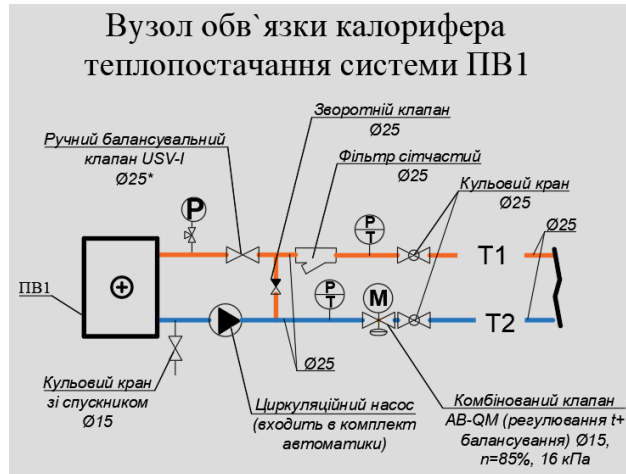
Код автоматики: 613061

Арк.

78

Зм.	Кільк	Арк	Нодок	Підпис	Дата
-----	-------	-----	-------	--------	------

Вузол обв'язки повітрянагрівача та повітроохолоджувача припливно-витяжного агрегату (ПВ1) показані нижче та наведені на листі креслень ОВ-3. Теплоносій регулюється комбінованими балансвальними клапанами АВ-QM. Цей клапан регулює як перепад тиску, так і витрату теплоносія через теплообмінник в залежності від температури повітря і перепаду тиску в мережі.



Умовні позначення системи тепло- та холодопостачання:

- X1 — - Подаючий трубопровід холодопостачання
- X2 — - Зворотній трубопровід холодопостачання
- T1 — - Подаючий трубопровід теплопостачання
- T2 — - Зворотній трубопровід теплопостачання
- W — - Ізоляція



Клапани серії АВ-QM— це перші у своєму класі регульовальні клапани Danfoss для систем опалення та охолодження. Це регульовальний клапан з автоматичним обмеженням витрати та вбудованою функцією контролю перепаду тиску. Об'єднавши ці дві функції, вдалось створити регульовальний клапан із відмінними характеристиками та унікальним авторитетом на рівні 100%. За допомогою клапану можна легко налаштувати необхідну розрахункову витрату за допомогою шкали з діапазоном 20–100%. Замість звичайних робіт із налагоджування досить виконати просте налаштування величини розрахункової витрати, що забезпечує набагато точніше регулювання, а розробникам системи не

							Арк.
							79
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

потрібно розраховувати значення Kv.

6. Індивідуальне джерело тепло- холодопостачання

									Арк.
									80
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

6.1. Загальні дані

Проект виконаний на підставі:

- 1) Завдання на проектування, наданого замовником;
- 2) Робочих креслень та необхідних розрахунків архітектурно-будівельної, санітарно-технічної, електротехнічної, опалення та вентиляції частин робочого проекту;
- 3) Договору на проектування.

Проект виконано з урахуванням та дотриманням діючих нормативно-технічних документів:

- 1) ДБН В.2.5-39:2008 "Теплові мережі";
- 2) ДБН А.2.2.3-2014 "Склад та зміст проектно-кошторисної документації на будівництво";
- 3) ДБН В. 2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування";
- 4) ДБН В.2.5 - 64:2012 " Внутрішній водопровід та каналізація ";
- 5) Правила користування тепловою енергією, 1999р.;
- 6) Рекомендації фірм постачальників обладнання.

У відповідності до "Правил будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води» трубопроводи теплового пункту та насосної відносяться до 4-ї категорії. Трубопроводи в ІТП та в насосній тепло/холодопостачання слід виконувати із сталених електрозварних прямошовних труб за ГОСТ 10704-91.

Будівельні та монтажні роботи по облаштуванню теплового пункту та насосної повинні виконуватися за затвердженою Замовником проектно-кошторисною документацією та проекту виконання робіт (ПВР), розробленою підрядною монтажною організацією, з дотриманням вимог ДБН А.3.1-96 "Управління. Організація і технологія. Організація будівельного виробництва", а також діючих нормативів на виконання будівельних робіт.

Монтажні роботи повинні виконуватися організацією, що має отриманий у встановленому порядку дозвіл Держнаглядохоронпраці.

Арк.

81

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

6.2. Характеристика об'єкту

Проектом передбачається влаштування ІТП на відмітці -3.100 (рис. 1.5).

Основним джерелом тепло/холодопостачання є чотири теплові насоси повітря-вода **Viessmann Vitocal 200-S AWB-M 201.D10**. Зовнішні блоки встановлені на фасаді будівлі, а внутрішні в приміщенні ІТП. Потужність одного теплового насосу по теплу складає 10 кВт, по холоду – 7 кВт.



Рис. 6.1. Повітряно-водяний тепловий насос Vitocal 200-S з електроприводом у виконанні спліт-системи з внутрішнім і зовнішнім блоками

Тепловий насос використовують для опалення приміщень і нагрівання води в контурі ГВП в системах опалення. Внутрішній блок оснащений контролером теплового насосу Vitotronic 200, високоефективним циркуляційним насосом для вторинного контуру, 3-ходовим перемикальним клапаном, блоком запобіжних пристроїв, проточним нагрівачем теплоносія і функцією охолодження „active cooling“

Технічні характеристики теплових насосів наведено у таблиці 6.1.

Арк.

82

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

Таблиця 6.1. Технічні характеристики теплових насосів Vitocal 200-S AWB-M 201.D10

									Арк.
									83
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Тип AWB/AWB-E/AWB-E-AC		201.D10
Електричні показники внутрішнього блоку		
Контролер теплового насоса/електроніки		
– Номінальна напруга		
– Запобіжник (внутрішній)		
– Запобіжник підключення до мережі		
		1 x B16A
Проточний нагрівач теплоносія		
– Тип AWB-E/AWB-E-AC:		
Вбудовано на заводі-виробнику		
– Тип AWB:		
Приладдя		
– Номінальна напруга		
– Потужність нагрівання		кВт 9,0
– Запобіжник підключення до мережі		3 x B16 A
Макс. споживана електрична потужність		
Вентилятор	Вт	2 x 45
Зовнішній блок	кВт	5,13
Вторинний насос (ШІМ)	Вт	60
– Індекс енергоефективності EEI		≤ 0,2
Контролер/електроніка зовнішнього блоку	Вт	15
Контролер/електроніка внутрішнього блоку	Вт	10
Потужність контролер/електроніка внутрішнього блоку	Вт	1000
Контур охолодження		
Холодоагент		R410A
– Блок запобіжних пристроїв		A1
– Маса заповнення		кг 3,60
– Парниковий потенціал (ПГП)*2		1924
– Еквівалент CO ₂		т 6,93
– Значення маси заповнення при довжині трубопроводів від > 12 м до ≤ 30 м		г/м 33
Компресор (Vollhermetik)		Тип Scroll
– Масло в компресорі		Тип 3 MAF POE
– Об'єм масла в компресорі		л 1,17
Допустимий робочий тиск		
– Сторона високого тиску		бар 43
		МПа 4,3
– Сторона низького тиску		бар 28
		МПа 2,8
Розміри зовнішнього блоку		
Загальна довжина	мм	546
Загальна ширина	мм	1109
Загальна висота	мм	1377
Розміри внутрішнього блоку		
Загальна довжина	мм	370
Загальна ширина	мм	450
Загальна висота	мм	880
Загальна маса		
Зовнішній блок	кг	148
Внутрішній блок		
– Тип AWB	кг	44
– Тип AWB-E/AWB-E-AC	кг	45
Допустимий робочий тиск у вторинному контурі		бар 3
		МПа 0,3
Патрубки підключення вторинного контуру (внутрішня різьба)		
Подаюча магістраль опалювального контуру	G	1 ¼
Зворотня магістраль опалювального контуру та ємнісного водонагрівача	G	1 ¼
Подаюча магістраль ємнісного водонагрівача	G	1 ¼

