

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних
систем і екології Кафедра
теплогазопостачання і
вентиляції**

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

на тему:

Опалення та вентиляція житлового комплексу в місті Харків
(назва)

Дорошук Катерина Юріївна

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ р.

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

на тему:

Опалення та вентиляція житлового комплексу у місті Харків

Виконала студентка групи ТВ-22-1

Спеціальність: будівництво та
цивільна інженерія Спеціалізація:
теплогазопостачання і вентиляція

Дорошук Катерина Юріївна

Керівник кандидат технічних наук
доцент Любарець О.П

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і

екології Кафедра:

теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр за ОПП»

Спеціальність: будівництво та

цивільна інженерія Спеціалізація:

теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖ
УЮ**

Декан
факультету

_____”
_____20_____р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Дорошук Катерина Юріївна

1. Тема роботи Опалення та вентиляція житлового комплексу у
місті Харкові.

затверджена наказом ректора КНУБА №_____від „____” _____20
_____р.

2. Керівник роботи: ЛЮБАРЕЦЬ О.П., кандидат технічних наук,
доцент, професор КНУБА

Розділ 4.2. Гідравлічний розрахунок системи опалення та підбір опалювальних приладів, насосів системи опалення.

Розділ 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря

Розділ 5.1. Розрахунок надходжень теплоти, вологи та шкідливих виділень.

Розділ 5.2. Розрахунок повітрообмінів, аеродинамічний розрахунок, розрахунок системи повітророзподілення, підбір обладнання .

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища

1. Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. План системи опалення та кондиціонування повітря. План типового поверху. Експлікація приміщень першого поверху. Експлікація приміщень типового поверху

Аркуш 2. Аксометрична схема системи вентиляції П1 та В1. Аксометрична схема системи вентиляції П2 та В2. Схема припливно-витяжної установки. Експлікація

Аркуш 3. Аксометрична схема системи вентиляції П3 та В3. Аксометричні схеми системи вентиляції В4, В5 В6, В7, В8, В9.

Аркуш 4. План опалення першого поверху. Аксометрична схема опалення першого поверху. Схема розподільчого колектору на 2 квартири. Вузол з нижнім підключення радіатора. План підвалу

Аркуш 5. План опалення типового поверху. Аксометрична схема опалення типового поверху. Вузол 1 - розподільчий колектор з поквартирними лічильниками на 5 виходів. Вузол 2 – розподільчий колектор з поквартирними лічильниками на 3 виходи.

будівництва. Монтажна схема системи вентиляції ПЗ та ВЗ. Умовні позначення.

1. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	
Розділ 2. Характеристика об'єкту будівництва	
Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	
Розділ 4. Розрахунок системи опалення	
Розділ 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря	
Розділ 6. Технології та організація монтажу	
Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

3. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 6.	Сенчук М.П., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

1. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Предун К.М
(підпис)

Керівник _____ Любарець О.В.
(підпис)

Студент _____ Дорошук К.Ю
(підпис)

Зміст

1. Вступ	4
2. Характеристика об'єкту будівництва.....	5-10
2.1 Загальні відомості про об'єкт	6-7
2.2 Місце розташування об'єкта	7
2.3 Кліматичні дані.....	7-9
3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	10-24
3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	11-14
3.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів	14-20
3.3 Розрахунок тепловтрат будівлі	21-24
4. Розрахунок системи опалення	25-31
4.1 Конструктивні рішення, які враховують архітектурно-планувальні характеристики будівлі	26-28
4.2 Розрахунок системи опалення	28-30
4.3 Трубопроводи системи опалення та їх прокладення	31
4.4 Вибір джерела теплової енергії	31
4.5 Теплоізоляція	31
5. Система вентиляції та кондиціонування повітря	32-58
5.1 Основні поняття про систему вентиляції та кондиціонування повітря	33
5.2 Вихідні дані для розрахунку системи вентиляції та кондиціонування повітря	34-35
5.3 Розрахунок теплонадходжень у приміщення	35-38
5.4 Надходження шкідливостей в приміщення	39-40
5.5 Розрахунок повітрообміну в приміщенні	41-50
5.6 Розрахунок балансу повітря в будівлі	52-53
5.7 Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції	53-58

5.8 Підбір повітророзподільників	58
5.9 Підбір вентиляційного обладнання	58
6. Технології та організація монтажу інженерних систем	59-71
6.1 Технології монтажу систем вентиляції	60-61
6.1.1 Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем	61-65
6.1.2 Вимоги до виконання монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання.....	64
6.1.3 Монтажне креслення системи вентиляції.....	65-69
6.2 Організація монтажу систем вентиляції	69-71
6.2.1 Календарне планування виконаних робіт	69
6.2.2 Послідовний та потоковий метод організації виконання будівельно-монтажних робіт, побудова графіка-циклограми	71
7. Охорона праці та навколишнього середовища	72-85
7.1 Основні завдання охорони праці	73-74
7.2 небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт	74-84
7.3 Охорона навколишнього середовища	84
7.4 Висновок.....	85
Список використаних джерел... ..	87-88
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	
Додаток Д	

РОЗДІЛ 1
ВСТУПНА ЧАСТИНА

1. Вступ

Актуальність теми. Сьогодні міста України стикаються з новими вимогами до комфортного середовища в житлових комплексах. Харків, як мегаполіс із контрастними кліматичними умовами, потребує особливої уваги до інженерних систем будівель. У контексті стрімкого розвитку урбанізації та підвищення стандартів енергоефективності, питання вентиляції та опалення стають ключовими для забезпечення здорового мікроклімату та раціонального використання енергоресурсів. Проектування системи опалення та вентиляції для 11-поверхового житлового комплексу в Харкові є важливим кроком у створенні сучасного та комфортного простору. Використання централізованого теплопостачання від ТЕЦ забезпечує стабільність теплопостачання навіть у холодні періоди, а сучасне вентиляційне обладнання Torvex FP50 EL-R із комплектом аксесуарів дозволяє забезпечити ефективний повітрообмін у кожній секції. Особлива увага в проєкті приділяється інтеграції цих систем із архітектурою будівлі, їх адаптації до реальних кліматичних умов Харкова та можливості масштабування системи для майбутнього збільшення кількості мешканців. Такі рішення відповідають європейським стандартам сталого будівництва та сприяють зниженню енергоспоживання без втрати якості мікроклімату. Таким чином, розробка систем опалення та вентиляції для даного житлового комплексу є не лише технічним завданням, а й частиною стратегії сталого розвитку міського середовища, де якість життя мешканців пов'язана з грамотним інженерним забезпеченням.[<https://urbisair.com.ua/> - місто в Україні є найкомфортнішим для життя]

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

2.1 Загальні відомості про об'єкт

Об'єктом проектування є житловий будинок, який розташований в місті Харків.

Будівля складається з 11 поверхів, та підвалу. Перший поверх – це вбудовані комерційні приміщення, решта поверхів - житлові приміщення.

Джерелом теплопостачання будівлі є теплофікаційна електроцентральною (ТЕЦ) 0. Теплоносієм для системи опалення є гаряча вода з параметрами 90-70°C.

Система опалення житлової частини двотрубна, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія і з поквартирним відгалуженням. Опалення вбудованих нежитлових приміщень 1-го поверху передбачається самостійною системою, на якій в приміщенні ІТП встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти. Система опалення вбудованих комерційних приміщень двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів.

Вертикальні магістральні стояки квартир прокладаються в закритих шафах в коридорах. Для кожної квартири передбачається встановлення лічильника тепла і запірної арматури. Трубопроводи системи опалення житлових та нежитлових приміщень монтуються із поліетиленових труб РЕХ-з антидифузійним захистом, що прокладаються в підготовці підлоги захованим методом.

Система вентиляції - загально-обмінна, припливно-витяжна. Повітропроводи виготовлені з оцинкованої сталі, товщиною 0,5 мм, прокладаються відкрито під стелею. Забезпечення свіжим повітрям, відбувається трьома припливно-витяжними системами та одною окремою припливною та витяжною системою з обідньої зали та кухні.

Прийняті технічні рішення відповідають вимогам чинних на території України екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм.

Вони забезпечують безпечну експлуатацію об'єкта для життя та здоров'я людини.

2.2 Місце розташування об'єкта

Житловий будинок для якого проектується система опалення та вентиляції, розташований в місті Харків. Харків-велике сучасне місто, що є адміністративним центром Харківської області та одним із найбільших промислових, наукових і культурних центрів України, Має досить гарне розташування, знаходиться за 480 км від столиці. Місто знаходиться в межах лісостепової природної зони ,що забезпечує гармонійне поєднання природнього середовища та урбанізованої забудови .

Місто Харків розташоване на Північно-східній частині України , 480 км від Києва. Рельєф міста переважно рівний ,слабо хвилястий, розчленований долинами річок, балками та ярами . Найвища точка міста-205 метрів над рівнем моря, а найнижча 94 метрів. На півночі і заході місто оточене лісовими масивами та лісопарковими зонами, а на півдні і сході переважають відкриті лісостепові території. Через місто протікають річки Лопань, Харків та Уди, які формують водну систему міста. Також на території Харкова та в його околицях розташовані декілька водойм і водосховищ, що позитивно впливають на мікроклімат місцевості .

2.3 Кліматичні дані

Місто Харків розташоване в І кліматичній зоні. Клімат помірно-континентальний з теплим літом і помірно-холодною зимою.

Середня температура найхолоднішого місяця зими – січня становить -6,1 °С, а найтеплішого місяця – липня +20,4°С. Середня температура за рік становить +7,5 °С. Тривалість опалювального періоду при переході $\leq 8^{\circ}\text{C}$ становить 175-180 діб, а середня температура -0,3 °С, а при переході $\leq 10^{\circ}\text{C}$ – 195 діб і середньою температурою 0,7. Початок опалювального періоду при переході $\leq 8^{\circ}$ - 15-18 жовтня, а кінець – 10-14 квітня. Початок опалювального періоду при переході $\leq 10^{\circ}\text{C}$ – 6 жовтня, а кінець – 19 квітня.

Середньомісячні та середньорічна температури наведені в таблиці 2.1, згідно з [ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010] [1].

Таблиця 2.1

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Харков	-6,1	-5,7	-0,3	8,2	15,2	18,6	20,7	19,5	13,8	7,4	1,0	-3,8

Переважає більшість вітрів має східний та західний напрям. В холодний період року домінує Сх напрямок руху з повторюваністю 20,0%. В теплий період року домінує Зх напрямок руху з повторюваністю 18,0%.

Повторюваність напрямків вітру й штилів, (%), наведена у таблиці 2.2, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [1].

Повторюваність напрямків вітру й штилів (%)

Таблиця 2.2

Період року	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
Теплий період	11,0	11,0	10,0	7,0	7,0	13,0	18,0	13,0	7,0
Холодний період	6,0	11,0	20,0	16,0	11,0	12,0	13,0	5,0	6,0
Рік	8,0	11,0	16,0	12,0	10,0	12,0	15,0	8,0	8,0

Сонячна радіація – це основне джерело енергії та теплоти для земної поверхні. Радіація, що досягає поверхні землі буває розсіяною та прямою. Пряма сонячна радіація – це та, яка надходить до земної поверхні у вигляді пучка паралельних променів, що виходять безпосередньо від Сонця. Розсіяна сонячна радіація – та, що розсіялась в атмосфері і надходить на земну поверхню з усього неба. У похмурі дні вона є єдиним джерелом енергії. Сумарна сонячна радіація- це сукупність прямої та розсіяної, що надходить на земну поверхню. Радіаційний баланс – різниця між надходженням і витратою сонячної радіації. Бровари мають позитивний річний баланс, що становить 1,75-1,98 МДж/м², проте протягом року він змінюється у широкому діапазоні: від мінусових значень у січні-лютому (-0,04...-0,05 МДж/м²) до 0,33-0,35 МДж/м² у червні-липні.

Вологість повітря можна оцінити величиною парціального тиску водяної пари, відносною вологістю повітря та дефіцитом насичення (нестачею насичення повітря водяною парою). Середньорічна вологість повітря становить 76% [1].

Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Абсолютно максимальна температура зовнішнього повітря $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для розрахунку системи опалення $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Розрахункова температура зовнішнього повітря в теплий період року для розрахунку системи вентиляції $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Середня температура опалювального періоду становить $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Тривалість опалювального періоду 181 діб [1].

Розрахункова географічна широта міста Харків 50° .

Глибина промерзання ґрунту:

- середня 1,0 м;
- максимальна 1,2 м.

Кількість опадів за рік 525 мм.

РОЗДІЛ 3
ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК
ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

На сьогоднішній день доцільне використання енергетичних ресурсів посідає важливу роль в сучасному будівництві. Правильний вибір будівельних матеріалів дозволяє значно скоротити витрати енергоресурсів та продовжити довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будинків та споруд.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2] мінімальні вимоги до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та енергетичних характеристик будівлі або її окремих частин, які визначаються на основі економічно обґрунтованих рівнів енергоефективності з урахуванням життєвого циклу будівлі за умови забезпечення побутових потреб людини та оптимальних кліматичних умов для проживання чи перебування людини в приміщенні будівлі.

Головною метою теплотехнічного розрахунку є вибір таких будівельних матеріалів для огорожувальних конструкцій, щоб вони задовольняли нормативні вимоги.

У загальному випадку огорожувальна конструкція складається з несучого шару (зазвичай матеріал шару є щільним, з високою теплопровідністю і низькою проникністю водяної пари та повітря), теплоізоляційного (пористого, з низькою теплопровідністю і добре пропускає водяну пару і повітря).

Теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій в певній мірі залежать від умов їхньої експлуатації. Ці умови характеризуються параметрами зовнішнього та внутрішнього повітря.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2] для зовнішніх огорожувальних конструкцій є обов'язковими такі умови:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}, \quad (3.1)$$

де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої або світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \text{ min}}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частинки огорожувальної конструкції, або мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

$$\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{cr}}, \quad (3.2)$$

де $\Delta T_{\text{пр}}$ – за санітарно-гігієнічними вимогами допустима величина різниці між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

ΔT_{cr} – фактична різниця між температурами внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$.

$$T_{\text{в min}} > T_{\text{min}}, \quad (3.3)$$

де $T_{\text{в min}}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах де наявні теплопровідні включення в огорожувальній конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

T_{min} – дозволене мінімальне значення температури внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції з розрахункових значень температури внутрішнього і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Вибір та використання матеріалу в огорожувальних конструкціях залежить від вологісного режиму приміщення (таблиця 3.1) та характеризується умовами А і Б (таблиця 3.2).

Вологісний режим приміщення

Таблиця 3.1

Вологісний режим	Вологість внутрішнього повітря $\phi_{\text{в}}, \%$ за температури $\theta_{\text{int}}, ^{\circ}\text{C}$		
	$\theta_{\text{int}} \leq 12^{\circ}\text{C}$	$12 \leq \theta_{\text{int}} \leq 24^{\circ}\text{C}$	$\theta_{\text{int}} > 24^{\circ}\text{C}$

Продовження таблиці 3.1

Сухий	$\phi_B < 60$	$\phi_B < 50$	$\phi_B < 40$
Нормальний	$60 \leq \phi_B \leq 75$	$50 \leq \phi_B \leq 60$	$40 \leq \phi_B \leq 50$
Вологий	$75 < \phi_B$	$60 \leq \phi_B \leq 75$	$50 \leq \phi_B \leq 60$
Мокрий	-	$75 < \phi_B$	$60 < \phi_B$

Вологісні умови експлуатацію матеріалу в конструкціях

Таблиця 3.2

Вологісний режим приміщень (за табл.3.1)	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б

Для житлової будівлі розрахункові параметри внутрішнього середовища згідно з ДБН Б.2.6-31:2021 [2], табл. Б 2.:

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $t_{\text{вн}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$\phi_{\text{вн}}$ – вологість повітря в приміщенні, $\phi_{\text{вн}} = 55 \text{ \%}$;

Теплотехнічний розрахунок та підбір огорожувальних конструкцій заснований на розрахункових значеннях температури θ_{int} та вологості ϕ_B внутрішнього повітря в приміщенні будівлі та температури зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункова формула для фактичного опору теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (3.4)$$

де α_B – коефіцієнт віддачі тепла від внутрішньої поверхні конструкції, Вт/м²·К, визначається з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Отже для стін коефіцієнт становить: $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$;

δ_1 – товщина шару, з якого складається конструкція, м;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, з якого виконується шар конструкції і залежить від розрахункових умов експлуатації, Вт/ м·К;

α_3 – це коефіцієнт віддачі тепла зовнішньої поверхні конструкції, визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Для стін коефіцієнт $\alpha_3 = 23$ Вт/ м²·К; для горищного перекриття $\alpha_3 = 10$ Вт/ м²·К; для підвального перекриття $\alpha_3 = 5,9$ Вт/ м²·К.

3.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів

Конструкція зовнішньої стіни

Зовнішня стіна складається з залізобетону, бетону ніздрюватого, керамзит бетону на керамзит піску , утеплювача , шару вітрозахисного ізолю, повітряного прошарку та опоряджувального шару. Схема зовнішньої стіни зображена на рис.3.1.

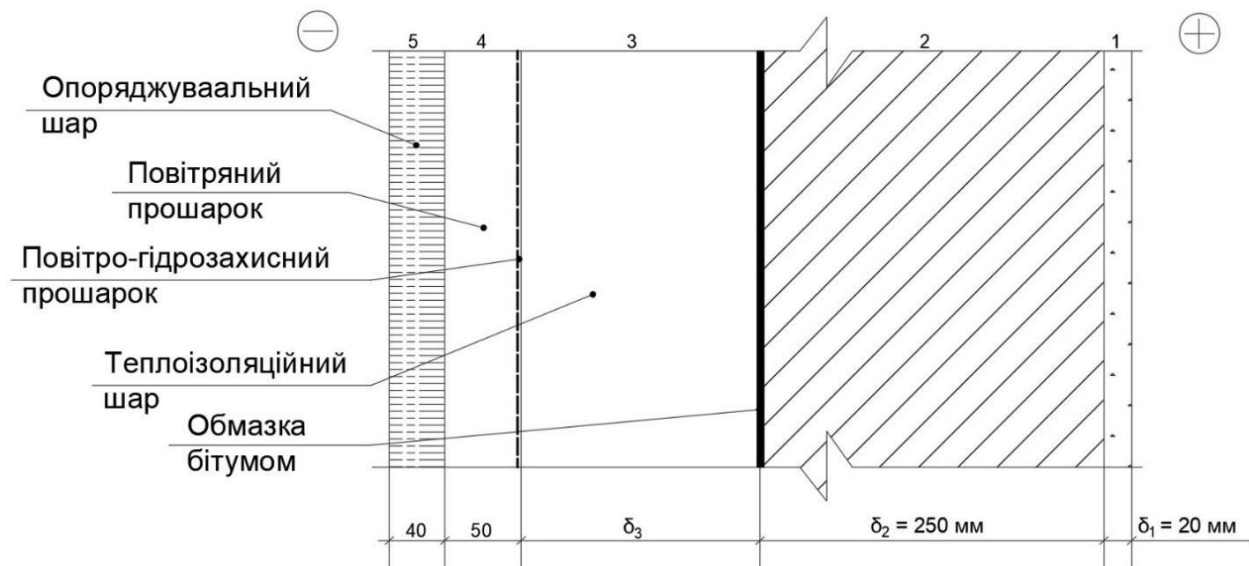


Рис.3.1 Схема зовнішньої стіни

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q \min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорій огорожувальній конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в I температурній зоні, становить:

$$R_{q \min} = 4 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів, з яких складається конструкція зовнішньої стіни наведено в таблиці 3.3.

Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів зовнішньої стіни

Таблиця 3.3

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ , кг/м ³	Товщина шару, δ , м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·К	Термічний опір шару, $R=\delta/\lambda$, м ² ·К/Вт
	Залізобетон				
1		2500	0,04	2,04	0,019
	Бетон ніздрюватий				
2		300	0,38	0,10	3,8
3	Керамзит бетон на керамзит піску	1600	0,1	0,79	0,12

Розрахунок теплопередачі виконується для шарів, які розташовані від внутрішньої конструкції до повітряного прошарку, так як він є вентильованим.

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_3 = (R_{\Sigma} - (\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_3 = 4 - (\frac{1}{8,7} + 0,019 + 0,126 + \frac{1}{23}) \cdot 0,79 = 3,73 \text{ м};$$

Приймаємо товщину утеплюючого шару $\delta_3 = 4 \text{ м}$, за якої опір теплопередачі буде відповідати нормативним вимогам.

Так як конструкція є термічно однорідною, тому опір теплопередачі конструкції R_{Σ} вираховується за формулою (3.4):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{2,04} + \frac{0,38}{0,10} + \frac{0,10}{0,79} + \frac{1}{23} = 4,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 4,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{cr}}$

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{вн}}} = \frac{20 - (-22)}{4,06 \cdot 8,7} = 1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – зовнішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$.

$\Delta T_{\text{пр}} = 1,2 \text{ }^{\circ}\text{C} < \Delta T_{\text{cr}} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – умова виконується.

Конструкція горищного перекриття

Горищне перекриття складається з таких шарів: бетон на гравії або щебені з природного каменю, пароізоляції (плівка ПВХ), утеплювач (на основі базальт. волокна), шар цементно-піщаного розчину. Схема горищного перекриття зображена на рисунку 3.2.

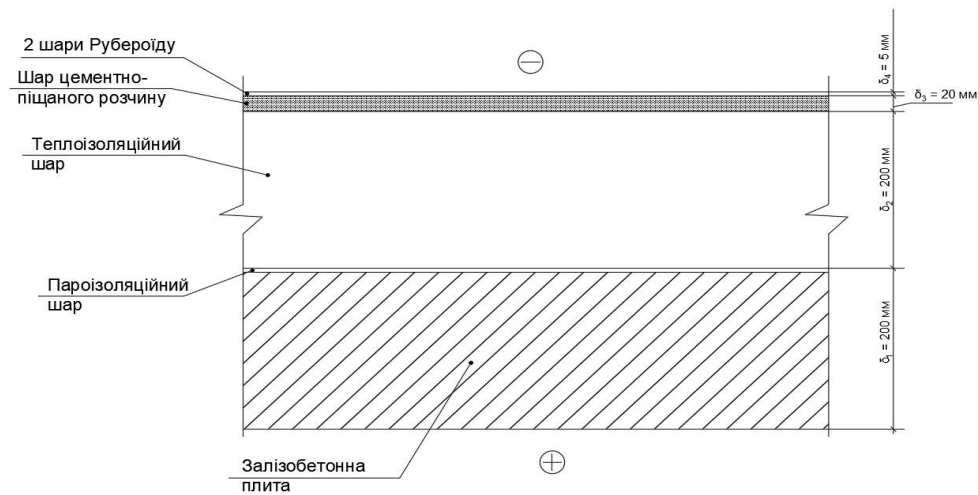


Рис. 3.2 Схема горизонтального перекриття

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q \min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в I температурній зоні, становить: $R_{q \min} = 7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горизонтального перекриття наведені в таблиці 3.4. Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горизонтального перекриття

Таблиця 3.4

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ , кг/м ³	Товщина шару, δ , м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·К	Термічний опір шару, $R = \delta/\lambda$, м ² ·К/Вт
1	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	0,14	1,86	0,075
2	Утеплювач-вироби на основі базальт волокна	75	0,32	0,047	6,81
3	Розчин цементно піщаний	1800	0,02	0,93	0,021

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_2 = (R_{\Sigma} - (\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_3 = (7 - (\frac{1}{10} + 0,075 + 0,021 + 0,016 + \frac{1}{6})) \cdot 0,036 = 0,311 \text{ м};$$

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,32 \text{ м}$;

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{10} + 0,075 + 0,021 + 0,016 + \frac{0,32}{0,047} + \frac{1}{6} = 7,174 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 7,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{cr}}$

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{вн}}} = \frac{20 - (-22)}{7,17 \cdot 10} = 0,58 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – зовнішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$.

$\Delta T_{\text{пр}} = 0,803 \text{ }^{\circ}\text{C} < \Delta T_{\text{cr}} = 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – умова виконується.

Конструкція перекриття над підвалом

Конструкція перекриття над підвалом складається з залізобетонної плити, пароізоляції (два шари руберойду на бітумній мастиці), утеплювача з мінеральної вати на основі базальтового волокна, стяжки цементно-піщаної, керамічної плитки. Схема конструкції перекриття над підвалом наведена на рис.3. 3.

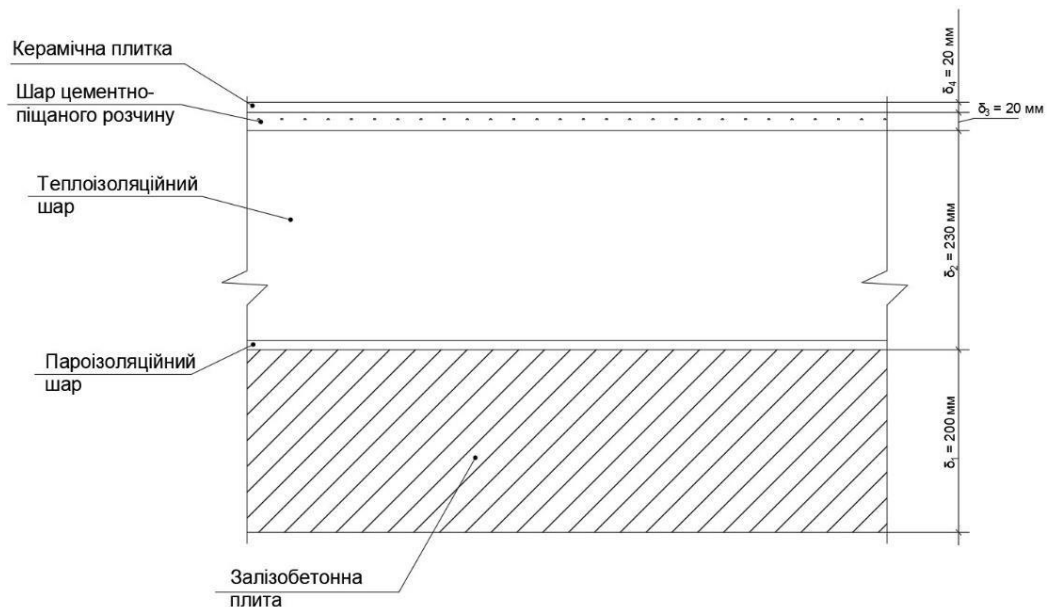


Рис. 3.3 Схема конструкції перекриття над підвалом

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q \min}$ — мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в I температурній зоні, становить:

$$R_{q \min}$$

$= 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів зовнішньої стіни наведено в таблиці 3.5. Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів перекриття над підвалом

Таблиця 3.5

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ , кг/м ³	Товщин а шару, δ , м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·К	Термічний опір шару, $R = \delta / \lambda$, м ² ·К/Вт
1	Лінолеум полівінілхлорид ний на теплоізоляційній основі	1600	0,004	0,33	0,012

Продовження таблиці 3.5

2	Розчин цементно-піщаний	1800	0,074	0,93	0,079
3	Утеплювач - вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	75	0,21	0,047	4,46
4	Залізобетон	2500	0,22	2,04	0,107

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_2 = (R_{\Sigma} - (\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_3 = (5,9 - (\frac{1}{5,9} + 0,012 + 0,07 + 0,107 + \frac{1}{6})) \cdot 0,047 = 0,209 \text{ м};$$

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,21 \text{ м}$;

$$\text{Термічний опір утеплювача дорівнює: } R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,21}{0,047} = 4,46 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5,9} + 0,012 + 4,468 + 0,07 + \frac{1}{17} = 5,004 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 5,004 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{ср}}$

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{вн}}} = \frac{20 - (-22)}{5,004 \cdot 5,9} = 1,42 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – зовнішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$.

$\Delta T_{\text{пр}} = 1,42 \text{ }^{\circ}\text{C} < \Delta T_{\text{ср}} = 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – умова виконується.

3.3 Розрахунок тепловтрат будівлі

Тепловий режим будівлі в загальному випадку залежить від теплового балансу. Тобто, кількість тепла, що надходить в будівлю має дорівнювати втратам тепла з приміщення за умови нормованої температури внутрішнього повітря.

Кількість тепла, що споживається будівлею і кількість тепла, що втрачається нею залежить від теплотехнічних якостей огорожувальної конструкції, а також від температури зовнішнього повітря.

До умов нормованої температури внутрішнього повітря належать:

- 1) Трансмісійні втрати тепла приміщенням, що опалюються через зовнішні огорожувальні конструкції, які мають контакт з зовнішнім повітрям;
- 2) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, що опалюються через неопалювальні приміщення;
- 3) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, що опалюються до приміщень, які мають нижчу розрахункову температуру;
- 4) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, які опалюються через конструкцію підлоги та ґрунт;
- 5) Вентиляційні втрати тепла на нагрівання інфільтраційного повітря в приміщеннях, що опалюються.
- 6) Теплову потужність, що компенсується в опалювальних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення;
- 7) Витрату теплоти, яка потрібна на нагрівання матеріалів і виробів, обладнання та транспорту;
- 8) Теплоти, що надходить в приміщення регулярно від електричних приладів, приладів освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел.

Обчислення розрахункових втрат тепла приміщенням за рахунок теплопередачі через огорожувальні конструкції виконується за формулою:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,uie} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}, \quad (3.5)$$

де $H_{T,ie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,uie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла приміщення, що опалюється, через неопалювальне приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ig}$ – коефіцієнт трансмісійних втрат тепла через огорожувальні конструкції відбувається через підлогу та ґрунт Вт/°С;

$\theta_{int,i}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщення, визначається за ДБН В.2.5-67:2013 [4], (дод.А, табл.А1);

θ_e – температура зовнішнього повітря, °С, обирається для конкретного міста за ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010 [2].

Коефіцієнт втрат тепла H_j – це відношення величини втрат тепла Φ_i до різниці внутрішньої та зовнішньої температури повітря;

Коефіцієнт трансмісійних втрат тепла приміщення до зовнішнього повітря.

Обчислення коефіцієнту трансмісійних втрат тепла приміщенням до зовнішнього повітря відбувається за формулою:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/°С}, \quad (3.6)$$

де A_k – площа передачі тепла к-ї огорожувальної конструкції, м²;

U_k – коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через к-ту огорожувальну конструкцію будівлі до зовнішнього середовища, Вт/(м²·К);

ψ_l – лінійний коефіцієнт передачі тепла l-го елементу лінійного теплового мосту в огорожувальній конструкції, Вт/(м²·К);

l_l – довжина лінійного теплового мосту, який є в огорожувальній конструкції, м;

e_l, e_k – поправочні коефіцієнти, для додаткових втрат тепла, що враховують здатність випромінення поверхні огороження, де береться до уваги вплив

мікрокліматичних умов, тип матеріалів ізоляції, їх вологість, швидкість вітру і температуру зовнішнього повітря.

Площа теплопередачі к-тої огорожувальної конструкції приміщення вираховується за їх розмірами, які визначається, як і довжина лінійних теплових мостів l , за будівельними кресленнями.

Обчислення коефіцієнта трансмісійних втрат тепла приміщення через огорожувальні конструкції, які мають контакт з ґрунтом, виконується за формулою:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (3.7)$$

де $f_{g1} = 1,45$ – поправочний коефіцієнт, який враховує коливання температури ґрунту за рік;

G_w – коефіцієнт корегування, що враховує вплив ґрунтових вод (при рівні ґрунтових вод нижче ніж плити перекриття підлоги $h_{г.в.} > 1,0$ м $G_w = 1,0$, при $h_{г.в.} < 1,0$ м $G_w = 1,15$);

f_{g2} - поправочний коефіцієнт можливого зниження температури зовнішнього повітря, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря і вираховується за формулою:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m.e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (3.8)$$

де $\theta_{m.e}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період за рік, $^\circ\text{C}$, згідно з ДСТУ Н.Б В.1.1-27:2010 [2].

Коефіцієнт трансмісійних втрат тепла (надходжень тепла), що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря, вираховується за формулою:

$$H_{T,ig} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (3.9)$$

де f_{ij} – коефіцієнт, який враховує різницю температур у сусідніх приміщеннях, що опалюються.

Обчислення трансмісійних втрат тепла приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього середовища.

$$H_{T, uie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_w, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (3.10)$$

де b_u – коефіцієнт кореляції, який враховує різницю розрахункових температур неопалювального приміщення та зовнішнього середовища, визначається згідно з ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження» [5].