								Арк.
								85
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Тип AWB/AWB-E/AWB-E-AC		201.D10	
Підключення трубопроводів холодоагенту			
Рідинний трубопровід			
– Ø труби	мм	10 x 1	
– Внутрішній блок	UNF	¾	
– Зовнішній блок	UNF	¾	
Трубопровід гарячого газу			
– Ø труби	мм	16 x 1	
– Внутрішній блок	UNF	¾	
– Зовнішній блок	UNF	¾	
Довжина рідинного трубопроводу, трубопроводу гарячого газу			
– Опалення	м	3 - 30	
– Охолодження	м	3 - 30	
Звукова потужність зовнішнього блока при номінальній тепловій потужності (Вимірювання згідно з EN 12102/EN ISO 9614-2)			
Вимірний сумарний рівень звукової потужності			
– При $A_{7\pm 3} K/W_{55\pm 5} K$ (макс.)	дБ(A)	61	
– При $A_{7\pm 3} K/W_{55\pm 5} K$ в нічному режимі	дБ(A)	55	
Клас енергоефективності згідно з Директивою ЄС № 813/2013			
Опалення, середні кліматичні умови			
– Низькотемпературна область застосування (W35)		A+++	
– Середньотемпературна область застосування (W55)		A++	
Дані потужності опалення згідно з розпорядженням ЄС № 813/2013 (середні кліматичні умови)			
Низькотемпературна область застосування (W35)			
– Енергоефективність η_s	%	180	
– Номінальна теплова потужність P_{rated}	кВт	9,75	
– Сезонний коефіцієнт продуктивності (SCOP)		4,58	
Середньотемпературна область застосування (W55)			
– Енергоефективність η_s	%	132	
– Номінальна теплова потужність P_{rated}	кВт	9,67	
– Сезонний коефіцієнт продуктивності (SCOP)		3,37	
Рівень звукової потужності згідно з ErP			
Рівень звукової потужності зовнішнього блока	дБ(A)	56	

Резервним джерелом тепlopостачання передбачається встановлення трьох електричних котлів **Viessmann Vitotron 100** (рис.6.2).

Арк.

86

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



Рис. 6.2. Електричний проточний водогрійний котел для опалення приміщень з опцією приготування гарячої води

Vitotron 100 являє собою проточний водогрійний котел з опціональним підключенням до ємнісного водонагрівача. Vitotron 100, тип VMN3, налаштований для режиму погодозалежної теплогенерації. Датчик зовнішньої температури і датчик температури приміщення належать до комплекту постачання. У поєднанні з модулем опалювального контуру VCMG3 теплом можна забезпечувати кілька опалювальних контурів. У комбінації з 3-ходовим клапаном можна також завантажувати буферну ємність. Вбудовано закриту гідравлічну систему з двома патрубками — по одному для подаючої та зворотньої магістралей опалювального контуру. Vitotron передбачений тільки для монтажу у закритих опалювальних установках. У гідравлічну систему Vitotron 100 вбудовані такі компоненти:

- 1) Циркуляційний насос
- 2) Запобіжний клапан
- 3) Розширювальний бак (5 літрів)

Потужність одного електричного котла складає 24 кВт. Технічні характеристики котлів наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Технічні характеристики електричних котлів Viessmann Vitotron 100

Макс. тиск	МПа	0,3 (3 бар)
Мін. тиск (закритої системи)	МПа	0,05 (0,5 бар)
Температура подаючої магістралі	°С	20 – 85
Макс. температура	°С	100
Розміри (висота × ширина × глибина)	мм	716 × 316 × 235
Маса	кг	~20,5
Підключення проточного водогрійного котла		G ¾" (внутрішня різьба)
Розширювальний бак	л	~5
Вид захисту		IP 22
Макс. кількість додаткових опалювальних контурів		8

Арк.

87

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

Підключення до мережі живлення

Версія	12/16/20/24				
Номінальна потужність	кВт	12	16	20	24
Номінальна напруга	400 В 3N~				
Номінальний струм	А	3 × 17,4	3 × 23,1	3 × 28,8	3 × 34,6
Мін. поперечний переріз кабелю підключення до електромережі	мм ²	5 × 2,5	5 × 4		5 × 6
Макс. поперечний переріз кабелю підключення до електромережі	мм ²	5 × 16			
Макс. допустимий імпеданс мережі	Ω			0,27	0,13

Модуль опалювального контуру

Розміри	70 × 90 × 58 мм	
Живлення	~230 В 50 Гц макс. 170 ВА	
Номінальний струм	1 А	
Діапазон температур в контурі опалення	Радіаторне опалення	20 – 80 °С
	Підлогове опалення	20 – 55 °С
Виходи		
Насос	~230 В 50 Гц макс. 150 ВА	
Сервопривод клапана	~230 В 50 Гц макс. 20 ВА	
Входи		
Шина (комп'ютер)	RS 485	
Датчик температури на виході клапана	NTC 10K (KOSPEL WE-019/01)	
МА Головний пристрій	Вхід без потенціалу	

Параметри води в системах опалення: 45-35 °С, в системі холодопостачання: 8-13°С.

Вихідні дані системи тепло/холодопостачання занесені до таблиці 6.3.

Арк.

88

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Таблиця 6.3. Вихідні дані системи тепло/холодопостачання

□	Найменування- контуру□	Навантаження,- кВт□	Температурний- графік,- о/С□	Опір- системи, П кПа□
□	Система- опалення- робочого- приміщення:□	9,5□	70-60□	60□
□	Система- опалення- підвалу- та- першого- поверху:□	17□	→ 7-12□	80□
□	Система- опалення- горючого- поверху- □	28□	70-60□	85□
□	Система- теплопостачання- ПВ1:□	8□	7-12□	85□
□	Система- <u>холодопостачання-</u> ПВ1:□	15□	70-60□	30□

6.3. ІТП на відмітці -3,100

6.3.1. Індивідуальний тепловий пункт розташований в підвальному поверсі будівлі. ІТП має один вихід з дверима, які зачиняються із зовнішньої сторони. В теплопункті запроектовані система вентиляції, дренажна система та штучне освітлення.

6.3.2. В ІТП розташовані системи та вузли теплопостачання на будівлю:

- Внутрішні блоки теплового насосу;
- Електричні котли;
- Бак накопичувач (рис. 6.3);
- Гідравлічний розподільувач (гідрострілка);
- Розподільчі гребінки тепло/холодопостачання;
- Циркуляційні насоси систем тепло/холодопостачання;
- Триходові клапани;
- Облік підживлювальної води на системи тепло/холодопостачання.

Арк.

89

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



Рис. 6.3. Бак накопичувач Vitocell 100-E SVPA 400L

Баки об'ємом 400 можуть виконувати багато різних функцій в опалювальних системах з кількома теплогенераторами та споживачами тепла завдяки наявності кількох патрубків подаючої та зворотної магістралей для точок вимірювання. Особливо добре підходять для роботи у поєднанні із геліосистемами, тепловими насосами, твердопаливними котлами та блочними когенераційними установками.

- Ⓐ Подаюча магістраль опалювального контуру 1/видалення повітря
- Ⓑ Подаюча магістраль опалювального контуру 2
- Ⓒ Подаюча магістраль опалювального контуру 3/зворотня магістраль опалювального контуру 1
- Ⓓ Зворотня магістраль опалювального контуру 2
- Ⓔ Зворотня магістраль опалювального контуру 3
- Ⓕ Зворотня магістраль опалювального контуру 4/спорожнення
- Ⓖ Муфта для електронагрівальної вставки 2
- Ⓗ Муфта для електронагрівальної вставки 1

6.4. Основні технічні рішення ІТП

6.4.1. Проектом передбачено, що ІТП забезпечує тепло/холодопостачання систем опалення, вентиляції та холодопостачання приміщень нежитлової будівлі.

6.4.2. Дана схема передбачає подачу теплоносія на системи будівлі (при температурі зовнішнього повітря до $t_{\text{зовн}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ від теплових насосів, через розподільчі гребінки.

6.4.3. При температурі зовнішнього повітря менше $t_{\text{зовн}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$, передбачається догрів теплоносія через гідрострілку від електричних котлів.

6.4.4. При температурі зовнішнього повітря нижче $t_{\text{зовн}} = -22 \text{ }^\circ\text{C}$ теплові насоси вимикаються будівля забезпечується теплом повністю від електричних котлів.

6.4.5. На загальному кожному внутрішньому блоці теплового насосу та нкожному електричному котлі передбачається встановлення фільтра тонкої очистки теплоносія.

Арк.

90

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

6.4.6. Регулювання витрат теплоносія та погодна корекція виконується за допомогою регулятора тепла, який керує регулюючим клапаном.

6.4.7. Для підтримання заданого тиску тепло/холодоносія в системі передбачається встановлення вузла підживлення. Живильна вода від системи подається в систему через редуційний клапан та вузол обліку води.

6.4.8. Для розподілення теплоносія по системам передбачається встановлення розподільчих гребінок. На гребінках встановлені циркуляційні насоси (рис. 6.4), які забезпечують циркуляцію теплоносія по системам теплоспоживання будівлі, а також триходові клапани для регулювання теплового потоку (рис. 6.5).



Рис.6.4. Насос циркуляційний Wilo-Yonos MAXO

Високоєфективний насос Wilo-Yonos MAXO з електронним керуванням, Циркуляційний насос із мокрим ротором, синхронний двигун відповідно до ЕСМ-технології та інтегрований електронний блок регулювання потужності для плавного регулювання перепаду тиску. Можливість застосування для всіх систем опалення, вентиляції, кондиціонування.



Рис. 6.5. Сідельний регулюючий триходовий клапан Danfoss серії VRB3

Клапана серії VRB3 застосовуються в теплових пунктах будівель, системах опалення, гарячого та холодного водопостачання. VRB3 – 3-х ходові, із зовнішнім різьбленням сідельні регулюючі клапани з логарифмічною характеристикою регулювання застосовуються для регулювання витрати теплоносія або холодоносія в системах опалення або охолодження разом з електричними редукторними приводами AMV435.

6.4.9. Робота ІТП передбачається з періодичною присутністю експлуатаційного персоналу.

6.5. Монтаж обладнання

6.5.1. Будівельні та монтажні роботи по облаштуванню інженерних приміщень повинні виконуватися по затвердженій Замовником проектно-кошторисній документації та проекту виконання робіт (ПВР), розробленого підрядною монтажною організацією, з дотриманням вимог ДБН А.3.1-96 “Управління. Організація і технологія. Організація будівельного виробництва”, а також діючих нормативів на виконання будівельних робіт.

6.5.2. Монтажні роботи повинні виконуватися організацією, що має отриманий у встановленому порядку дозвіл Держнаглядохоронпраці, з дотриманням положень ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення».

6.5.3. Доставку обладнання та труб (діляниць трубопроводів) на місце монтажу здійснювати скрізь існуючі двірні та віконні отвори, та інші вільні проходи. Складування обладнання здійснювати на вільних площадках теплового пункту. Основні роботи по монтажу насосного обладнання, труб і арматури виконувати із застосуванням пересувних візків, інвентарних ручних талів та пересувних площадок. Горизонтальні ділянки категорійних трубопроводів монтувати з ухилом не менше 0,004. Категорійні трубопроводи кріпити за допомогою ковзних опор згідно розрахунку категорійних трубопроводів на міцність.

6.5.4. До виконання робіт по зварюванню трубопроводів та їх елементів допускаються зварники, які пройшли атестацію і мають посвідчення на право виконання цих робіт.

6.5.5. Після виконання монтажних робіт, з метою перевірки міцності та щільності трубопроводів та їх елементів, обладнання, що не пройшло відповідних випробувань при виготовленні, зварних та інших з'єднань підлягають гідравлічному випробуванню. Мінімальна величина пробного тиску при

								Арк.
								92
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

гідравлічному випробуванні трубопроводів, їх блоків і окремих елементів, повинна становити 1,25 робочого тиску.

- 6.5.6. Після випробування трубопроводи звільнити від бруду та іржі і, для захисту їх від корозії, пофарбувати їх фарбою ПФ-115 в два шари по ґрунтовці ГФ-021.
- 6.5.7. Труби та обладнання після фарбування вкрити тепловою ізоляцією K-FLEX товщиною 19 мм.
- 6.5.8. Усі трубопроводи фарбуються у відповідний колір та наносять маркувальні написи згідно з вимогами “Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском”.
- 6.5.9. Роботи по монтажу і наладці технологічного обладнання повинні виконуватися під наглядом представника Замовника, призначеного для ведення технологічного нагляду.
- 6.5.10. Пуск в експлуатацію обладнання та трубопроводів ІТП проводиться тільки за наказом власника при позитивних результатах перевірки відповідності монтажу вимогам робочого проекту.
- 6.5.11. Перед пуском в експлуатацію ІТП, водяні трубопроводи повинні бути промиті гідропневматичним способом до повного освітлення промивочної води відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.02-01 “Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж”

6.6. Заходи з охорони праці

- 6.6.1. Чинним проектом передбачаються заходи, що забезпечують нормальні умови роботи та захист від травмування обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації теплотехнічного обладнання та приладів системи регулювання теплотехнічних параметрів.
- 6.6.2. Персонал обслуговуючий запроєктоване обладнання ІТП та насосної тепло/холодопостачання, повинен керуватися “Правилами технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей” та загальними нормами техніки безпеки для слюсаря сантехніка і електрослюсаря, у тому числі:

Арк.

93

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

- проводити роботи по технічному обслуговуванню обладнання та усуненню несправностей тільки на відключеному обладнанні (за відсутності напруги електроживлення, тиску води в магістралях);
- ділянки трубопроводів мережної води, що проектується підлягають теплоізоляції з розрахунку досягнення температури на її поверхні не вище 40°С;
- обладнання, технологічні трубопроводи, щитові пристрої корпуси приладів засобів автоматизації та конструкції для їх установки, металеві захисні труби та метало рукави електропроводок підлягають захисному заземленню (зануленню) до контуру заземлення;
- в якості заземляючих захисних провідників використовуються провідники, спеціально призначені для цих цілей, з відповідним поперечним перерізом;
- електричний опір існуючого заземляючого пристрою повинен не перевищувати 4 Ом.