Вентиляційні втрати тепла

Обчислення втрат тепла для нагрівання вентиляційного повітря в приміщенні, що опалюється $\Phi_{v,i}$, виконується за формулою:

$$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (3.11)$$

де $H_{v,i}$ – коефіцієнт для вентиляційних втрат тепла в приміщенні, Вт/°C;

Розрахункове значення характеристики для втрат тепла в опалювальному приміщенні на нагріві зовнішнього вентиляційного повітря, що потрапляє до нього за рахунок вентиляції (інфільтрації, провітрювання тощо), обчислюється за формулою:

$$H_{v,i} = V_i^c \cdot \rho \cdot c_p, \text{ Вт/}^\circ\text{C} \quad (3.12)$$

де ρ – густина повітря при температурі в приміщенні, яке обирається для розрахунку, кг/м³;

c_p – питома теплоємність повітря, яка обирається за розрахунковою температурою в приміщенні, Дж/(кг·°C);

V_i^c – об'ємна втрата тепла, яка надходить до приміщення, яке опалюється, м³/год. Вона визначається в залежності від наявності або відсутності механічної вентиляції.

За відсутності організованої подачі повітря, об'ємна витрата обраховується за формулою:

$$V_i^c = \max(V_{inf\ i}, V_{min\ i}), \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.13)$$

Баланс тепловтрат приміщеннями першого та типового поверху наведений в додатку А.

РОЗДІЛ 4
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

4.1 Конструктивні рішення з урахуванням архітектурно-планувальних особливостей будівлі

З урахуванням архітектурно-планувальних особливостей та призначення будівлі на підставі нормативних документів [2,3,4] було ухвалено рішення запроектувати двотрубну систему опалення, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія і з поквартирним відгалуженням.

Опалення вбудованих комерційних приміщень 1-го поверху передбачається самостійною системою, на якій в приміщенні ІТП встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти.

Система опалення вбудованих комерційних приміщень прийнята двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів. Теплоносієм для системи опалення житлових та вбудованих приміщень є гаряча вода.

Система опалення житлової частини будинку поділена на 2 зони:

- Опалення І зони, з 2 поверху до 9 поверху;
- Опалення ІІ зони, з 10 по 22 поверх.

Джерелом теплопостачання багатоквартирних житлових будівель є окремо розташована котельня з параметрами теплоносія 90-70 °С.

Теплопостачання систем опалення житлового будинку здійснюється від тепловпункту, який розміщений в підвалі.

В будинках може бути використане горизонтальне та вертикальне розведення трубопроводів для системи опалення. Також, є декілька видів розведення трубопроводів:

- однотрубна система опалення - від котла всі радіатори підключаються до головної труби трубками. З одного боку підключається гаряча вода, з іншого – холодна.

Нагрівання відбувається за рахунок циркуляції води у системі. Через різницю тиску в трубах, вода починає рухатись знизу – вгору, від радіатора до радіатора. Спочатку нагрівається перший радіатор, потім другий і т.д

- двотрубна система опалення – при двотрубному способі розведення трубопроводів гаряча вода йде однією трубою, а холодна – іншою.

- променева система опалення – при променевому способі розведення радіатори підключається до котла через розподільник. Розподільник дозволяє регулювати температуру кожної батареї окремо. Але такий вид монтажу є досить складним, трудомістким та витратним.

У нашому випадку запроектована горизонтальна двотрубна система опалення з нижньою розводкою. Вона демонструє чудові технічні, естетичні та експлуатаційні характеристики, тому зараз частіше використовується у проектуванні системи опалення.

Переваги та недоліки горизонтального розведення трубопроводів системи опалення.

Горизонтальне розведення трубопроводів має безліч переваг.

- 1) У такій схемі дуже просто стежити за витратою тепла завдяки автоматичному дистанційному керуванню;
- 2) На будь-якому відрізку контуру можна окремо налаштувати температуру, залежно від конкретних потреб, зумовлених приміщенням;
- 3) Є наявна можливість прихованого прокладання трубопроводів;
- 4) Така система прокладання трубопроводів є досить надійною і можемо пропрацювати кілька десятків років.

Також, є декілька недоліків.

- 1) Іноді виникає потреба ручного налаштування системи;
- 2) При механічному пошкодженні системи виникають серйозні проблеми.

За техніко-економічними показниками горизонтальна двотрубна система опалення є досить вигідною.

- за допомогою встановлених радіаторних термостатів в двотрубній системі досягається найбільший ефект енергозбереження (до 25% в порівнянні з нерегульованими системами);

- у кожному опалювальному приладі перепад температури води є постійним, при температурному перепаді 90-70 °С забезпечується високий температурний напір та тепловий потік від опалювальних приладів;
 - має незначні втрати тиску;
 - така система опалення має спрощену схему гідравлічного розрахунку та теплотехнічного розрахунку опалювальних приладів;
 - при проведенні ремонтних, експлуатаційних чи регламентних робіт можливе відключення приладових віток;
 - естетичний зовнішній вигляд при прокладанні приладових віток у заливних підлогах;
1. є можливість регулювання кількості тепла, що надходить до приміщення. Також, є можливість регулювання при відсутності використання приміщення за допомогою термостатичних клапанів. [Проектування системи водяного опалення / О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень-Київ-Сімферополь, 2010. – 201 с.]

4.2 Розрахунок системи опалення

Розрахунок системи опалення І зони

І зона системи опалення складається з 2 поверху по 9 поверх включно.

Розрахункові тепловтрати будинку : $Q_{оп1} = 150833$ Вт.

Річне споживання системою опалення будинку, розраховується за формулою:

$$W = \frac{3,6 \cdot Q_{оп1} \cdot 24 \cdot Z_{о.с.} \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c}{(t_{вн} - t_{зовн5})}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}, \quad (4.1)$$

де $Q_{оп1}$ – розрахункова теплова потужність, Вт;

$Z_{о.с.}$ – кількість днів опалювального сезону, $Z_{о.с.} = 176$ днів [2];

$t_{вн}$ – внутрішня розрахункова температура в приміщенні, $t_{вн} = 20^\circ\text{C}$ [4];

$t_{зовн5}$ – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки,

$t_{зовн5} = -22^\circ\text{C}$ [2];

a – у житлових приміщеннях теплову потужність систем опалення не зменшують, тому $a=1$ [6];

b – коефіцієнт, що враховується, коли використовується 75 % опалювальних приладів, $b=0,9$ [6];

Розраховуємо розрахункове річне споживання системою опалення будинку, за формулою 4.1:

$$W = 199366 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$$

Питоме річне теплоспоживання системою опалення, розраховується за формулою:

$$w = \frac{W}{A_{\text{з.п.}}}, \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \cdot \text{м}^2, \quad (4.2)$$

Отже, питоме річне теплоспоживання системою опалення становить:

$$w = \frac{200300}{6030} = 34,85 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \cdot \text{м}^2$$

Згідно з ДБН В.2.6 -31:2021 [2] (таб.8.1, 8.2) максимально допустиме значення питомих втрат тепла для опалення будинку в опалювальний період, яке залежить від призначення будівлі, її поверховості та кліматологічної зони становить $E_{\text{max}} = 55 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \cdot \text{м}^2$.

Отже, $w = 34,85 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \cdot \text{м}^2 < E_{\text{max}} = 55 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік} \cdot \text{м}^2$ – умова виконується.

Витрата теплоносія в системі опалення розраховується за формулою:

$$G_{\text{с.о}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{оп1}}}{(t_r - t_o)}, \text{ кг}/\text{год}, \quad (4.3)$$

Отже, витрата теплоносія за формулою 4.3 становить:

$$G_{\text{с.о}} = \frac{0,86 \cdot 150833}{(90 - 70)} = 5189 \text{ кг}/\text{год}$$

Розрахунок системи опалення II зони, першого поверху та сходової клітини виконується аналогічно до розрахунку системи опалення I зони.

Отримані значення занесені до таблиці 4.1.

обслуговування відключати деякі її окремі частини.

Правильно обрана та змонтована запірна або регулююча арматура є основою ефективного та безперебійного функціонування інженерних систем, для яких подається теплоносій.

До цієї арматури належать: засувки, кульові крани, вентильний кран, поворотно-дискові затвори, компенсатори та інші.

У комплект арматури до квартири входить: теплотічильник квартирний Metronic M4 JS15, кран кульовий, кран кульовий для встановлення термоперетворювача пору, кран кульовий (спускник), автоматичний балансувальний клапан. У даному випадку використовується балансувальний клапан STRÖMAX 4017 ML з вимірювальною діафрагмою і можливістю підключення імпульсної трубки та двома вимірювальними штуцерами для вимірювання перепадів тиску. Їх використання вирішує технічну проблему, пов'язану з коливанням тиску.

Регулювання внутрішньої температури в житлових і нежитлових приміщеннях здійснюється вмонтованими термостатичними вентилями, які встановлюються у кожному приборі, і автоматичними балансувальними клапанами на розподільчих колекторах. Термостати попередньо налагоджуються на відповідний розрахунку діапазон. На радіаторах в приміщеннях сходової клітини термостати встановлюються без голівок.

Видалення повітря із магістральних трубопроводів систем опалення передбачається за допомогою автоматичних повітропроводників Ø15 мм, що встановлюються в найвищих точках систем на повітрозбірниках. На радіаторах встановлюються крани Маєвського.

Злив води із систем передбачається в найнижчих точках, через спускні крани.

2. Регулювання теплової потужності по опаленню здійснюється регуляторами температури фірми «HERZ» з керуванням від щитів автоматизації. [ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 60 с.]

4.3 Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

1. Вибираємо металопластикові трубопроводи фірми Herz-Нака для прокладки в квартирах і сталеві водогазопровідні звичайні труби (ГОСТ 3262-75(89)) для вертикальних та горизонтальних стояків. Труби Herz виготовлені із високоякісного металопластику, який витримує високі температури, стійкі до корозії, відсутність відкладень, час експлуатації не менше ніж 50 років; швидкий монтаж. Труби, які проходять у приладових вітках прокладаємо в підлозі приміщень. Далі детальніше про них. [ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.]

4.4 Вибір джерела теплової енергії

Тепловий пункт розташовуємо у підвальному приміщенні. Він оснащується автоматичними пристроями фірми Herz, які реалізують погодне регулювання і підтримують задану температурним графіком температуру в обратному трубопроводі системи опалення.

4.5. Теплоізоляція

Трубопроводи ізолюємо теплоізоляцією із спученого поліетилену Thermaflex. Типи: теплоізоляцією Thermaflex FRZ (теплоізоляція для труб, розміщених у будівельних розчинах) і Thermoflex Ultra M (для захисту від ультрафіолетових променів), що перешкоджає замерзанню трубопроводів, перегріву приміщення, зайвих тепловтрат.

РОЗДІЛ 5

***СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ***

5.1 Основні поняття про систему вентиляції та кондиціонування повітря

Вентиляція та кондиціонування повітря – це два важливі аспекти для забезпечення комфортних умов в будь-якому приміщенні. Вони забезпечують оптимальну температуру та якість повітря в приміщенні.

Вентиляція – це процес обміну повітрям в приміщенні. Головна мета – забезпечення постійної подачі повітря.

Основними функціями системи вентиляції є: подача свіжого повітря до приміщення; видалення забрудненого повітря; регулювання температури в приміщенні; зменшення вологості в приміщенні; забезпечення оптимальних та комфортних умов.

Кондиціонування повітря використовують для створення комфортних температурних умов в приміщенні. Основною метою кондиціонування є підтримка однакової температури та вологості в приміщенні відповідно до вимоги користувача.

До основних функцій кондиціонування повітря належать: охолодження повітря в приміщенні; обігрів повітря в приміщенні (який дозволяє підтримувати оптимальну температуру в приміщенні взимку); фільтрація повітря (очищення повітря від забруднення та алергенів); створення комфортних умов для користувачів.

Відмінності між вентиляцією та кондиціонуванням повітря.

Головною метою вентиляції є підтримка якості повітря в приміщенні та видалення забруднених речовин з нього. А кондиціонування спрямоване на створення комфортних умов.

Можна зробити висновок, що вентиляція та кондиціонування відіграють важливу роль в забезпеченні комфорту та здоров'я в будь-якому приміщенні.

5.2 Вихідні дані для розрахунку системи вентиляції та кондиціонування повітря

Призначення та основні характеристики будівлі.

Завданням проекту задано торговий центр,
розташований в **м. Харків**.

Температура зовнішнього повітря приймається по табл. 2
ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [2]:

- для систем вентиляції та повітряного душування в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99;
- для систем кондиціонування та охолодження повітря в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95;
- для систем вентиляції та кондиціонування повітря в холодний період року – температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункову відносну вологість (табл.24, [2]) та швидкість вітру (табл.4, [2]) беруть у холодний період року для січня, а у теплий - для липня.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції та охолодження, наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Період	Температура, $t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	Ентальпія, $I_{\text{ext}}, \text{кДж/кг}$	Вологовміст, $d_{\text{ext}}, \text{г/кг}$	Відносна вологість, $\phi, \%$	Швидкість вітру, $V, \text{м/с}$
ТП	22,6	50,5	11,04	70	1,0
ХП	-8	-4,2	0,9	48	6,3

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Параметри внутрішнього повітря в приміщенні приймаємо згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4], і вносимо до таблиці 5.3.

Період року	Температура, $t_{\text{wz}}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість, $\phi, \%$	Швидкість повітря, $V_{\text{wz}},$ м/с	Допустима концентрація CO_2 в приміщенні $\Delta C \text{ ppm}$
ТП	26	40	0,4	500
ХП	18		0,4	

5.3 Розрахунок теплонадходжень в приміщення

Джерелами надходження тепла в приміщення є: люди, які знаходяться в приміщенні; сонячна радіація (через вікна та стелю); технологічне обладнання; освітлення.

Розрізняють два види теплоти: явна та прихована. Явна – це та теплота, яка надходить до приміщення шляхом конвекції та випромінювання. Повна

теплота – надходить у вигляді водяної пари при видиханні людиною повітря; при випаровуванні з поверхні тіла або інших зволжених поверхонь.

Надходження теплоти від людей

Обчислення явної теплоти, що надходить від людей виконується за формулою:

$$Q_h = \sum q_h \cdot n, \text{Вт}, \quad (5.1)$$

де q_h – питома виділення явної теплоти, яка надходить від однієї людини, і залежить від температури в приміщенні та важкості роботи, Вт/люд.;

Для теплого періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{TP} = 26^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питома виділення явної теплоти становить $q_h^{TP} = 64,2$ Вт/люд, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

Для холодного періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{TP} = 18^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питома виділення явної теплоти становить $q_h^{TP} = 117$ Вт/люд згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 21 осіб;

Підставивши значення у формулу (5.1), отримаємо такі значення:

Для теплого періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_h^{TP} = 64,2 \cdot 21 = 1348,2 \text{ Вт};$$

Для холодного періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_h^{XTP} = 117 \cdot 21 = 2457 \text{ Вт}$$

Обчислення повної кількості теплоти, що надходить від людей виконується за формулою:

$$Q_{hf} = \sum q_{hf} \cdot n, \text{Вт}, \quad (5.2)$$

де q_{hf} – питоме виділення повної теплоти, яка надходить від однієї людини, і залежить від температури в приміщенні та важкості роботи, Вт/люд.;

Для теплого періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{TP} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $q_h^{TP} = 198\text{ Вт/люд}$, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

Для холодного періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{TP} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $q_h^{TP} = 206\text{ Вт/люд}$ згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 20 осіб;

Підставивши значення у формулу (5.2), отримаємо такі значення:

Для теплого періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_{hf}^{TP} = 198 \cdot 21 = 4158\text{ Вт};$$

Для холодного періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_{hf}^{XTP} = 206 \cdot 21 = 4326\text{ Вт}.$$

Надходження тепла від освітлювальних приладів

За рахунок трансформації електричної енергії в теплову, відбувається надходження теплоти від освітлювальних приладів.

Надходження теплоти від освітлювальних приладів залежить від часу доби, умов експлуатації приміщення, а також наявності прорізів природнього освітлення – вікон.

В якості освітлювальних приладів обираємо люмінесцентні лампи.

Обчислення теплонадходжень виконується за формулою:

$$Q_{\text{осв.}} = A \cdot E \cdot q_{\text{ос.}} \cdot \eta_{\text{ос.}}, \text{ Вт}, \quad (5.4)$$

де A – площа підлоги, $A=288 \text{ м}^2$;

E - освітленість Лк, залежить від типу приміщення, приймається згідно з [9] і становить $E=200 \text{ Лк}$.