									Арк.
									94
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Список використаної літератури

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
2. ДБН В. 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
3. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкція будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».
5. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».
6. ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».
7. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».
8. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкція будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».
9. ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення».
10. ДБН А.2.2.3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
11. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».
12. ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розробки енергетичного паспорта».
13. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі».
14. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної та робочої документації».
15. ДСТУ Б А.2.4-12:2009 «Правила виконання робочої документації тепломеханічних рішень котелень».
16. ДНАОП 0.00-1.11-98 «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води».
17. ДОРОШЕНКО, Андрій; КИРИЧЕНКО, Михайло. ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ НЕОДНОРІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ ЗОНИ ПРИМИКАННЯ ДО НЕСУЧОЇ ПЛИТИ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ З МЕТАЛОКАРКАСУ. Матеріали конференцій МНЛ, 2024, 26 квітня 2024 р., м. Одеса: 288-291.
18. ШАПОВАЛ, О. В.; ЧЕПУРНА, Н. В.; КИРИЧЕНКО, М. А. Аналіз ефективності роботи повітряного теплового насоса залежно від коливань температури зовнішнього повітря. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2021, 37: 24-30.
19. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.: КНУБА,

									Арк.
									95
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

2002. – 256с.

20. Любарець О.П. Методичні рекомендації до дипломного проектування за напрямком «Опалення, вентиляція та кондиціонування» для студентів спеціальності 7.092108 «Теплогазопостачання і вентиляція». Частина I. «ОПАЛЕННЯ» (для систем водяного опалення). - К.: КНУБА, 2006. - 15с.
21. Пономарчук І. А. Опалення : навчальний посібник / І. А. Пономарчук, К. В. Колесник. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 127 с.
22. Пономарчук І. А. Опалення : практикум / І. А. Пономарчук, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 62 с.
23. Каталог «Danfoss». Автоматичні та ручні балансувальні клапани.
24. Каталог «Danfoss». Радіаторні терморегулятори.
25. Каталог «Kermi». Панельні радіатори.
26. Посібник із монтажу та технічного обслуговування для фахівців «Viessman». Електричний проточний водогрійний котел для опалення приміщень з опцією приготування гарячої води.
27. Технічний паспорт «Viessman». Vitotron тип VMN3 / VLN3 Електричний котел для центрального опалення від 4 до 24 кВт.
28. Інструкція з проектування «Viessman». Повітряно-водяні теплові насоси з внутрішнім і зовнішнім блоком Спліт-система, 2,4 - 14,7 кВт.
29. Технічний паспорт «Viessman». VITOCCELL 100-E. Ємнісний водонагрівач для накопичення води опалення об'ємом від 46 до 2000 літрів
30. Ліцензійна програма «АРС-ПС», автор Я.М. Кугель.
31. Ліцензійна програма Ventservice.
32. Ліцензійна програма Willo.
33. Ліцензійна програма Viessman.

								Арк.
								96
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

Додаток 1. Теплотехнічний розрахунок

Місцевість = Київ УКР
Зона вологості = Нормальна
Барометричний тиск, гПа p = 990
Максимальна швидкість вітру в січні, м/сVx =3
Середня добова амплітуда температури самого
холодного місяця, Зdtx =5.5
ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ, С (СНІП 2.01.01-82, дод.1):
- у січні =-4.7
- у лютому =-3.8
- У березні =1
- у квітні =9
- у травні =15.2
- у червні =18.3
- у липні =19.8
- У серпні =19
- у вересні =13.9
- у жовтні =8.1
- у листопаді =1.9
- у грудні =-2.5
- середня =8
- Абсолютна мінімальна =-32
- абсолютна максимальна =39
- середня максимальна найбільш спекотного місяця .. =28
- найбільш холодної доби забезпеченістю 0.98.. =-29
- найбільш холодної доби забезпеченістю 0.92.. =-26
- найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0.98 = -25
- найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0.92 = -22
Період із середньодобовими температурами <=0С:
- середня температура, С =-10
- Тривалість,сут =118
Період із середньодобовими температурами <=8С:
- середня температура, С =-0.1
- Тривалість,сут =176
Період із середньодобовими температурами <=10С:
- середня температура, С = 0.7
- Тривалість,сут =195
Пружність водяної пари, гПа (СНІП 2.01.01-82, дод.3):
- у січні =3.473
- У лютому =3.555
- У березні =4.866
- у квітні =7.577
- у травні =10.72
- у червні =14.32
- у липні =15.94
- У серпні =14.96
- у вересні =11.75
- у жовтні =8.319
- у листопаді =5.883
- у грудні =4.232

~~~~~



ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ШАРІВ ОГОРОДЖЕННЯ

| Шар              | Тов-<br>щина | Коефіц.<br>: дністи: | тепло-<br>засво-<br>ення | Терміч-<br>ний опір: | Щіль-<br>ність: | Прони-<br>кнення: | t     | Опір  | ШАР:Мах: | Теплова        |
|------------------|--------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------|-------|----------|----------------|
|                  | B            | L                    | S                        | R=B/L                | Y               | M                 | t     | Rп    | ря, Rв:  | н:о:ги ; D=R*S |
|                  | м            | Вт/м.С:              | Вт/м2С:                  | м2.С/Вт              | кг/м3:          | ч.Па:             | С     | мг    | кг       | : : : % :      |
| металл           | 0.02         | 221                  | 187.6                    | 0.00009              | 2600            | 0                 | -21.6 | 2000  | 15       | 0 0.01698      |
| повітр. прошарок | 0.02         | 0.133                | 0.108                    | 0.1504               | 1.2             | 9999              | -20.2 | 0     | 0        | 0 0.01624      |
| мін.вата         | 0.1          | 0.044                | 0.4697                   | 2.273                | 78              | 0.3               | 0.507 | 0.333 | 2        | 0 1.068        |
| газобетон        | 0.3          | 0.15                 | 2.424                    | 2                    | 400             | 0.23              | 18.76 | 1.304 | 21       | 0 4.847        |
| штукатурка       | 0.02         | 0.93                 | 11.09                    | 0.02151              | 1800            | 0.09              | 18.95 | 0.222 | 373      | 0 0.2385       |
| РАЗОМ            |              |                      |                          | 4.445                |                 |                   |       | 2002  | 411      | 6.186          |

\*) Примітка: t - температура внутрішньої поверхні шара

Розрахунки виконані за ДБН В 2.6-31:2021 з посиланням надСТУ В В.2.6-189:2013 та ДСТУ В В.2.6-190:2013

1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІНЕРЦІЇ, ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ, ТА ВИБІР РОЗРАХУНКОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ

Похідні дані для розрахунку та сам розрахунок див. вище в таблиці шарів огороження

Термічний опір огороження дорівнює сумі термічних опорів шарів  
Теплова інерція огороження дорівнює сумі теплових інерцій шарів

За результатами розрахунку у таблиці шарів прийнято:

- термічний опір огороження Rk=4.445 м2.С/Вт
- теплова інерція огороження D=6.186

Розрахункова температура зовнішнього повітря прийнята згідно з додатком Б  
ДБН В 2.6.31:2021 ..... тн,С=-22

2. РОЗРАХУНОК ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ОГОРОДЖЕННЯ

Для розрахунку використовуються наступні дані:

- розрахункова температура зовнішнього повітря, С тн=-22
  - температура повітря у приміщенні, С ..... тв=20
  - термічний опір огороження, м2.С/Вт ..... Rk=4.445
  - коефіцієнт зменшення теплопередачі ..... N=1
  - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні огороження, Вт/м2.С .... Lv=8.7
  - коефіцієнт тепловіддачі от зовнішньої поверхні огороження, Вт/м2.С ..... Ln=23
- Опір теплопередачі (ф-ла 2 ДСТУ В В.2.6-189:2013)

$$Ro = (1/Lv + Rk + 1/Ln) * r = (1/8.7 + 4.445 + 1/23) * 1 = 4.603 \text{ м2С/Вт}$$

Температура на внутрішній поверхні огороження  

$$tp = tv - N * (tv - tn) / Ro / Lv = 20 - 1 * (20 - (-22)) / 4.603 / 8.7 = 18.95 \text{ С}$$

3. ВИБІР ПОТРІБНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ Rтр

Одиниця виміру м2.С/Вт

Обирається максимальне з наступних значень:

Rтрс - пораховане по ДБН В 2.6-31:2006, формула (6)

Rтрq - вибране з таблиць 3 чи 4 ДБН В 2.6-31:2021 або задане користувачем

~~~~~

ст.3

Вибір Rreq з таблиць 3 та 4 ДБН В 2.6-31:2021

- середня температура за опалюваний період, С $t_8 = -0.1$
- тривалість опалюваного періода, діб $T_8 = 176$
- кількість градусо-діб $176 * (20 - (-0.1)) = 3538$
- потрібний опір теплопередачі по таб.3-4 $R_{req} = 0$

Для розрахунку Rtrc потрібні наступні дані:

- коефіцієнт пониження теплопередачі $N = 1$
- температура повітря у приміщенні, С $t_v = 20$
- температура зовнішнього повітря, С $t_n = -22$
- різниця температур по таблиці 5 ДБН $dt = 6$
- коефіцієнт тепловіддачі до приміщення $L_v = 8.7$

$$R_{trc} = N * (t_v - t_n) / (dt * L_v) = 1 * (20 - (-22)) / (6 * 8.7) = 0.8046 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

Потрібний опір теплопередачі

$$R_{tr} = \max(R_{req}, R_{trc}) = \max(0, 0.8046) = 0.8046 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Приміщення=1

Багатошарове огороження= **горище перекриття**

Параметри повітря у приміщенні:

- температура, С $t_v = 20$
- відносна вологість, % $ov = 50$
- температура крапки роси, С $t_{poc} = 9.276$

Умови експлуатації =А

Коефіцієнт однорідності огороження $r = 1$

Коефіцієнт N зниження теплопередачі $N = 1$

Теплова інерція $D = 5.44$

Температура зовнішнього повітря, С $t_n = -22$

Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м².ч:

- до повітря зовні $L_n = 23$
- до повітря у приміщенні $L_v = 8.7$

Термічний опір без неоднорідності, м²С/Вт $R_k = 4.17$

Опір теплопередачі, м².ч/Вт:

- потрібно $R_{tr} = 0.8046$
- по розрахунку $R_o = 4.328$

Температура повітря у внутрішньої поверхні для розрахунку інсоляції, °С .. $t_{vp} = 18.88$

ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ШАРІВ ОГОРОДЖЕННЯ

Шар	:Тов-	:Коефіц.	:Терміч-	:Щіль-	:Прони:	t	: Опір	:ШАР:	Мах:	Теплова	
	:шина	:прові-	:засво-	:ний опір:	:ність:	:кнення:	:шара	:проникненню:	:к:i:во-	:інерція	
	: : дністи:	:ення :	: : пара :	: *)	:пара	:повіт:	:о:з:ло-				
	: B	: L	: S	: R=B/L	: Y	: M	: t	: Rп	:ря, Rв:	:н:о:ги ;	D=R*S
	: :	: :	: :	: :	: мг/м	: :	: м ² .ч.Па/	: д:л:	: :		
	: м	:Вт/м.С:	Вт/м ² С:	м ² .С/Вт	:кг/м ³ :	.ч.Па:	С	: мг	: кг	: : : % :	
стяжка	0.05	0.76	9.598	0.06579	1800	0.09	-20.9	0.556	373	0	0.6315
утеплювач мін.вата	0.2	0.05	0.734	4	160	0.3	17.87	0.667	2	0	2.936
з/б плита	0.2	1.92	17.98	0.1042	2500	0.03	18.88	6.667	19620	0	1.873
РАЗОМ				4.17				7.889	19995		5.44

*) Примітка: t - температура внутрішньої поверхні шара

Розрахунки виконані за ДБН В 2.6-31:2021 з посиланням на ДСТУ Б В.2.6-189:2013 та ДСТУ Б В.2.6-190:2013

~~~~~

ст.4

### 1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІНЕРЦІЇ, ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ, ТА ВИБІР РОЗРАХУНКОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ

Похідні дані для розрахунку та сам розрахунок див. вище в таблиці шарів огороження  
Термічний опір огороження дорівнює сумі термічних опорів шарів  
Теплова інерція огороження дорівнює сумі теплових інерцій шарів  
За результатами розрахунку у таблиці шарів прийнято:  
- термічний опір огороження  $R_k=4.17$  м2.С/Вт  
- теплова інерція огороження  $D=5.44$

Для внутрішнього огороження температуру зовнішнього повітря у огороження  
задає користувач .....  $t_{n,C}=-22$

### 2. РОЗРАХУНОК ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ОГОРОЖЕННЯ

Для розрахунку використовуються наступні дані:  
- розрахункова температура зовнішнього повітря, С  $t_{n}=-22$   
- температура повітря у приміщенні, С .....  $t_{в}=20$   
- термічний опір огороження, м2.С/Вт .....  $R_k=4.17$   
- коефіцієнт зменшення теплопередачі .....  $N=1$   
- коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні огороження, Вт/м2.С ....  $L_v=8.7$   
- коефіцієнт тепловіддачі от зовнішньої поверхні огороження, Вт/м2.С .....  $L_n=23$   
Опір теплопередачі (ф-ла 2 ДСТУ Б В.2.6-189:2013)  
 $R_o=(1/L_v+R_k+1/L_n)*r=(1/8.7+4.17+1/23)*1=4.328$  м2С/Вт  
Температура на внутрішній поверхні огороження  
 $t_{п}=t_{в}-N*(t_{в}-t_{n})/R_o/L_v=20-1*(20--22)/4.328/8.7=18.88$  С

### 3. ВИБІР ПОТРІБНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ $R_{tr}$

Одиниця виміру м2.С/Вт  
Обирається максимальне з наступних значень:  
 $R_{trc}$  - пороховане по ДБН В 2.6-31:2006, формула (6)  
 $R_{req}$  - вибране з таблиць 3 чи 4 ДБН В 2.6-31:2016 або задане користувачем  
Вибір  $R_{req}$  з таблиць 3 та 4 ДБН В 2.6-31:2016  
- середня температура за опалюваний період, С  $t_8=-0.1$   
- тривалість опалюваного періода, діб .....  $T_8=176$   
- кількість градусо-діб  $176*(20--0.1)=3538$   
- потрібний опір теплопередачі по таб.3-4  $R_{req}=0$   
Для розрахунку  $R_{trc}$  потрібні наступні дані:  
- коефіцієнт пониження теплопередачі .....  $N=1$   
- температура повітря у приміщенні, С .....  $t_{в}=20$   
- температура зовнішнього повітря, С .....  $t_{n}=-22$   
- різниця температур по таблиці 5 ДБН .....  $dt=6$   
- коефіцієнт тепловіддачі до приміщення ....  $L_v=8.7$   
 $R_{trc}=N*(t_{в}-t_{n})/(dt*L_v)=1*(20--22)/(6*8.7)=0.8046$  м2К/Вт  
Потрібний опір теплопередачі  
 $R_{tr}=\max(R_{req}, R_{trc})=\max(0, 0.8046)=0.8046$  м2С/Вт

## Додаток 2. Розрахунок тепловтрат

Проведено розрахунок зовнішнього повітря за параметрами Б  
ВИКОНАВЕЦЬ

ВХІДНІ ДАНІ:

- місцевість ..... Київ УКР
- тип місцевості ..... В
- середня температура за опалювальний період =-0.1С
- тривалість опалювального періоду ..... =176 діб
- вартість 1ГДж тепла, ..... =1000у.о.
- вартість Гкал тепла, ..... =4186у.о.
- тип будівлі ..... =П
- висота будівель ..... =11.3м
- кут повороту будівлі за годинниковою стрілкою ... =0град
- режим розрахунку за параметрами ..... =Б
- розрахункова температура зовнішнього повітря .... =-22С
- розрахункова швидкість вітру ..... =4.2м/с

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ:

- сумарні тепловтрати будівлі ..... =42.67кВт
- 36697ккал/год
- річне споживання тепла ..... =297.9ГДж
- 71.16Гкал