$q_{\text{ос.}}$ – питомі виділення теплоти, згідно з [9] на 1 Лк освітленості, $q_{\text{ос.}}=0,094 \text{ Вт/м}^2$;

$\eta_{\text{ос.}}$ – коефіцієнт світла, яке перетворюється в теплоту, згідно з [9] становить $\eta_{\text{ос.}} = 0,55$

Підставивши значення в формулу (5.4), отримуємо:

$$Q_{\text{осв.}} = 288 \cdot 200 \cdot 0,094 \cdot 0,55 = 2977,92 \text{ Вт}$$

Надходження теплоти від інших джерел.

Окрім вищезазначених джерел, також можливі надходження теплоти за рахунок сонячної радіації через заскленні світлові прорізи, масивні зовнішні огорожувальні конструкції та конструкції покриття.

Враховуючи, що в проектній ділянці місця для харчування та світлові прорізи в огорожувальних конструкціях відсутні, розрахунок надходжень теплоти не виконується.

Показники надходжень теплоти від сонячної радіації не враховуємо так як основний показник для розрахунку є теплонадходження від штучного освітлення.

5.4 Надходження шкідливостей в приміщення

Надходження вологи від людей

Водяна пара, що надходить в приміщення від людей, залежить від виконуваної роботи та температури в приміщенні, і обчислюється за формулою:

$$M_v = \sum(m_{vl} \cdot n), \text{ Вт/люд.}, \quad (5.5)$$

де m_{vl} – питомі надходження вологи від однієї людини, приймається згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4].

Для теплого періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{TP} = 26^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $m_{vl} = 194 \text{ Вт/люд.}$, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

Для холодного періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{TP} = 18^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $m_{vl} = 128 \text{ Вт/люд.}$ згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 21 осіб;

Підставивши у формулу (5.5), отримуємо надходження водяної пари від людей у теплий і холодний перод року.

$$M_v^{TP} = 194 \cdot 21 = 4074 \text{ Вт/люд.};$$

$$M_v^{XP} = 128 \cdot 21 = 2688 \text{ Вт/люд.}$$

^т *Надходження вуглекислого газу в приміщенні*

Під час активної діяльності людини в приміщенні склад повітря змінюється. Під час дихання людини виділяються газоподібні забруднювачі (сірководень, аміак, ацетон, вуглекислий газ та інші домішки) і це призводить до забруднення повітря.

Кількість вуглекислого газу, виділеного людиною, залежить від типу виконуваної роботи і обчислюється за формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n, \text{ г/год}, \quad (5.6)$$

де m_{CO_2} – це кількість вуглекислого газу, який виділяється однією людиною, г/год. Приймається згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4] і становить $m_{CO_2} = 75/\text{год}$. n – кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 21 осіб;

Підставивши значення в формулу (5.6), отримуємо:

$$M_{CO_2} = 75 \cdot 21 = 1575 \text{ г/год}$$

[Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування «Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель»

/ уклад.: Москвітін А.С., Шишина М.О. та Пефтьєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.]

5.5 Розрахунок повітрообмінів в приміщенні

Побудова і розрахунок процесів оброблення повітря на i-d діаграмі для системи вентиляції

Вихідні данні:

Повітрообміном називають кількість повітря, яка необхідна для підтримання розрахункових параметрів повітряного середовища.

Необхідний повітрообмін розраховується:

за надлишками явної теплоти;

за надлишками повної теплоти;

за надлишками вологи;

на розбавлення газових шкідливостей до ГДК;

за мінімальною витратою зовнішнього повітря (на видалення забруднень від людей та будівельних матеріалів);

за нормованою кратністю;

за нормованою питомою витратою повітря на одиницю обладнання.

Висота приміщення спортзалу прийнята - $H = 8,5$ м. Висота робочої зони для відвідуючих спортзалу - $h_{wz} = 2.0$ м. Площа приміщення - $S = 288$ м²

Об'єм приміщення - $V = 288 \cdot 8,5 = 2448$ м³

Розрахунковий барометричний тиск для міста Харків – $P_b = 970$ гПа Визначення градієнту температур по додатку Г.1 [3]

Кількість людей, $n = 21$ люд.;

Параметри зовнішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, t_{ext} , °C	Відносна вологість, ϕ_{ext} , %
Теплий	22,6	70
Холодний	-8	48

Параметри внутрішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, t_{wz} , °C	Відносна вологість, ϕ_{ext} , %	Рівень концентрації CO ₂ у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	26	40	500
Холодний	18		

Надходження інших шкідливостей в приміщення з розділу 5.4.

Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу M_{CO_2} , г/год
Теплий	4074	1575
Холодний	2688	

Теплий період року

Для того щоб отримати точку ext, на I-d діаграму наносяться параметри зовнішнього повітря

Обчислення температури повітря, яке видаляється з приміщення. Для цього використовуємо градієнт температури $\text{grad } t$, $^{\circ}\text{C}/\text{м}$.

$$t_l = t_{wz} + \text{grad } t \cdot (H - h_{wz}), ^{\circ}\text{C}, \quad (5.8)$$

де t_{wz} – температура повітря в робочій зоні, $t_{wz} = 26 ^{\circ}\text{C}$;

$\text{grad } t$ - зміна температури повітря по висоті приміщення,

$\text{grad } t = 2 ^{\circ}\text{C}/\text{м}$;

H – висота приміщення, $H = 8,5 \text{ м}$;

h_{wz} - висота робочої зони, приймаємо $h_{wz} = 0,5 \text{ м}$ (всі люди сидять протягом практично всього часу перебування).

Підставивши значення у формулу (5.8), отримаємо:

$$t_l = 26 + 0,5 \cdot (5-2) = 29,25 ^{\circ}\text{C}$$

Кутовий коефіцієнт кута променю процесу в приміщенні, визначається за надлишковою теплотою та надходженням вологи в теплий період року, $\text{кДж}/\text{г}$:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{\Delta M_{\text{вл}}}, \text{кДж}/\text{г}, \quad (5.9)$$

Підставивши у формулу 5.9 потрібні значення, отримуємо:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 4158}{4074} = 3,67 \text{ кДж}/\text{г}$$

Потім будується процес асиміляції надлишків теплоти та вологи у приміщенні.

Використовується графо-аналітичний метод.

Проводиться лінія кута променю процесу від початку координат на I-d діаграмі «0» до поділки вздовж периметра I-d діаграми, що відповідає отриманому значенню. Отримана лінія паралельно переноситься до точки ext. На перетині паралельно перенесеної лінії з ізотермами t_{wz} та t_l ставимо точки

повітря зони обслуговування wz та витяжного повітря l . Виписуються невідомі нам параметри повітря (I_{wz} , I_l , d_{wz} , d_l , φ_{wz} , φ_l). Отримані значення вносимо до таблиці 5.8.

Обчислення необхідних повітрообмінів

Розрахунок загальної мінімальної витрати зовнішнього повітря виконується за формулою:

$$L_{min} = 3,6 \cdot (n \cdot q_p + S \cdot q_b), \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.10)$$

де n – кількість людей в приміщенні, $n = 21$ люд.;

q_p – питома витрата повітря на одну людину, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4] $q_p = 4 \text{ дм}^3$;

S – площа приміщення, $S = 288 \text{ м}^2$;

q_b – питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4] $q_b = 0,4 \text{ дм}^3$.

Підставивши значення у формулу (5.10), отримуємо:

$$L_{min} = 3,6 \cdot (21 \cdot 4 + 288 \cdot 0,4) = 717,12 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість повітря в кг/год становить:

$$G = G_{min} = L_{min} \cdot \rho = 717,12 \cdot 1,173 = 841,18 \text{ кг/год}$$

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173 \text{ кг/м}^3$

Повітрообмін необхідний для розбавлення вуглекислого газу до ГДК, $\text{м}^3/\text{год.}$, вираховується за формулою:

$$L_{co_2} = \frac{M_{co_2}}{(q_l - q_{ext})}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.11)$$

M_{co_2} – виділення вуглекислого газу в приміщенні,

$$M_{co_2} = 1200 \text{ г/год} = 1575000 \text{ мг/год}$$

$q_{ext} = q_{in}$ – концентрація вуглекислого газу зовнішнього повітря, так як місто Харків є достатньо великим, то $q_{in} = 1,2 \text{ г/м}^3 = 1200 \text{ мг/м}^3$;

$q_{wz} = q_l$ – концентрація вуглекислого газу витяжного повітря

$$q_{wz} = q_l = 500 \text{ ppm} = 500 \cdot 1,83 = 915 \text{ мг/м}^3 = 730 + 915 = 1645 \text{ мг/м}^3$$

Підставивши потрібні значення в формулу 5.11, отримуємо:

$$L_{\text{co2}} = \frac{1575000}{915} = 1721,37 \text{ м}^3/\text{год}$$

Повітрообмін за надлишками вологи, розраховується за формулою:

$$L_w = \frac{W_{mn}}{\rho \cdot (d_{l\ mn} - d_{ext\ mn})} = \frac{4074}{1,2 \cdot (17,82 - 12,2)} = 604,09 \approx 605 \text{ м}^3/\text{год}$$

де: W_{mn} – надлишки вологи в теплий період, $W_{mn} = 4074 \text{ г/год}$ (5.12)

$d_{l\ mn}$ – вологовміст повітря, що видаляється, $d_{l\ mn} = 17,82 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$

$d_{ext\ mn}$ – вологовміст зовнішнього повітря, $d_{ext\ mn} = 12,2 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$

Повітрообмін за надлишками повної теплоти, розраховується за формулою:

$$L_{hf} = L_{wz} + \frac{3,6 \cdot Q_{hfmn}}{\rho \cdot (I_l - I_{ext})}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.13)$$

де L_{wz} – витрата повітря, яке видаляється системами місцевих відсмоктувачів в зоні обслуговування або в робочій зоні приміщення, або на якісь технологічні потреби, у даному випадку приймаємо $L_{wz} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$;

$Q_{hf\ \text{тп}}$ – надлишки повної теплоти, $Q_{hf\ \text{тп}} = 4158 \text{ Вт}$

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173 \text{ кг/м}^3$

I_{wz} – ентальпія повітря зони обслуговування, $I_{wz} = 58 \text{ кДж/кг}$, визначено з I-d діаграми (додаток В);

I_{ext} – ентальпія зовнішнього повітря, $I_{ext} = 53,5 \text{ кДж/кг}$, визначено з I-d діаграми (додаток В);

I_l – ентальпія повітря, що видаляється, $I_l = 74 \text{ кДж/кг}$ визначено з I-d діаграми (додаток В);

Підставляємо знайдені значення у формулу (5.13):

$$L_{hf} = \frac{3,6 \cdot 4158}{1,2 \cdot (74 - 53,5)} = 608,49 \approx 610 \text{ м}^3/\text{год}$$

Виконуємо обов'язкову перевірку. Для цього розраховується нев'язка:

$$H = 100\% \cdot \frac{\max(L_{hf}, L_W) - \min(L_{hf}, L_W)}{\max(L_{hf}, L_W)}, \quad (5.14)$$

Підставивши у формулу (5.14), отримуємо нев'язку:

$$H = 100 \cdot \frac{608.49 - 604.09}{608.49} = 0.72\% \leq 5\% - \text{умова виконується.}$$

Обираємо розрахунковий повітрообмін з усіх вище розрахованих:

$$L_{\max} = \max(L_{\min}, L_{CO_2}, L_{hf}, L_M) = L_{hf} = 1752 \text{ м}^3/\text{год}$$

Холодний період року

Загальна кількість вентиляційного повітря в холодний період приймається згідно з розрахунку для теплого періоду року.

$$L = \max(L_{\min}, L_{CO_2}, L_{hf}, L_W) = 1750 \text{ м}^3/\text{год}$$

А розрахункова витрата зовнішнього повітря обирається найбільша з розрахованих $L_{\min}$, L_{CO_2} :

$$\text{У цьому випадку } L_{\text{ext}} = L_{CO_2} = 1750 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість рециркуляційного повітря, визначається за формулою:

$$L_p = L - L_{\text{ext}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.15)$$

Підставляємо вище отримані значення у формулу (5.15) і отримуємо:

$$L_p = 1750 - 1750 = 0 \text{ м}^3/\text{год}$$

Наносимо на I-d діаграму точку зовнішнього повітря t_{ext} . Вологовміст повітря, що видаляється, розраховується за формулою:

$$d_l = d_{ext} + \frac{M_{\text{волхп}}}{\rho \cdot L_{ext}}, \text{ г/кг}, \quad (5.16)$$

де $M_{\text{волхп}}$ – надходження вологи в приміщення, $M_{\text{волхп}} = 2688$ г/год;

L_{ext} – розрахункова витрату зовнішнього повітря, $L_{ext} = 1750$ м³/год.;

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,2$ кг/м³;

d_{ext} – вологовміст зовнішнього повітря, $d_{ext} = 0,95$ г/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

Підставивши значення у формулу (5.16), отримуємо:

$$d_l = 0,95 + \frac{2688}{1,20 \cdot 1750} = 2,23 \text{ г/кг}$$

Обчислення температури повітря, яке видаляється з приміщення, виконується за формулою (5.8). Для цього використовуємо градієнт температури $\text{grad } t$, °С/м.

$$t_l = 18 + 0 \cdot (8,5 - 2) = 18^\circ\text{C}$$

Точка 1, знаходиться на перетині лінії вологовмісту та температури повітря, яке видаляється d_l і t_l .

Кутовий коефіцієнт кута променя процесу, визначається за надлишковою температурою та надлишками вологи в холодний період року:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf\text{хп}}}{M_{\text{хп}}}, \text{ кДж/г}, \quad (5.17)$$

де $\Delta Q_{hf\text{хп}}$ – повні надлишки теплоти в приміщенні, $\Delta Q_{hf\text{хп}} = 4326$ Вт;

$M_{\text{хп}}$ – надходження вологи в приміщення, $M_{\text{хп}} = 2688$ г/год;

Підставивши значення, отримуємо:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 4326}{2688} = 5,8 \text{ кДж/г}$$

Вологовміст суміші розраховується за формулою:

$$d_c = \frac{L_{ext} \cdot d_{ext} + L_p \cdot d_l}{L}, \text{ г/кг}, \quad (5.18)$$

де L_{ext} – розрахункова витрату зовнішнього повітря, $L_{ext} = 1311$ м³/год;

d_{ext} – вологовміст зовнішнього повітря, $d_{ext} = 0,65$ г/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

L_p – кількість рециркуляційного повітря, $L_p = 1136$ м³/год.

d_l – вологовміст повітря, що видаляється, $d_l = 1,85$ г/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

L – загальна кількість вентиляційного повітря, $L = 2447$ м³/год.

Підставивши значення у формулу (5.18), отримуємо:

$$d_c = \frac{1311 \cdot 0,65 + 1136 \cdot 1,85}{2447} = 0,9 \text{ г/кг}$$

На перетині лінії вологовмісту d_c з лінією ext-l знаходимо точку суміші С з параметрами суміші t_c ; d_c ; I_c ; ϕ_c .

Параметри повітря у вентиляційному процесі наведені у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8

Період	Точка	Опис	Параметри повітря			
			t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	ϕ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	22,6	50,5	11,04	70
	wz	повітря робочої зони	26	58	12,2	61
	l	витяжне повітря	29,25	74	17,82	59
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-8	-4,2	0,9	48
	C	суміш	-3	-5	0	40
	in	припливне повітря	21,5	256	1,2	8,5
	wz	робоча зона	18	25,9		8,5
	l	витяжне повітря	18	29	1,68	9

I-d діаграма з процесами оброблення повітря для системи вентиляції наведена в додатку В.

Побудова і розрахунок процесів оброблення повітря на i-d діаграмі для системи вентиляції та охолодження

Вихідні дані:

Висота приміщення, $H=5$ м;

Площа приміщення, $S = 26,9$ м²;

Кількість людей, $n = 20$ люд.;

Параметри зовнішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, t_{ext} , °C	Відносна вологість, ϕ_{ext} , %
Теплий	22.6	70
Холодний	-8	48

Параметри внутрішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, t_{wz} , °C	Відносна вологість, ϕ_{ext} , %	Рівень концентрації CO ₂ у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	26	40	500
Холодний	18		

Надлишкова теплота в приміщенні з розділу 5.5

Період року	Параметри	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м ³
Теплий	Явна теплота	1348.2	39,09 (1,5)
	Повна теплота	4158	
Холодний	Явна теплота	2457	24,25 (1)
	Повна теплота	4326	

Надходження інших шкідливостей в приміщення з розділу 5.4.

Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу M_{CO_2} , г/год
Теплий	4074	1575
Холодний	26688	

Теплий період року

Загальна мінімальна витрата зовнішнього повітря L_{min} м³/год є такою самою як і в розрахунку для системи вентиляції, і становить: $L_{min} = 1680$ м³/год.

Необхідний повітрообмін для розбавлення вуглекислого газу до ГДК, м³/год., також лишається таким самим як і в розрахунку для систем вентиляції, і дорівнює: $L_{CO_2} = 1721,31$ м³/год.

Параметри зовнішнього повітря визначаються за допомогою I-d діаграми. На перетині значень відповідних параметрів для зовнішнього повітря ставлять точку ext.

Температура повітря, яке видаляється з приміщення є такою самою як і в розрахунку системи вентиляції, і дорівнює: $t_l = 29,25$ °C.

Обчислення температури повітря, яке подається в приміщення після пластинчастого рекуператора, виконується за формулою:

$$t_{in} = t_{ext} + \varepsilon \cdot (t_l - t_{ext}), \text{ °C}, \quad (5.19)$$

де t_{ext} - температура зовнішнього повітря, $t_{ext} = 22,6$ °C;

ε – коефіцієнт ефективності пластинчастого теплообмінника, $\varepsilon = 0,65$;

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення, $t_l = 29,25$ °C.

Підставивши значення у формулу (5.19), отримуємо:

$$t_{in} = 22,6 + 0,65 \cdot (29,25 - 22,6) = 22,6 \text{ °C}$$

5.6 Розрахунок балансу повітря в будівлі

Значення повітрообміну в кожному приміщенні зводимо до табл. 7 окремо на приплив та на видалення. Різниця між ними – дисбаланс (приплив, витяжки) подається, або видаляється в допоміжні приміщення. Кратності повітрообміну взято з додатку Д[3].

Проектом передбачено влаштування припливу та видалення повітря в приміщення де перебувають люди. Також, видалення повітря передбачено з серверних, технічних приміщень, санітарних вузлів.

Враховуючи що обсяги повітрообміну на поверсі будівлі досить великі, забезпечення вентиляцією приміщень передбачено трьома припливно-витяжними системами ПВ1, ПВ2 та ПВ3, одною окремою припливною та витяжною системою з обідньої зали та кухні. Із санітарних вузлів та душових кабін передбачено окрему витяжну систему В1, В2, В3, В4, В5 з припливом повітря через решітки встановлені у входних дверях або стінах коридорів.

Забезпечення витяжним

Повітророзподільники прийняті фірми TROX для розрахункового приміщення. Для інших приміщень підібрано на сайті Григоренко.

5.7 Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції

Розрахунок виконуємо по методу Колбрука -Уайта (див. таблицю 9.1).

Детальну графічну частину виконуємо по розрахунковому приміщенню та системі ПВ1

Розрахунки зводимо в табличну форму в наступній послідовності:

Згідно попередніх розрахунків та виконання креслень визначаємо розрахункові ділянки, габарити повітропроводів, їх швидкість та витрату. При цьому швидкість в магістральному повітропроводі має збільшуватися в сторону від повітророзподільвача до вентиляційного обладнання (стовпчики 1-8);

Діаметр або еквівалентний діаметр визначаємо за формулою (стовпчик 6)

$$d_e = 4 f / \Pi = 2 \cdot a \cdot b / (a + b), \text{ м,}$$

де f – площа перерізу повітропроводу, м^2 ; Π – периметр перерізу, м.

Питомі втрати тиску R та динамічний тиск R_d визначаємо за таблицями додатку А методики

[5] по фактичній швидкості еквівалентному діаметру (стовпчик 9,10);

Визначаємо коефіцієнти, що враховують поправку на температуру. У випадку близьких показників до 20°C , коефіцієнти дорівнюють 1 (стовпчики 11, 12);

Сумарні коефіцієнти місцевих опорів визначаємо за методикою [5] додатку Б (стовпчики 13, 14). За наявності регулювального пристрою (шибер, дросель-клапан), на даному етапі його вважають повністю відкритим і враховують відповідний коефіцієнт місцевого опору ζ_0 ;

Розраховуємо втрати тиску за довжиною $P = R \cdot l \cdot k_1$ (стовпчик 15);

Розраховуємо втрати тиску на місцеві опори $P = Z \cdot k_2$, де $Z = \sum \zeta \cdot R_d$ (стовпчик 16);

Визначаємо загальні витрати тиску, які є сумою втрати тиску за довжиною і на місцеві опори (стовпчик 17);

Обчислюємо втрати тиску за магістраллю $\Delta P_{\text{мг}}$ (стовпчик 18);

$$\Delta P_{\text{мг},i} = \begin{cases} \Delta P_i, & i=1; \\ \Delta P_i + \sum \Delta P_{\text{мг},i-1}, & i>1. \end{cases}$$

Заносимо до стовпця 19 таблиці аеродинамічного розрахунку втрати тиску у відгалуженнях ΔP_v ;

Визначаємо абсолютні нев'язки втрат тисків. Абсолютну нев'язку визначають як різницю між втратами тиску на магістралі до точки приєднання відгалуження та втратами тиску у відгалуженні $\Delta P_i = \Delta P_{\text{мг},i} - \Delta P_{v,i}$ (стовпчик 20). Якщо нев'язка від'ємна, то збільшують діаметр відгалуження і перераховують відповідний рядок;

Визначаємо відносні нев'язки втрат тисків у відсотках $\varepsilon = \Delta P_i / \Delta P_{\text{мг},i} \cdot 100\%$ (стовпчик 21);

На відгалуженнях, де відносна нев'язка перевищує 10 %, визначаємо потрібний додатковий коефіцієнт місцевого опору регулювального пристрою (дросель-клапана або шибер) з урахуванням його значення $\zeta_{0,s}$ при повному відкритті (для діафрагм $\zeta_{0,s} = 0$):

$$\zeta_0 = \frac{\Delta p_i}{P_d} + \zeta_{0,s}.$$

Вибираємо положення (налаштування) регулювального пристрою дросель-клапана, шибер або отвору діафрагми за дод. Б [5] (стовпчик 23).

5.8 Підбір повітророзподільників

Повітророзподільні пристрої є важливою частиною систем вентиляції. Вони необхідні для організації коректної роботи обладнання, яке забезпечує повітрообмін в приміщенні. Повітророзподільники формують потоки повітряних мас і виконують функції забору і роздачі повітря всередині приміщення.

Для цієї системи вентиляції, враховуючи всі конструктивні особливості та розрахунки, обираю дифузор виробника TROX, типу PDK-12.

Це стельовий повітророзподільник квадратного типу, призначений для подачі та видалення повітря в системах вентиляції та кондиціонування будівель громадського, адміністративного та промислового призначення.

Зовнішній вигляд та схематичне зображення дифузора DD-F, зображено на Рис.5.1, а габаритні розміри – Рис.5.2.

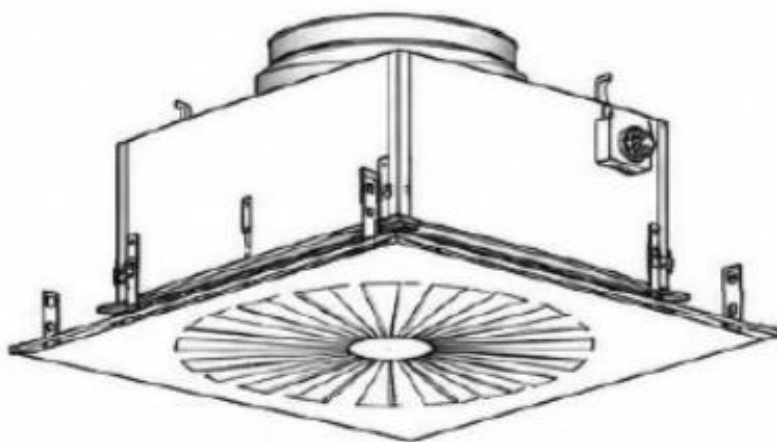
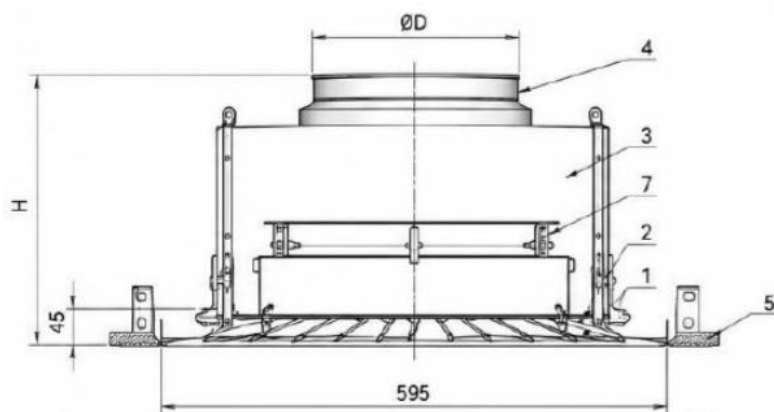


Рис. 5.1 Зовнішній вигляд та схематичне зображення дифузора DD-F



ТИПОВІ РОЗМІРИ (мм)

Типорозмір	ØD	H	Вага (кг)
300	158	250	3,5
400	198	295	4,3
500	248	345	5,3
600	313	410	6,8

Рис. 5.2 Габаритні розміри дифузора DD-F

5.9 Підбір вентиляційного обладнання

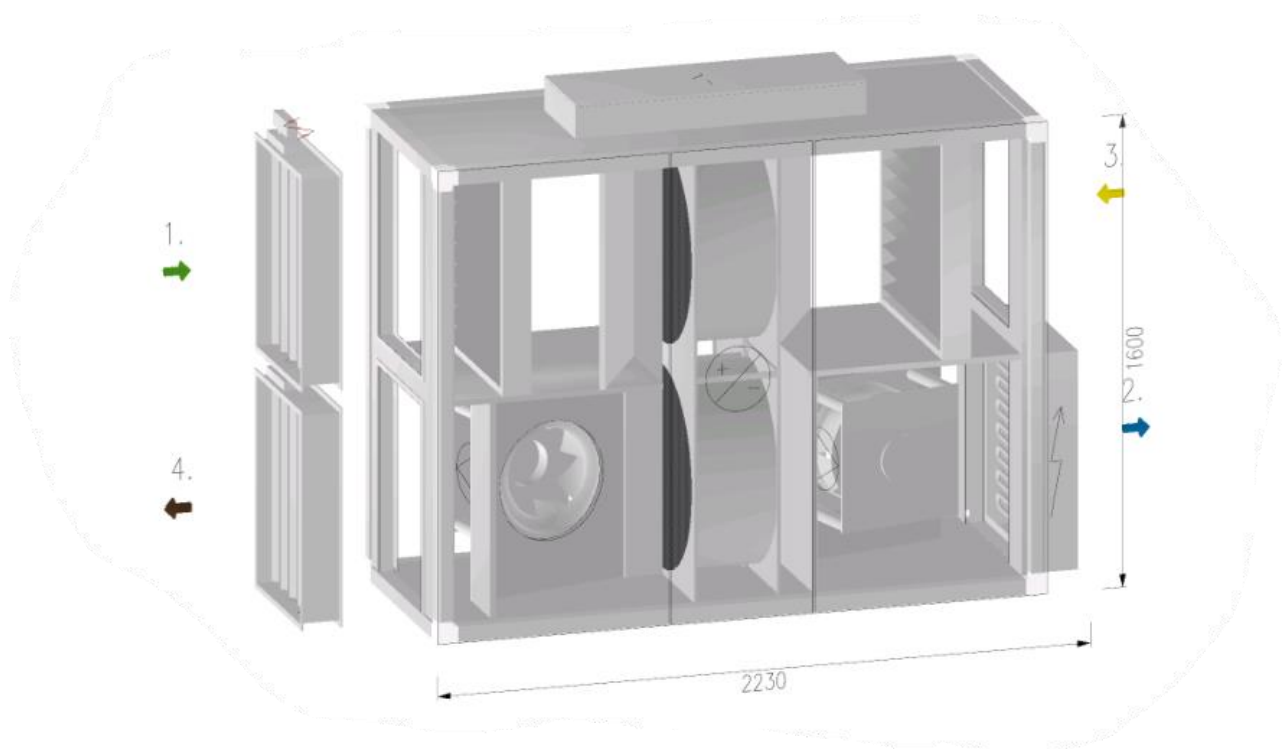
Обладнання системи вентиляції

З урахуванням вище наведених розрахунків. Обираємо три припливно-витяжні установки **Topvex FR50 EL-R**, виробника Systemair.

Systemair Torvex FR50 EL-R це компактна припливно-витяжна вентиляційна установка з роторним рекуператором тепла, призначення енергоефективної вентиляції адміністративних, громадських та житлових будівель. Установка входить до серії Torvex FR, яка спеціально розроблена для монтажу в обмеженому просторі, зокрема за підвісними стелями або в технічних приміщеннях.

Модель FR50 EL-R оснащена електричним нагрівачем (EL-Electric Heater) та правостороннім підключенням припливного повітря (R-Right). Основною перевагою установки є поєднання високого коефіцієнта рекуперації тепла, низького енергоспоживання та сучасної системи автоматичного керування.

Torvex FR50 EL-R



1.Зовнішнє

2.Припливне

3.Витяжне

4.Викидне

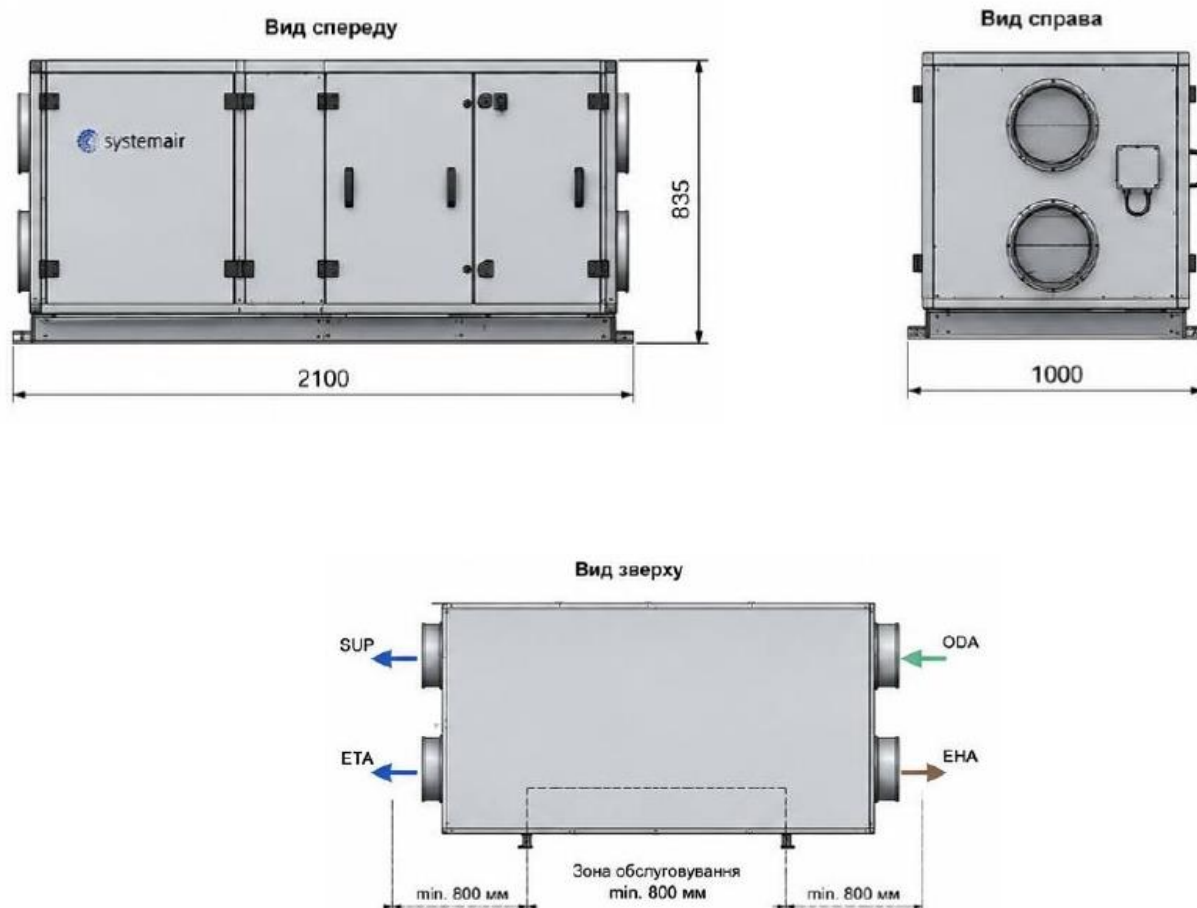
Рис. 5.3 Зовнішній вигляд припливно-витяжної установки Systemair Torvex FP-50 EL-R



Установка складається з таких частин:

1. Корпус установки;
2. Патрубок припливного повітря (SUP);
3. Патрубок витяжного повітря (ETA);
4. Сервісна панель ;
5. Патрубок зовнішнього повітря (ODA);
6. Патрубок видалення повітря (ЕНА);
7. Електрична коробка підключення ;
8. Монтажні рейки;

Рис. 5.5 Габаритні розміри припливно-витяжної установки



Висновок: Torvex FR50 EL-R є сучасною високоефективною припливно-витяжною установкою, яка поєднує функції вентиляції рекуперації тепла та автоматичного керування мікрокліматом приміщення. Завдяки використанню роторного рекуператора, ЕС-вентиляторів та інтелектуальної автоматики установка забезпечує значну економію енергії та високий рівень комфорту.