~~~~~

ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМІЩЕНЬ

Таблиця 1

Поме- щение	т	Т Е П Л О П О Т Е Р И				ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ				ПОТЕРЯ		ПОСТУПЛЕНИЕ			
		Основные Вт	ккал/ч	Инфильтрация Вт	ккал/ч	Вентиляция Вт	ккал/ч	Бытовые Вт	ккал/ч	Оборудование Вт	ккал/ч	ТЕПЛА ЗИМОЙ Вт	ккал/ч	ТЕПЛА ЛЕТОМ кВт	час
ПОВЕРХ -1 Втрата тепла зимою=3.976 кВт(3419 Ккал/ч) Надходження тепла влітку=0 кВт в0 час															
1	16	689.8	593.2	0	0	0	0	0	0	0	0	689.8	593.2	0	0
2	16	718.6	618	7.91	6.803	0	0	0	0	0	0	726.5	624.8	0	0
3	18	221.8	190.8	0	0	0	0	0	0	0	0	221.8	190.8	0	0
4	16	336.4	289.3	0	0	0	0	0	0	0	0	336.4	289.3	0	0
6	18	127.4	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	127.4	109.5	0	0
7	18	127.4	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	127.4	109.5	0	0
8	18	127.4	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	127.4	109.5	0	0
9	10	749.6	644.7	0	0	0	0	0	0	0	0	749.6	644.7	0	0
10	16	236.6	203.5	0	0	0	0	0	0	0	0	236.6	203.5	0	0
11	16	287.9	247.6	0	0	0	0	0	0	0	0	287.9	247.6	0	0
13	10	344.8	296.5	0	0	0	0	0	0	0	0	344.8	296.5	0	0
ПОВЕРХ 1 Втрата тепла зимою=15.7 кВт(13501 Ккал/ч) Надходження тепла влітку=0 кВт в0 час															
3	16	1047	900	0	0	0	0	0	0	0	0	1047	900	0	0
4	16	1155	993.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1155	993.3	0	0
5	18	1218	1048	15.82	13.61	0	0	0	0	0	0	1234	1061	0	0
6	18	303.1	260.7	0	0	0	0	0	0	0	0	303.1	260.7	0	0
7	18	269.8	232	0	0	0	0	0	0	0	0	269.8	232	0	0
8	18	52.24	44.93	0	0	0	0	0	0	0	0	52.24	44.93	0	0
9	23	2114	1818	0	0	0	0	0	0	0	0	2114	1818	0	0
10	25	532.5	458	0	0	0	0	0	0	0	0	532.5	458	0	0
11	12	7514	6462	7.91	6.803	0	0	0	0	0	0	7522	6469	0	0
12	20	984.2	846.4	0	0	167.4	144	34	29.24	0	0	1118	961.1	0	0
13	16	352.9	303.5	0	0	0	0	0	0	0	0	352.9	303.5	0	0
ПОВЕРХ 2 Втрата тепла зимою=23 кВт(19777 Ккал/ч) Надходження тепла влітку=0 кВт в0 час															
1	22	22577	19416	0	0	0	0	0	0	0	0	22577	19416	0	0
вк	16	419.3	360.6	0	0	0	0	0	0	0	0	419.3	360.6	0	0

ст.1

Додаток 3. Перший та другий поверхи

ВХІДНІ ДАНІ:

ОБ'ЄКТ=
 ВИКОНАВЕЦЬ=
 ТЕПЛОНОСІЙ=ВОДА
 НАЯВНИЙ НАПІР =10000Па
 ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ НА ВХОДІ =45С
 НЕОБХІДНА ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ НА ВИХОДІ =35С
 КОЕФІЦІЄНТ УРАХУВАННЯ ПРИРОДНОГО НАПОРУ =0.4
 ВЕРТИКАЛЬНА КООРДИНАТА ТОЧКИ ВХОДУ =-2м
 АТМОСФЕРНИЙ ТИСК =1000гПа

РЕЗУЛЬТАТИ:

НЕОБХІДНИЙ НАПІР БЕЗ УРАХУВАННЯ 10% ЗАПАСУ =39884Па
 НЕОБХІДНИЙ НАПІР З УРАХУВАННЯМ 10% ЗАПАСУ =43875Па
 ОПІР СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ 10% ЗАПАСУ =43905Па
 ОПІР СИСТЕМИ БЕЗ ЗАГАЛЬНИХ ДІЛЯНОК =29102Па
 МІНІМУМ ПРИРОДНОГО НАПОРУ =-14.08Па
 МАКСИМУМ ПРИРОДНОГО НАПОРУ =29.35Па
 ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ НА ВИХОДІ =35.38С
 НЕОБХІДНА ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ
 ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ БІЛЯ ОГОРОЖ І ДИСКРЕТНОСТІ
 НОМЕНКЛАТУРНОГО РЯДУ СЕКЦІЙ =14298Вт
 РЕАЛЬНА ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ =13749Вт

ДІЛЯНКИ МАГІСТРАЛЕЙ. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ

Таблиця 1

```

=====
Уча- ! Узлы !          ТРУБА          ! Шайба !Расход!Спроти!Тепловая !Скорость!Дроссели-!Изо- !
сток !-----!Обозначение  Тип(марка)  Длина!   Арматура  !-----! !вление,!мощность,! !рование, !ляция!
      !нач.!кон.!          !          ! м !          !Do,мм!Кол! кг/ч ! Па  ! Вт  ! м/с  ! Па  !
=====
    
```

ПОДАЮЧА МАГІСТРАЛЬ

№	П	Д	Т	Д	А	Q	Q	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP
			ГОСТ	Д	КРПШ	Do	Кол	Па	Вт	м/с	Па	Изо
1	1	Ду25	ГОСТ3262-75*	21	ду 25	1230	5397	205.7		0.5647		FZ20
2	1	Ду20	ГОСТ3262-75*	4.8		534.2	1082	40.76		0.4018		FZ20
3	1	Ду20	ГОСТ3262-75*	7.5		695.5	2250	59.24		0.5231		FZ20
#2	2	#2		0	Клапан ASV-M Ду20	534.2	0	0		0.4169		
#3	3	#3		0	Клапан ASV-M Ду20	695.5	0	0		0.5428		

ЗВОРОТНЯ МАГІСТРАЛЬ

№	П	Д	Т	Д	А	Q	Q	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP
			ГОСТ	Д	КРПШ	Do	Кол	Па	Вт	м/с	Па	Изо
1	1	Ду25	ГОСТ3262-75*	21	ду 25	1230	5414	138.2		0.5625		FZ20
2	1	Ду20	ГОСТ3262-75*	4.8		534.2	922.8	27.59		0.4003		FZ20
3	1	Ду20	ГОСТ3262-75*	7.5		695.5	2224	38.65		0.5212		FZ20
#2	2	#2		0	ASV-PV Ду15	534.2	0	0		0.4154		
#3	3	#3		0	ASV-PV Ду20	695.5	0	0		0.5408	2234	