Система може ефективно застосовуватись у сучасних енергоефективних будівлях, де особливу увагу приділяють якості повітря та мінімізації експлуатаційних витрат.

Витяжне обладнання для санвузлів

Витяжний вентилятор Ruck RS 200L 10- це каналний радіальний вентилятор, який застосовується у системах приплов-витяжної вентиляції, зокрема для видалення забрудненого повітря з санітарних вузлів, ванних кімнат, душових та інших невеликих приміщень.

Обладнання належить до серії RS німецького виробника Ruck Ventilatoren GmbH, який спеціалізується на енергоефективних вентиляційних рішеннях для побутових і комерційних об'єктів.

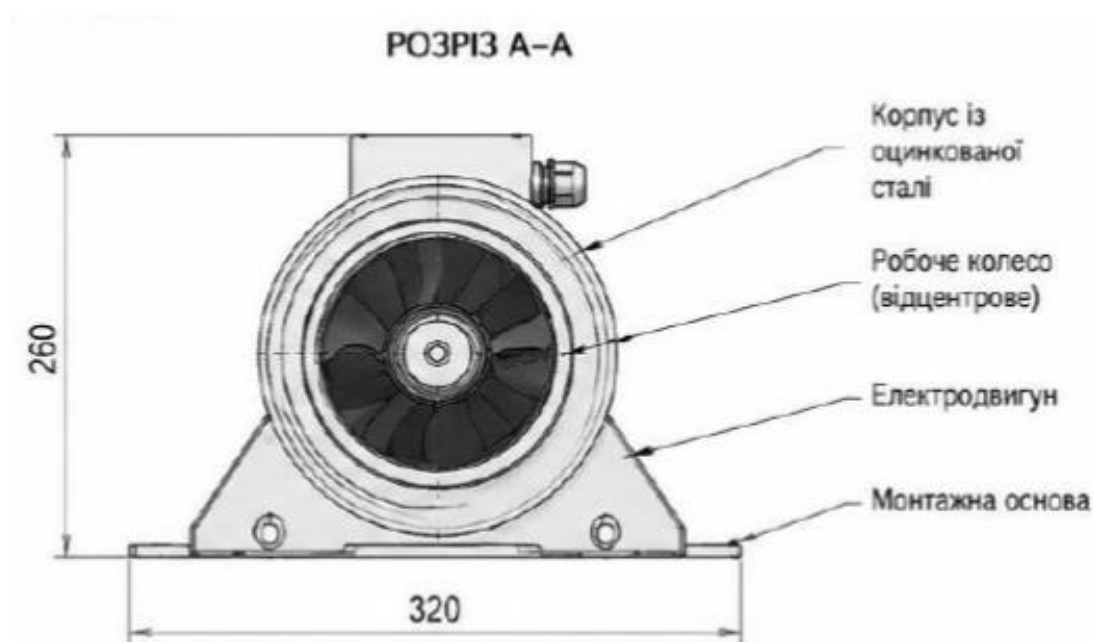


Рис 5.6 Схематичне зображення дахового вентилятора Ruck RS 200L 10

Висновок: Вентилятор Ruck RS 200L 10 є ефектним рішенням для організації витяжної вентиляції у санвузлах житлових і громадських будівель. Його технічні характеристики дозволяють забезпечити стабільний повітрообмін навіть у складних вентиляційних системах, що робить його доцільним вибором для сучасних інженерних проєктів.

РОЗДІЛ 6
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Студент/ Дорошук.К.Ю /

Консультант / _____ /

6.1 Технології монтажу систем вентиляції

6.1.1 Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем.

До початку робіт з монтажу повітропроводів та обладнання вивчають робочі і монтажні креслення вентиляційної системи. Потім перевіряється готовність об'єкта до початку монтажу.

Перед початком монтажу повинні бути виконані такі роботи:

- монтаж міжповерхових перекриттів, стін, перегородок;
- монтаж фундаментів, основ або майданчиків для встановлення вентиляційного обладнання;
- будівельні конструкції вентиляційних камер припливних систем;
- у місцях встановлення припливних вентиляційних камер, фільтрів повинні бути виконані гідроізоляційні роботи;
- підготовка в місцях встановлення вентиляторів на пружинних віброізоляторах, а також плаваючі основи для встановлення вентиляційного обладнання;
- для встановлення дахових вентиляторів, повинен бути виконаний монтаж опор;
- повинні бути підготовані отвори в стінах, перегородках, перекриттях;
- стіни, ніші, та перегородки повинні бути заштукатурені та заґрунтовані під облицювання;
- повинні бути підготовані монтажні отвори в стінах та перекриттях для подачі великогабаритного обладнання та повітропроводів;
- узгодженні заготівельні деталі в будівельних конструкціях для кріплення обладнання та повітропроводів згідно з робочою документацією;
- повинні бути заскленні вікна та ліхтарі;
- повинні бути забезпечені освітлені місця для виконання робіт;
- передбачена можливість підключення до електромереж електрифікованого інструменту і електрозварювальних приладів;
- місця для виконання робіт повинні бути очищені від будівельного сміття;

- відмітки чистої підлоги $+0,5$ м мають бути нанесені незвиваємою фарбою на стінах та колонах.

Готовність об'єкта до монтажних робіт фіксується актом приймання приміщення або захватки під монтаж.

Під час періоду підготовки до монтажу виконуються такі роботи:

1. На об'єкт доставляються необхідні інструменти, пристосування, механізми. Також, відбувається перевірка їхньої справності та стану;
2. Перевіряється якість отриманих деталей, повітропроводів, відбувається комплектація по системах.
3. Обладнують зварювальні пости, пости для підключення до електромережі механізмів і електрифікованого інструмента, ділянки для складування в місцях виконання робіт згідно з проекту виконання робіт ПВР.

6.1.2 Вимоги до виконання монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання

Монтаж повітропроводів

Монтаж повітропроводів відбувається переважно після закінчення основних будівельних робіт на об'єкті або захватці. Повітропроводи монтуються паралельно із встановленням вентиляційного обладнання.

Спосіб монтажу повітропроводів слід обирати в залежності від їх положення (горизонтальне, вертикальне); розміщення відносно конструкцій (біля стіни, колони, в шахті, на даху); і згідно з типом будівлі (одно- або багатоповерхове, промислове, адміністративне і т.д.).

Монтаж повітропроводів незалежно від їх конфігурації і місця розташування починають з розмітки і вибору місця прокладання, щоб виявити найбільш зручні шляхи транспортування і підйому повітропроводів в недосягаємі засоби кріплення. Потім встановлюються на проєктних відмітках вантажопідйомні засоби, доставляють в робочу зону монтажу деталі повітропроводів.

Потім з окремих деталей збирають укрупнені блоки в залежності від комплектувальної відомості з установкою хомутів для зведення повітропроводів. Перед початком монтажних робіт повітропроводи ділять на укрупнені вузли залежно від способу монтажу, маси деталей, вантажопідймальності механізмів і місцевих умов. Потім встановлюють послідовність монтажу цих вузлів. Розмічають місця встановлення кріплень і перевіряється наявність закладних деталей, що передбачені проектом.

Система повітропроводів – це збірна конструкція, яка складається з різних деталей: прямих ділянок, фасонних частин та обладнання. Для того щоб отримати єдину систему з окремих елементів, необхідні додаткові пристрої для їх поєднання.

Серед найбільш поширених способів з'єднання повітропроводів можна виділити:

- фланцеве з'єднання,
- рейкове з'єднання;
- зварне з'єднання;
- ніпельне з'єднання (за допомогою ніпеля, муфти).

Фланцеве з'єднання є найрозповсюдженішим. Фланець встановлюється на повітропроводі за допомогою зварювання, один з одним фланці з'єднуються за допомогою кріплення. Болти туго затягуються, а гайки розташовані однаково (всі з одного боку фланця). Є декілька способів кріплення фланців до повітропроводу: це може бути зварювання з відбортовкою, точкове зварювання або використання заклепок. Між сталевими фланцями розміщують ущільнюючі матеріали.

У рейковому з'єднанні використовується монтажна шина – це оцинкований профіль спеціальної форми, що нагадує букву L. Шинорейка спільно з спеціальним куточком використовується для з'єднання прямокутних повітропроводів і відповідних фасонних частин і приєднується до повітропроводу саморізами.

Шина надає додаткову жорсткість і забезпечує щільне з'єднання деталей системи вентиляції.

Ніпельні з'єднання дозволяє виробляти монтаж круглих повітропроводів максимально швидко. Є два варіанти ніпельного з'єднання: на ніпелі (це внутрішній ніпель, його діаметр трохи менший за діаметр повітропроводу, вставляється в середину повітропроводу або деталі вентиляційної системи;

на муфті (це зовнішній ніпель його діаметр трохи більший за діаметр повітропроводу, розташовується поверх повітропроводу, приєднувального патрубка фасонного елемента).Стики ніпеля і повітропроводу покривають стрічкою-герметиком, як правило, алюмінієвою.

Для кріплення горизонтальних повітропроводів хомути, опори, підвіски кріпляться з кроком не більше 4 м. Такий крок є актуальним, якщо діаметр круглого повітропроводу або найбільша сторона прямокутного перерізу не перевищує 400 мм. Відстань кроку зменшується до 3 м, якщо зазначені розміри каналу перевищують 400 мм.

Вертикальне кріплення повітропроводів до стін здійснюється через проміжок не більше ніж 4 м.

До стелі повітропровід кріпиться, якщо немає можливості кріпити до стіни. Для підвішування використовуються підвіски, шпильки і кронштейни.

Прилади регулювання до яких входять: клапани, заслінки, дросель-клапани та інші приєднуються до повітропроводів на фланцях на відстані чотирьох діаметрів повітропроводу до найближчої фасонної частини. Управління приладами регулювання повинно бути виведено на висоту 1,2...1,5 м від рівня підлоги. Вони повинні легко відкриватися і закриватися. Ззовні на них встановлюють засоби для фіксації, а на повітропроводах – позначки положення регулюючих приладів.

Жалюзійні решітки встановлюють в повітрозбірні і повітророзподільні отвори, які спеціально залишені в будівельних конструкціях.

Монтаж вентиляційного обладнання

Монтаж вентиляційного обладнання проводять в залежності з типовими технологічними картами і у наступній послідовності:

- Перевіряють комплектацію поставки;
- Виконують передмонтажну ревізію;
- Доставляють до місця монтажу;
- Піднімають і встановлюють на фундамент майданчика чи кронштейни;
- Перевіряють правильність установки;
- Виправляють і закріплюють в проектне положення;
- Перевіряють роботу здатність;

Монтаж припливно-витяжних установок. Такі установки монтуються зазвичай на підлозі або закріплюються за допомогою кронштейнів та стелі або стіні.

Зазвичай припливно-витяжна установка приходить вже в зібраному вигляді. Секції і збірні елементи припливних-витяжних установок надходять в упакованому вигляді. Перед монтажем всі збірні одиниці розпаковують і оглядають з перевіркою плавності відкриття і закриття заслінок.

Для встановлення припливно-витяжної установки необхідно зробити в зовнішній стіні будівлі отвір необхідного розміру. Після цього установка вішається на стіну або монтується всередині отвору. З зовнішньої сторони встановлюють плоску решітку або припливний чи витяжний ковпак. Установку потрібно встановити так щоб, буд доступ до всіх її частин при необхідності ремонту та обслуговування

Радіальні вентилятори кріплять на бетонний фундамент за допомогою анкерних болтів, а при встановленні на жорстку основу вентилятор повинен щільно прилягати до звукоізоляційним прокладкам з листової резини. Якщо радіальні радіатори встановлюють на пружинних віброізоляторах, то останні кріплять на болти до рами вентилятора.

Осьові вентилятори монтують на фундаментах, металічних опорах-кронштейнах, в стінних отворах і повітропроводах.

Радіальні і осьові дахові вентилятори встановлюються на покрівлях промислових будівлях на залізобетонні і металеві основи, забезпечені анкерними болтами.

Після завершення монтажу вентилятори підключають до електромережі і перевіряють правильність їх встановлення під навантаженням, в тому числі на міцність кріплення вентилятора і електродвигуна до опор і на правильність балансування колеса вентилятора.

6.1.3 Монтажне креслення системи вентиляції

Монтажне креслення – це креслення, яке являє собою спрощене зображення системи, а також дані, які є необхідними для монтажу.

Монтажні креслення систем вентиляції розробляють на основі натурних замірів.

Монтажне креслення складається з: монтажною схемою та комплектувальною відомістю на деталі та фасонні елементи сим

Монтажна аксонометрична схема зображується у вигляді ескізу однією лінією без масштабу. Але повинні зберігатися пропорції величин окремих елементів, які зображуються відповідно до умовних позначень.

На монтажних схемах позначають: діаметри повітропроводів; деталі (муфти, повороти, дросель-клапани, гнучкі вставки, повітророзподільники, трійники та інші наявні елементи); відмітки; будівельні довжини; прилади чи обладнання; висотні відмітки.

Відомість про встановлену припливно-витяжну установку та дифузори

Припливно-витяжна установка фірми Systemair Topvex FR50 EL-R

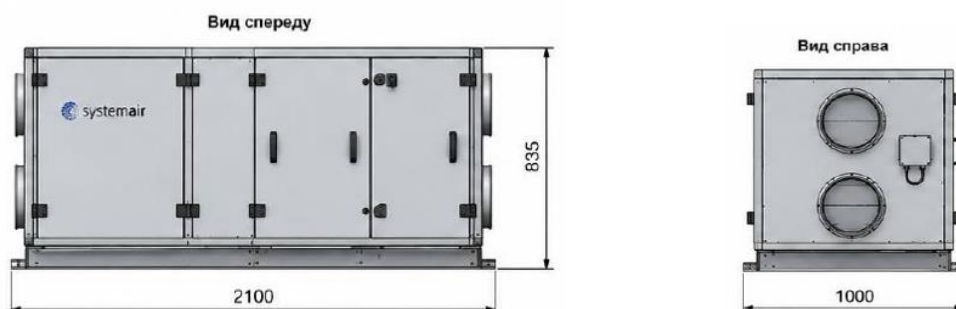


Рис.6.1 Структурна схема припливно-витяжної установки Systemair Topvex FR50 EL-R

Установка складається з таких елементів:

1. Корпус установки;
2. Патрубок припливного повітря (SUP);
3. Патрубок витяжного повітря (ETA);
4. Сервісна панель ;
5. Патрубок зовнішнього повітря (ODA);
6. Патрубок видалення повітря (ЕНА);
7. Електрична коробка підключення ;
8. Монтажні рейки;

Рис. 6.2 Габаритні розміри припливно-витяжної установки Systemair Topvex FR50 EL-R



Дифузор типу PDK-12 фірми Trox.

Який підходить для подачі припливного повітря або видалення витяжного повітря через стелю. Вони доступні з круглими або квадратними зовнішніми рамками. Повітророзподільник має дві конструкції, плоску (тип F) та конічну (тип К). У даному випадку обрано конструкції типу F.

Повітророзподільник, виконаний з сталі і покритий порошковим покриттям. Кріпиться за допомогою центрального гвинта. Також, є можливість регулювання знизу за допомогою прихованого важеля.

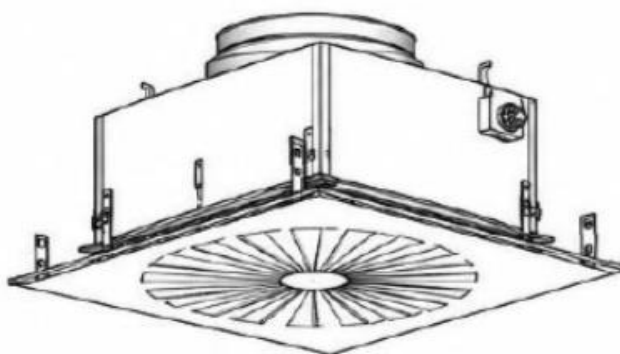


Рис. 6.3 Зовнішній вигляд дифузора PDK-12

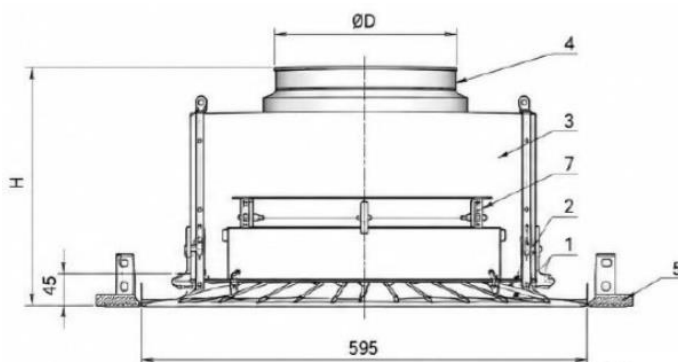


Рис. 6.4 Схема дифузора PDK-12

ТИПОВІ РОЗМІРИ (мм)

Типорозмір	ØD	H	Вага (кг)
300	158	250	3,5
400	198	295	4,3
500	248	345	5,3
600	313	410	6,8

Рис. 6.5 Розмірні характеристики дифузора PDK-12

Комплектувальна відомість – це документ, що містить дані про деталі (діаметр, довжину, товщину, площу), їх кількість та матеріали.

Комплектувальна відомість на деталі та фасонні елементи та виосистеми П1 та В1, наведена в таблиці 6.1.1 Таблиця 6.1

Таблиця 6.1

2.2.2 Комплектувальна відомість на вузли та деталі приладової вітки

№ за схемою	Найменування вузла, деталі	Ескіз деталі	К-ть	Діаметр деталі, d_y , мм	Довжина		Матеріал	Примітки
					l_n , м	$l_{огл}$, м		
1	2	3	4	5	7	6	8	9
В1	Вузол поверхового розподільника	-	1	-	-	-	-	-
В2	Трубний радіаторний вузол, праве підкл.	-	2	-	-	-	-	-
1	Кутник під кутан 90°		16	16*2	-	-	-	Herz T 711600
1.1	Кутник під кутан 45°		4	16*2	-	-	-	IBP/Banninger 5010
2	Привіднувальний вузол без змішування потоків		4	16*2	-	-	-	
3	Труба металопластикові		2	16*2	0,7	1,4	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
4			2		4,7	9,4	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
5			2		0,4	0,8	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
6			2		4,0	8,0	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
7			2		5,6	11,2	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
8			2		12,1	26,2	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
9			2		1,2	2,4	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
10			2		1,8	3,6	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
11			2		1,35	2,7	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
12			2		0,65	1,3	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
13			2		3,0	6,0	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
14			2		0,65	1,3	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
15			2		1,0	2,0	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
16			1		0,8	0,8	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
17			1		0,4	0,4	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
18			1		1,3	2,6	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
19			8		0,4	3,2	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650
20	Гофра для труб опалення	— — — — —	1.0	Для труби Ø 16	83,3		1900С	Розрізається на місці монтажу

6.2 Організація монтажу систем вентиляції

6.2.1 Календарне планування виконаних робіт

Календарне планування – це процес, в який входить складання і коригування розкладу. У цьому розкладі роботи виконуються різними організаціями, і є взаємопов'язаними між собою в часі і мають можливості їх забезпечення різними видами матеріальних, технічних і трудових ресурсів.

У найпростішому календарному плані дати початку та закінчення кожної роботи, їх тривалість та необхідні для них ресурси.

Календарний план складається з двох частин:

1) Розрахункової, в яку входять: шифр робіт, перелік робіт, обсяг робіт, нормативний документ, норми часу на одиницю виміру, трудозатрати, число змін, кваліфікаційний склад бригади чи ланки, чисельність робітників в зміну, планова тривалість робіт, відсоток виконання норми.

2) Графічної – лінійний графік;

Порядок побудови календарного плану:

1) Визначається перелік робіт із встановленням їх технологічної послідовності;

2) Розраховуються обсяги робіт, які встановлюють за нормативними документами для встановлення норм часу (наприклад, ресурсні елементні кошторисні норми ДБН);

3) Визначаються методи виробництва кожного виду робіт і обираються механізми;

4) Розраховується трудомісткість робіт для кожного циклу (обраховують за нормативними витратами часу);

5) Встановлюється число змін робіт, які обираються в залежності від виду та методу виконуваних робіт;

6) Визначається тривалість для кожного виду робіт, яка обирається за трудозатратами виконуваних робіт;

- 7) Розраховується склад бригад і ланок;
- 8) Розробляється графічна частина плану;
- 9) Відбувається коригування календарного графіку за термінами виконання будівництва;

6.2.2 Послідовний та потоковий методи організації виконання будівельно-монтажних робіт, побудова графіка-циклограми.

У послідовному методі, кожний комплекс робіт має виконуватися послідовно, один за одним. Перевагою цього методу є рівномірне завантаження робітників та споживання матеріально-технічних ресурсів. Недоліком є велика тривалість будівництва.

Потоковий метод будівництва має ритмічну планову організацію виконання БМР. Цей метод заснований на рівноритмічному і постійному завантаженні робітників, використанні матеріально-технічних ресурсів та випуску готової будівельної продукції.

Потоковий метод має такі етапи організації будівельно-монтажного потоку виконання робіт:

- 1) Кожний сукупний виробничий процес має поділ на складові процеси;
- 2) Для виконання окремих складових процесів, встановлюють окремих виконавців;
- 3) Увесь фронт робіт з будівництва розділяють на захватки і на цих складових визначається тривалість виконання процесів;
- 4) Окремим виконавцям призначають черговість виконання робіт на захватках, які ув'язують термінами між собою та забезпечується безперервне використання ресурсів.

Циклограма будується для наочності розвитку будівельних процесів не тільки в часі, але і в просторі.

Циклограма будується в календарній шкалі лінійного графіка. По вертикалі в обраному масштабі відкладають та нумерують захватки (зазвичай знизу вгору), по горизонталі відкладають час.

Зручно розташовувати циклограму під лінійним графіком, що дозволяє порівняти їх між собою та уникнути помилок при її побудові.

Приклад побудови графіка циклограми, наведений на рис.6.1.



Рис.6.1 Графік-циклограма монтажу тепlopостачання виробничих приміщень

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Студентка/ Дорошук К.Ю./

Консультант/ _____/

7.1 Основні завдання охорони праці

Охорона праці є однією з найважливіших складових організації виробничої діяльності на будь-якому підприємстві. Вона являє собою систему законодавчих, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я працівників та підтримання їх працездатності у процесі виконання трудових обов'язків.

У сучасних умовах розвитку промисловості та інформаційних технологій питання охорони праці набувають особливого значення, оскільки підвищення рівня автоматизації, використання електричного обладнання, комп'ютерної техніки та різноманітних виробничих механізмів супроводжуються появою нових небезпечних і шкідливих факторів. Тому організація безпечного виробничого середовища є необхідною умовою стабільної та ефективної роботи підприємства.

Основним завданням охорони праці є:

- Створення безпечних та нешкідливих умов праці для працівників;
- Попередження виробничого травматизму та професійних захворювань;
- Контроль за дотриманням працівниками вимог техніки безпеки;
- Забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- Організація навчання, інструктажів та перевірки знань з питань охорони праці;
- Контроль санітарно-гігієнічного стану виробничих приміщень;
- Забезпечення пожежної безпеки та електробезпеки;
- Зниження рівня впливу шкідливих виробничих факторів;
- Забезпечення екологічної безпеки підприємства.

Організація охорони праці на підприємстві передбачає проведення вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів.

Працівник повинні бути ознайомлені з правилами безпечної експлуатації обладнання, порядком дій у разі аварійних ситуацій, а також способами надання першої медичної допомоги потерпілим. Важливим напрямом охорони праці є постійний контроль технічного стану обладнання, електромереж, вентиляційних систем та засобів пожежогасіння. Своєчасне проведення профілактичних заходів дозволяє значно зменшити ризик виникнення нещасних випадків та аварій.

7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів наведений у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерела виникнення факторів (види робіт)	Кількісна оцінка (допустимий параметр, чинний норматив)	Нормативні документи
1	2	3	4
Метрологічні умови виробничого середовища	Монтаж конструкцій, експлуатація систем	$t = 20-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\phi = 60-40\%$ $V = 0,2-0,4\text{ м/с}$	ДСН 3.3.6.042-99
Освітлення робочих зон	Монтаж санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи	30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	ДСТУ Б А.3.2-15:2011

Виробничий шум	Роботи з будівельним інструментом, механізмами, експлуатація машин	<80дБ А <80дБ А <80дБ А	ДСН 3.3.6-037-99 ДБН В.1.2 10:2021
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк.коте гор.пож.безп В	ДБН В.1.1-7:2016 ;ДБН В.1.2-7:2021
Шкідливі речовини	Зварювальні-ацителен; Опоряджувальн і-ацетон	ГДК 300 мг/м ³ ГДК 300 мг/м ³	Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020
Ураження електричним струмом	Електромонтажні Зварювальні, Освітлення Машини і механізми	220 В 380 В 220 В 220 В, 380 В	ДСТУ Б В.2.5-82:2016 ДБН А.3.2-2-2009
Падіння з висоти людини	Монтажні роботи А) Зовнішні Б)Внутрішні	Н=37,7м Н=37,7м Н=4,4м	НПАОП 0.00-1.80-18
Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Монтажні, Покривлені, Опоряджувальн А) Зовнішні ;Б) Внутрішні	Н=37,7м Н=37,7м Н=37,7м Н=4,4м	НПАОП 0.00.-1.80-18

Метрологічні умови виробничого середовища

Метрологічні умови виробничого середовища є важливим елементом забезпечення точності та достовірності вимірювань у промисловості. Вони визначають сукупність зовнішніх факторів, які можуть впливати на роботу засобів вимірювальної техніки, точність контролю параметрів технологічного процесу та якість готової продукції. Дотримання встановлених метрологічних норм дозволяє мінімізувати похибки вимірювань, забезпечити стабільність виробництва та підвищити рівень безпеки праці.

У сучасних виробничих умовах точність вимірювань має велике значення, оскільки практично всі технологічні процеси пов'язані з контролем фізичних величин: температури, тиску, вологості, швидкості, маси, електричних параметрів та інших характеристик. Будь-яке відхилення результатів вимірювання від нормативних значень може призвести до погіршення якості продукції, підвищення витрат сировини, аварійних ситуацій або виходу обладнання з ладу.

Одним із головних факторів виробничого середовища є температура повітря. Вона безпосередньо впливає на точність роботи вимірювальних приладів, фізичні властивості матеріалів та параметри технологічного обладнання. Підвищення або зниження температури може викликати теплове розширення металевих деталей. Зміну електричного опору провідників та деформацію чутливих елементів приладів.

Не менш важливим фактором є відносна вологість повітря. Надмірна вологість може сприяти утворенню конденсату на поверхнях електронного обладнання, що призводить до коротких замикань, корозії контактів і погіршення точності вимірювань. Низька вологість також небажана, оскільки може викликати накопичення статичної електрики, яка негативно впливає на роботу чутливих електронних систем.

Вібрації та механічні коливання є поширеним негативним фактором на виробництві. Джерелами вібрацій можуть бути верстати, компресори, транспортні системи, вентиляційне обладнання та інші механізми. Вібраційний вплив здатний порушувати стабільність роботи вимірювальних систем, викликати зміщення чутливих елементів і збільшення похибок вимірювання. Для зменшення такого впливу застосовують антивібраційні основи, спеціальні кріплення та ізоляційні матеріали.

Нормативне забезпечення метрологічних умов базується на вимогах державних стандартів, міжнародних норм ISO, правилах охорони праці та технічних документації підприємства. Дотримання цих вимог дозволяє забезпечити єдність вимірювань, стабільності технологічних процесів та високу якість продукції.

Отже, метрологічні умови виробничого середовища є важливим фактором ефективного функціонування підприємства. Від правильного контролю та підтримання параметрів виробничого середовища залежить точність вимірювань, надійність обладнання, безпека праці персоналу та конкурентоспроможність продукції.

Освітлення робочих зон

Освітлення є важливим фактором забезпечення безпечних і комфортних умов праці. Недостатнє освітлення призводить до підвищеного навантаження на органи зору, швидкої втомлюваності працівників, зниження концентрації уваги та продуктивності праці.

На підприємствах застосовується природне, штучне та комбіноване освітлення. Природне освітлення забезпечується через віконні отвори та світлові ліхтарі, а штучне- за допомогою електричних світильників.

Для забезпечення якісного освітлення необхідно

- Правильно розташувати світильники;
- Використовувати лампи достатньої потужності;
- Уникати утворення тіней та відблисків;
- Регулярно очищувати освітлювальні прилади;
- Своєчасно замінювати несправні лампи;

У виробничих приміщеннях повинно також передбачатися аварійне освітлення, яке забезпечує безпечну евакуацію працівників у разі аварійного відключення електроенергії. Рациональне освітлення сприяє зниженню виробничого травматизму, покращує умови праці та позитивно впливає на психологічний стан працівника

Виробничий шум

Одним із найбільш поширених факторів виробничого середовища є шум. Основними джерелами шуму є робота електродвигунів, вентиляційних установок, компресорів, механізмів та іншого обладнання.

Тривалий вплив шуму негативно впливає на організм людини. Він може викликати :

- Погіршення слуху
- Головний біль
- Дратівливість
- порушення сну
- Швидку втому
- Зниження концентрації уваги.

Для боротьби з шумом застосовуються організаційні та технічні заходи.

До них належать:

- Використання сучасного малошумного обладнання;
- Шумоізоляція приміщень;
- Встановлення звукопоглинальних матеріалів;
- Регулярне технічне обслуговування обладнання;
- Застосування засобів індивідуального захисту органів слуху;

Рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати встановлених санітарних норм, оскільки це може негативно впливати на здоров'я працівників та безпеку виробничого процесу.

Пожежна безпека

Пожежна безпека є невід'ємною складовою системи охорони праці. Пожежі на підприємствах можуть виникати через несправність електрообладнання, короткі замикання, порушення правил експлуатації техніки, необережне поводження з відкритим вогнем та порушення вимог зберігання легкозаймистих матеріалів.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно:

- Дотримуватись правил пожежної безпеки;
- Проводити регулярні інструктажі;
- Забезпечувати приміщення вогнегасниками;
- Обладнати системи пожежної безпеки;
- Підтримувати вільними евакуаційні виходи;
- Контролювати технічний стан електромереж;

Працівники повинні знати порядок дій у разі пожежі, місця розташування первинних засобів пожежогасіння та правила користування ними

На підприємстві необхідно регулярно проводити перевірки пожежного стану приміщень та навчальні евакуації персоналу.

Шкідливі речовини

Під час виробничих процесів у повітря робочої зони можуть виділятися пил, гази, пари та інші шкідливі речовини.

Потрапляння цих речовин до організму людини через органи дихання або шкіру може викликати гострі та хронічні захворювання.

Найбільш поширеними наслідками впливу шкідливих речовин є :

- Алергічні реакції
- Захворювання органів дихання
- Подразнення слизових оболонок
- Погіршення загального стану здоров'я
- Професійні захворювання

Для зменшення впливу шкідливих речовин необхідно:

- Застосувати ефективну вентиляцію;
- Використання фільтраційних систем
- Забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту
- Контролювати концентрацію шкідливих речовин
- Проводити медичні огляди працівників

Особлива увага приділяється дотриманню санітарно-гігієнічних норм та регулярному контролю стану повітря у виробничих приміщеннях.