Верт. ! Точка ! отмет ! ка, ! м !	Q, Вт !-----! ! задано ! ! ! ! !	Требу- ! ! ! ! ! ! !	Избы- ! ! ! ! ! ! !	ток ! ! ! ! ! ! !	! твды ! ! на ! ! входе ! ! ! ! !	Поверхность ! ! прибора, кВт ! !-----! ! концевые / ! ! ! !	ОБОЗНАЧЕНИЕ ! ! СЕКЦИЙ ! ! концевые / ! ! ! проходные !	! Кол ! ! сек ! ! ций ! ! ! ! !	Обозначение ! ! трубы стояка ! ! или прибор- ! ! ! ! ! ! !	АРМАТУРА	! ЭСКИЗ ! ! при ! ! бор ! ! !	V ! ! ! ! ! ! !	Сопро- ! ! в сто ! ! тивле- ! ! ! ! !	t ! ! ! ! ! ! !
-3	a/*	G, кг/ч=534.2			35.53				50x4.6			0.114	2.887	16
-3	1/a	G, кг/ч=237.1			35.53				20x2,0	КРПШ ду 15		0.33	1910	16
-3	2/a	G, кг/ч=53.61			35.53				16x2,0			0.133	65.16	16
-3	3/a	G, кг/ч=183.5			35.53				20x2,0			0.255	422.7	16
-3	4/a	G, кг/ч=91.77			35.53				16x2,0			0.227	220.1	16
-3	5/a	G, кг/ч=91.77			35.53				16x2,0			0.227	927	16
-3	b/*	G, кг/ч=297			35.53				50x4.6			0.064	4.586	16
-3	1/b	G, кг/ч=219.3			35.53				20x2,0	КРПШ ду 15		0.305	1791	16
-3	2/b	G, кг/ч=93.7			35.53				16x2,0			0.232	337.5	16
-3	3/b	G, кг/ч=125.6			35.53				20x2,0			0.175	295.2	16
-3	4/b	G, кг/ч=62.79			35.53				16x2,0			0.155	96.99	16
-3	5/b	G, кг/ч=62.79			35.53				16x2,0			0.155	125.5	16
-3	c/*	G, кг/ч=77.76			35.53				50x4.6			0.017	0.0664	16
-3	1/c	G, кг/ч=77.76			35.53				16x2,0			0.192	177.8	16
-3	2/c	G, кг/ч=24.15			35.53				16x2,0			0.06	17.16	16
-3	3/c	G, кг/ч=53.61			35.53				16x2,0			0.133	150.4	16
0	Зворотня магістраль=#3 збірная гілка двохтрубноі системи				35.52				25x2,3	ASV-FV Ду20		0.541	10132	18
0		G, кг/ч=695.5								КРПШ ду 20			629.9	
0	a/*	G, кг/ч=695.5			35.52				50x4.6			0.149	4.631	18
0	1/a	G, кг/ч=125.6			35.52				20x2,0	КРПШ ду 15		0.175	339.4	18
0	2/a	G, кг/ч=62.79			35.52				16x2,0			0.155	208.6	18
0	3/a	G, кг/ч=62.79			35.52				16x2,0			0.155	259.8	18
0	b/*	G, кг/ч=569.9			35.52				50x4.6	КРПШ ду 40		0.122	55.6	18
0	1/b	G, кг/ч=311			35.52				25x2,3			0.242	282.6	18
0	6/b	G, кг/ч=144.9			35.52				20x2,0			0.202	298.4	18
0	2/b	G, кг/ч=85			35.52				16x2,0			0.21	275.7	18
0	7/b	G, кг/ч=59.89			35.52				16x2,0			0.148	105.3	18
0	3/b	G, кг/ч=166.1			35.52				20x2,0			0.231	211.4	18
0	4/b	G, кг/ч=83.07			35.52				16x2,0			0.205	122.3	18
0	5/b	G, кг/ч=83.07			35.52				16x2,0			0.205	290.1	18
0	c/*	G, кг/ч=258.9			35.52				50x4.6			0.055	0.4143	18
0	1/c	G, кг/ч=258.9			35.52				25x2,3	КРПШ ду 20		0.201	561.2	23
0	2/c	G, кг/ч=159.4			35.52				20x2,0			0.222	226.4	23
0	3/c	G, кг/ч=99.49			35.52				20x2,0			0.138	14.08	23
0	4/c	G, кг/ч=46.37			35.52				16x2,0			0.115	82.3	25
0	5/c	G, кг/ч=106.3			35.52				20x2,0			0.148	169.3	23
0	6/c	G, кг/ч=53.13			35.52				16x2,0			0.131	109.1	23
0	Споживач=#2 двохтрубний													
-3	2/aa	555	577.2	0	44.79	2.187	2.25	K33-600-700	1	16x2,0	V3KS n=2K-2.5 1 Verschrau. 3/4"UM Uni L уголь/жид"0"	0.133	4025	18
-3	4/aa	950	988	0	44.79	3.207	3.149	K22-600-1400	1	16x2,0	RA-Nnp Ду15 v=6 2	0.228	4803	16
-3	5/aa	950	988	0	44.79	3.207	3.149	K22-600-1400	1	16x2,0	RA-Nnp Ду15 v=6 2	0.228	4803	16
-3	2/bb	970	1009	0	44.79	3.396	3.857	K33-600-1200	1	16x2,0	V3KS n=2K-4.5 1 Verschrau. 3/4"UM Uni L уголь/жид"0"	0.233	5157	16

ст.5

ВИБІРКА СЕКЦІЙ Таблица 8

=====

СЕКЦІЯ	Кол.
--------	------

=====

В ЦІЛОМУ ПО БУДИНКУ

К33-600-700	3
К22-600-1400	2
К33-600-1200	3
К22-600-1000	1
К22-600-400	1
К33-600-800	2
К33-900-800	1
К22-600-1200	1
К33-600-1000	5

ПАРАМЕТРИ РЕГУЛЯТОРІВ СИСТЕМИ ТА СТОЯКІВ

Таблица 9

=====

Место установки регулятора	Уча-:сток:	Отметка: : Z,м	Точ-: :ка :	Этаж: :ще-: :ние :	Поме: : типоразмера	Обозначение	Сопроти-: вление, : R,Па	ОГРАНИЧЕНИЕ dP : : Наст-: :ройка:есть :	ОГРАНИЧЕНИЕ G : : Расход, т/ч : мин : мах :	Ди : тру- :бы
----------------------------	------------	----------------	-------------	--------------------	---------------------	-------------	--------------------------	-----------------------------------------	---------------------------------------------	---------------

=====

ОБМЕЖУВАЧІ РІЗНИЦІ ТИСКІВ

Зворотня сбір.гілка #2	-3					ASV-PV Ду15	11217	15.7 0.157 0.05 0.25	0.534 0 0.795	20
Подаюча сбір.гілка #2	-3					Клапан ASV-M Ду20	4612	- датчик тиску		20
Зворотня сбір.гілка #3	0					ASV-PV Ду20	7789	14.3 0.144 0.05 0.25	0.695 0.555 1.242	20
Подающа сбір.гілка #3	0					Клапан ASV-M Ду20	7817	- датчик тиску		20

Додаток 3. Робоче приміщення

ВХІДНІ ДАНІ:

ОБ'ЄКТ=
 ВИКОНАВЕЦЬ=
 ТЕПЛОНОСІЙ=ВОДА
 НАЯВНИЙ НАПІР =10000Па
 ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ НА ВХОДІ =45С
 НЕОБХІДНА ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ НА ВИХОДІ =35С
 КОЕФІЦІЄНТ УРАХУВАННЯ ПРИРОДНОГО НАПОРУ =0.4
 ВЕРТИКАЛЬНА КООРДИНАТА ТОЧКИ ВХОДУ =-2м
 АТМОСФЕРНИЙ ТИСК =1000гПа

РЕЗУЛЬТАТИ:

НЕОБХІДНИЙ НАПІР БЕЗ УРАХУВАННЯ 10% ЗАПАСУ =11769Па
 НЕОБХІДНИЙ НАПІР З УРАХУВАННЯМ 10% ЗАПАСУ =12949Па
 ОПІР СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ 10% ЗАПАСУ =12979Па
 ОПІР СИСТЕМИ БЕЗ ЗАГАЛЬНИХ ДІЛЯНОК =9082Па
 МІНІМУМ ПРИРОДНОГО НАПОРУ =30.03Па
 МАКСИМУМ ПРИРОДНОГО НАПОРУ =30.03Па
 ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ НА ВИХОДІ =35.31С
 НЕОБХІДНА ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ З УРАХУВАННЯМ
 ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ВІЛЯ ОГОРОЖ І ДИСКРЕТНОСТІ
 НОМЕНКЛАТУРНОГО РЯДУ СЕКЦІЙ =7800Вт
 РЕАЛЬНА ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ =7559Вт

ДІЛЯНКИ МАГІСТРАЛЕЙ. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ

Таблиця 1

```

=====
Уча- ! Узлы !          ТРУБА          ! Шайба !Расход!Спроти!Тепловая !Скорость!Дроссели-!Изо- !
сток !-----!Обозначение  Тип(марка)  Длина!   Арматура  !-----!          !вление, !мощность, !          !рование, !ляция!
      !нач.!кон.!          !          ! м !          !Do,мм!Кол! кг/ч ! Па   ! Вт   ! м/с   ! Па   !
=====
    
```

ПОДАЮЧА МАГІСТРАЛЬ

a	a	Ду20	ГОСТ3262-75* 3	КРПШ ду 20	670.8	1358	26.53	0.5046	FZ20
A	a	A Ду20	ГОСТ3262-75* 1		670.8	592.6	8.843	0.5046	FZ20
#A	A	#A	0		670.8	0	0	0.5236	

ЗВОРОТНЯ МАГІСТРАЛЬ

a	a	Ду20	ГОСТ3262-75* 3	КРПШ ду 20	670.8	1359	17.98	0.5026	FZ20
A	a	A Ду20	ГОСТ3262-75* 1		670.8	592.5	6.002	0.5026	FZ20
#A	A	#A	0		670.8	0	0	0.5216	

~~~~~

СТОЯКИ. РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Таблица 10

| Верт.отметка, м                                         | Точка! | Q, Вт         | тводы!на ка, м | Поверхность!прибора, кВт | ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕКЦИЙ | Кол!сек | Обозначение!трубы стояка! | АРМАТУРА     | ЭСКИЗ!прибор! | V!в сто! | Сопро-тивле-ние, Па | t!поме-щен.! |       |      |    |
|---------------------------------------------------------|--------|---------------|----------------|--------------------------|--------------------|---------|---------------------------|--------------|---------------|----------|---------------------|--------------|-------|------|----|
| =====                                                   |        |               |                |                          |                    |         |                           |              |               |          |                     |              |       |      |    |
| Подающа магiстраль=#А збiрна гiлка двохтрубноi системи  |        |               |                |                          |                    |         |                           |              |               |          |                     |              |       |      |    |
| Далее трубы стояка=                                     |        |               |                |                          |                    |         |                           |              |               |          |                     |              |       |      |    |
| 0                                                       |        | G, кг/ч=670.8 |                | 44.95                    |                    |         | 25x2,3                    |              |               | 0.524    | 20.18               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | V/*    | G, кг/ч=670.8 |                | 44.95                    |                    |         | 25x2,3                    |              |               | 0.524    | 100.9               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 1/B    | G, кг/ч=335.4 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.468    | 235.7               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 2/B    | G, кг/ч=279.5 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.39     | 504.4               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 3/B    | G, кг/ч=223.6 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.312    | 334.4               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 4/B    | G, кг/ч=167.7 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.234    | 230.6               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 5/B    | G, кг/ч=111.8 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.156    | 160.3               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 6/B    | G, кг/ч=55.9  |                | 44.95                    |                    |         | 16x2,0                    |              |               | 0.139    | 262.2               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 7/B    | G, кг/ч=335.4 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.468    | 235.7               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 8/B    | G, кг/ч=279.5 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.39     | 504.4               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 9/B    | G, кг/ч=223.6 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.312    | 334.4               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | x/B    | G, кг/ч=167.7 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.234    | 319.7               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | y/B    | G, кг/ч=111.8 |                | 44.95                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.156    | 478.7               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | z/B    | G, кг/ч=55.9  |                | 44.95                    |                    |         | 16x2,0                    |              |               | 0.139    | 157.4               | 15           |       |      |    |
| Зворотня магiстраль=#А збiрна гiлка двохтрубноi системи |        |               |                |                          |                    |         |                           |              |               |          |                     |              |       |      |    |
| 0                                                       |        | G, кг/ч=670.8 |                | 35.34                    |                    |         | 25x2,3                    |              |               | 0.522    | 0                   | 18           |       |      |    |
| 0                                                       |        | G, кг/ч=670.8 |                | 35.34                    |                    |         | 25x2,3                    |              |               | 0.522    | 20.46               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | V/*    | G, кг/ч=670.8 |                | 35.34                    |                    |         | 25x2,3                    |              |               | 0.522    | 102.3               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 1/B    | G, кг/ч=335.4 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.467    | 239.3               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 2/B    | G, кг/ч=279.5 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.389    | 512.7               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 3/B    | G, кг/ч=223.6 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.311    | 340.5               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 4/B    | G, кг/ч=167.7 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.233    | 235.2               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 5/B    | G, кг/ч=111.8 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.156    | 194.9               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 6/B    | G, кг/ч=55.9  |                | 35.34                    |                    |         | 16x2,0                    |              |               | 0.138    | 238.2               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 7/B    | G, кг/ч=335.4 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.467    | 239.3               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 8/B    | G, кг/ч=279.5 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.389    | 512.7               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | 9/B    | G, кг/ч=223.6 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.311    | 340.5               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | x/B    | G, кг/ч=167.7 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.233    | 323.3               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | y/B    | G, кг/ч=111.8 |                | 35.34                    |                    |         | 20x2,0                    |              |               | 0.156    | 586.2               | 15           |       |      |    |
| 0                                                       | z/B    | G, кг/ч=55.9  |                | 35.34                    |                    |         | 16x2,0                    |              |               | 0.138    | 153.1               | 15           |       |      |    |
| Споживач=#А двохтрубний                                 |        |               |                |                          |                    |         |                           |              |               |          |                     |              |       |      |    |
| 0                                                       | 1/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3631 | 12 |
| 0                                                       | 2/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 3/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 4/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 5/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 6/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 7/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 8/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | 9/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | x/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | y/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |
| 0                                                       | z/BB   | 625           | 625            | 0                        | 44.95              | 2.385   | 2.48                      | 108x3,5 L=1м | 8             | 16x2,0   | RA-Nпр Ду15 v=4,5   | 1            | 0.139 | 3468 | 12 |