Ураження електричним струмом

Електричний струм є одним із найбільш небезпечних факторів виробничого середовища. Ураження електричним струмом може статися через дотик до струмопровідних частин обладнання, пошкодження ізоляції проводів або порушення правил експлуатації електрообладнання. Наслідки ураження електричним струмом можуть бути дуже небезпечними: від легких опіків до смертельних випадків.

Для забезпечення електробезпеки необхідно:

- здійснювати заземлення електрообладнання;
- використовувати автоматичні системи захисту;
- регулярно перевіряти стан ізоляції;
- застосовувати діелектричні засоби захисту;
- проводити інструктажі з електробезпеки;
- допускати до роботи лише кваліфікований персонал.

Усі електроустановки повинні відповідати вимогам безпеки та проходити регулярний технічний огляд.

Падіння з висоти людей та предметів

Роботи на висоті включають в себе ситуації, коли працівник знаходиться на відстані менше двох метрів від незахищених зовнішніх або неперекритих внутрішніх перепадів по висоті, які перевищують 1,3 метра від робочої поверхні. Також до цих робіт відносяться роботи на похилій робочій поверхні.

Основним небезпечним фактором при роботі на висоті є те, що робоче місце знаходиться вище поверхні землі або над простором, що знаходиться нижче поверхні землі. Це може призвести до падіння працівника або падіння предметів на працівника.

Причини падіння з висоти працівників можуть бути різними:

- технічні, виникають при відсутності огорожень, запобіжних поясів, недостатня міцність настилів, кошиків чи сходів;
- технологічні, виникають при неправильній технології виконання робіт;

- психологічні та фізичні, виникають при порушенні координації рухів, необережність дій недбалого ставлення до виконання робіт;

- метеорологічні, виникають при появі сильного вітру, температури, дощу, снігу, туману.

Також, травмування працівників може статися в результаті падіння предметів з висоти.

Причинами падіння предметів можуть бути:

- падіння вантажу, який переміщують за допомогою вантажопідйомних машин, неправильного старпування;

- падіння конструкцій, що монтуються;

- виникнення аварій будівельних конструкцій через порушення технології виготовлення збірних конструкцій, низької якості будівельно-монтажних робіт;

- падіння матеріалів, елементів конструкцій, інструменту та інш., внаслідок порушення вимог правил безпеки;

Під час виконання робіт на висоті повинні бути встановлені огорожі, і бути позначеними в установленому порядку межі небезпечних зон. Такі заходи необхідні для обмеження доступу працівників в зони можливого падіння з висоти, травмування падаючими матеріалами, інструментом та іншими предметами.

На межах зон, де постійно присутні небезпечні виробничі фактори, встановлюються охоронні бар'єри, а на кордонах зон потенційної небезпеки встановлюються сигнальні бар'єри та знаки безпеки.

Під час виконання робіт на висоті небезпечні зони визначаються, позначаються та захищаються внизу під місцем робіт. Якщо роботи виконуються на одній вертикалі, то нижче розташовані місця обладнуються захисними пристроями (настилами, сітками, козирками) на відстані не більше 6 м по вертикалі від найнижчого робочого місця.

Також, працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту. До них належать: страхувальні системи, спускові механізми, лебідки, підвисні сидіння, прив'язі, канатні, ланцюгові і тросові стропи, запобіжні

лямкові і безлямкові пояси, кріплення акерного типу, карабіни, страхувальні канати та інші.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 °С або нижче мінус 20 °С, згідно з [21]. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

7.3 Заходи безпеки навколишнього середовища

Сучасне підприємство повинно не лише забезпечувати безпечні умови праці, а й мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Основними джерелами забруднення можуть бути виробничі відходи, шкідливі викиди в атмосферу, стічні води та надмірне споживання енергетичних ресурсів.

Для забезпечення екологічної безпеки необхідно:

- Зменшувати кількість шкідливих викидів
- Використовувати енергозберігаючі технології
- Здійснювати очищення стічних вод
- Організувати рівень забруднення повітря
- Раціонально використовувати природні ресурси

Важливи напрямом екологічної діяльності є впровадження сучасних технологій, які дозволяють зменшити негативний вплив виробництва на довкілля.

Дотримання природоохоронних вимог сприяє покращенню екологічної ситуації, збереженню природних ресурсів та забезпеченню безпечних умов життя населення.

7.5 Висновок

Охорони праці та захист навколишнього середовища є важливими складовими ефективної діяльності будь-якого підприємства. Забезпечення безпечних умов праці, дотримання вимог техніки безпеки, пожежної безпеки, електробезпеки та виробничої санітарії дозволяє значно знизити ризик виробничого травматизму та професійних захворювань.

Водночас реалізація природоохоронних заходів сприяє зменшенню негативного впливу виробництва на довкілля та забезпечує раціональне використання природних ресурсів.

Комплексне виконання заходів з охорони праці та екологічної безпеки є необхідною умовою стабільної роботи підприємства та збереження здоров'я працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Список використаної літератури

2. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 80 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2021. – 145 с.
4. ДСТУ Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 40 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 145 с.
6. ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 60 с.
7. Проектування системи водяного опалення / О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень-Київ-Сімферополь, 2010. – 201 с.
8. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 35 с.
9. ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.
10. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник.-К.: КНУБА, 2002. -256 с.
11. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 22 с.
12. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування «Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» / уклад.: Москвітіна А.С., Шишина М.О. та Пефтьєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.

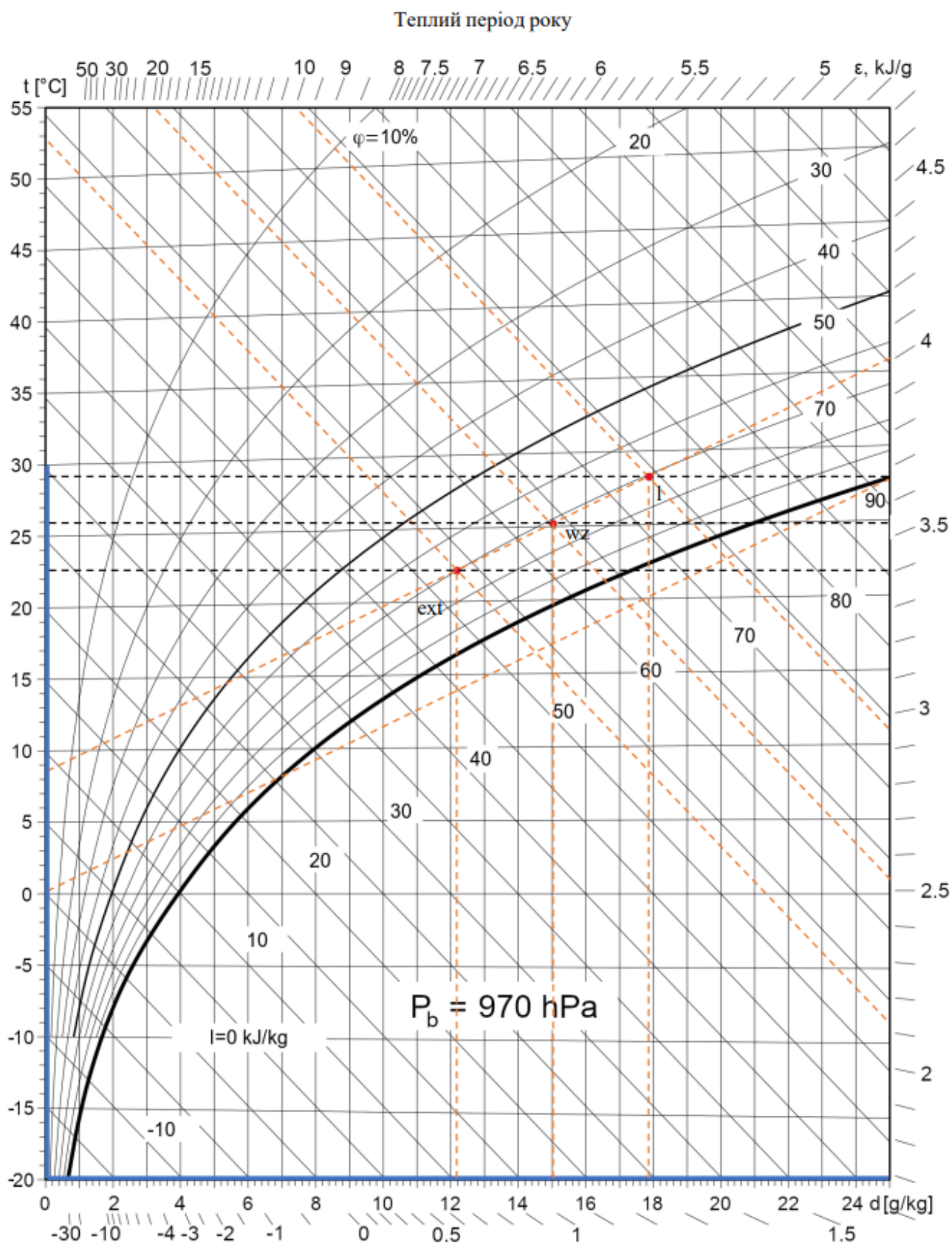
12. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Розрахунок повітрообмінів» / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В.Р. – Київ: КНУБА, 2023 – 54 с.
13. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 12 с.
14. ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 20 с.
15. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
16. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
17. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
18. Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2020.
19. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
20. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009.
21. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.
22. Закон України "Про пожежну безпеку". Київ: Верховна Рада України, 1993.
23. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Стаття 51. Київ: Верховна Рада України, 1991.

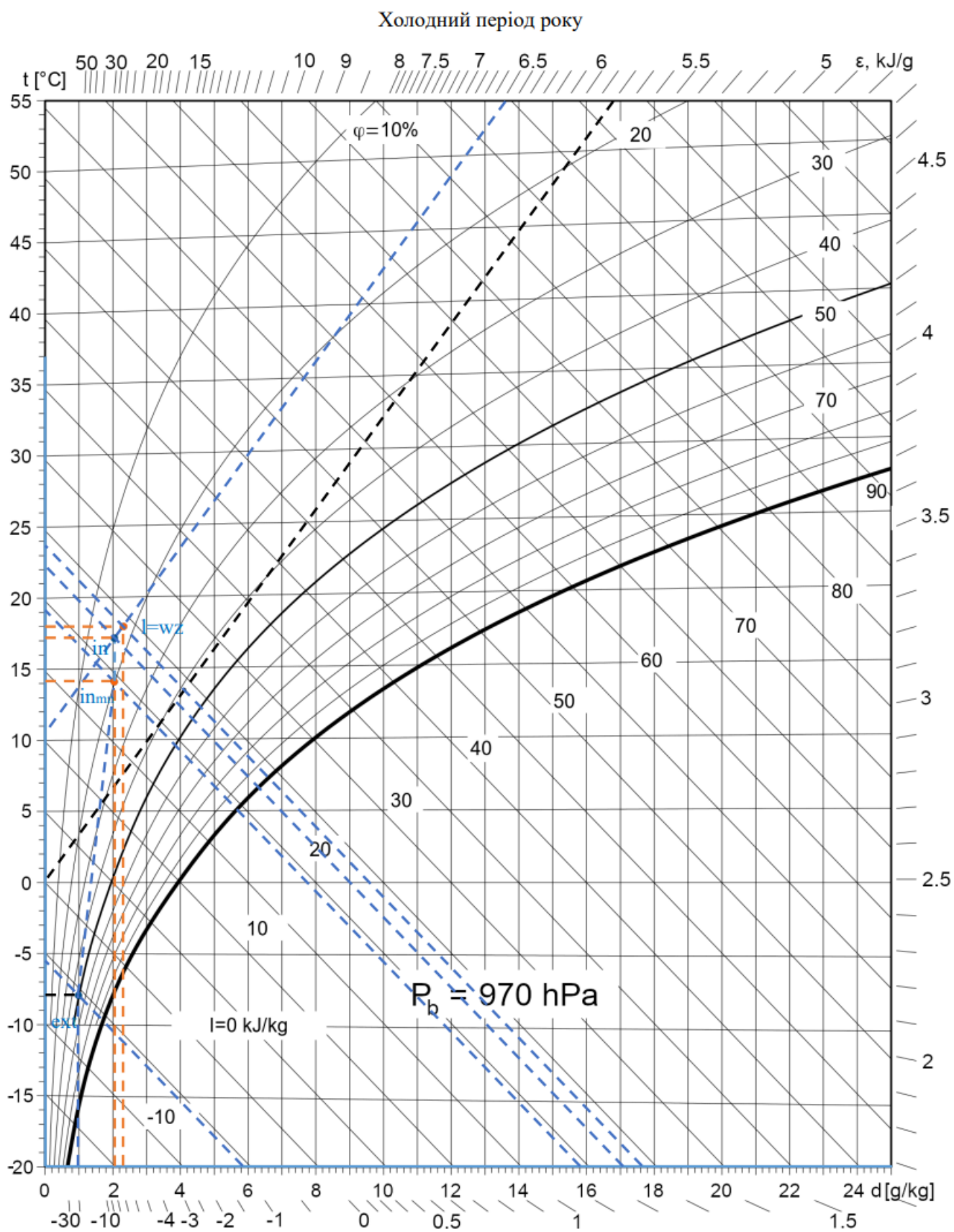
Приміщення			Огороджувальна конструкція					Теплові мости				Поправочний коефіцієнт додаткових теплопотрат, ϵ	Температурний коефіцієнт корекції (нонэл.гр.), b_{tr}	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в системі опалювальних приладів, f_{tr}	Характеристика трансмісійних теплопотрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, $q_{\text{tr}}, \text{Вт/}^\circ\text{C}$	Характеристика трансмісійних теплопотрат опал. прим. через ОК до сусіднього опалюваного приміщення із питомо розрахунковою температурою, $q_{\text{tr}}, \text{Вт/}^\circ\text{C}$	Трансмісійні теплопотрати приміщення, $Q_{\text{tr}}, \text{Вт}$	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітряобмін в приміщенні, $V_{\text{min}}, \text{м}^3/\text{год}$	Характеристика інфільтраційних теплопотрат приміщення, $q_{\text{in}}, \text{Вт/}^\circ\text{C}$	Вентильовані теплопотрати приміщення (без механічної вентиляції), $Q_{\text{v}}, \text{Вт}$	Інші втрати (пародові) теплопотрати (надахов.), $Q_{\text{p}}, \text{Вт}$	Тільки потужність СО приміщення (без вентильованих теплопотрат), $Q_{\text{so}}, \text{Вт}$	Тільки потужність системи опалення приміщення, $Q_{\text{so}}, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
101	11,16	22	ЗС	ПДС	3,860	3,31	9,5	0,244	1,00	0,44	3,860	1,0			4,02		504	54,0	18,36	826	-112	392	1219
ЖК	1,6		ЗС	ПнС	3,36	3,31	11,1	0,244	1,00						2,71								
			В	ПДС	0,90	1,50	1,4	1,076	1,00						1,45								
			ДБ	ПДС	0,90	2,10	1,9	1,076	1,00						2,03								
			ПЛ	-	3,860	3,36	13,0	0,200	0,00				0,38		0,00	0,98							
401	11,16	20	ЗС	ПДС	3,860	3,28	9,4	0,244	1,00	0,44	3,860	1,0			4,00		437	54,0	18,36	789	-112	326	1115
ЖК	1,6		ЗС	ПнС	3,36	3,28	11,0	0,244	1,00						2,69								
			В	ПнС	0,90	1,50	1,4	1,076	1,00						1,45								
			ДБ	ПДС	0,90	2,10	1,9	1,076	1,00						2,03								
1101	11,16	20	ЗС	ПДС	3,860	3,28	9,4	0,244	1,00	0,44	3,860	1,0			4,00		486	54,0	18,36	789	-112	375	1164
ЖК	1,6		ЗС	ПнС	3,36	3,28	11,0	0,244	1,00						2,69								
			В	ПДС	0,90	1,50	1,4	1,076	1,00						1,45								
			СТ	-	3,86	3,36	13,0	0,140	0,00				0,35		0,00	0,63							
			ДБ	ПДС	0,90	2,10	1,9	1,076	1,00						2,03								
102	15,12	22	ЗС	ПДС	3,860	3,31	10,5	0,244	1,00						2,57		336	54,0	18,36	826	-151	184	1011
ЖК	2,2		ПЛ	-	3,86	4,46	17,2	0,200	0,00				0,38		0,00	1,30							
			В	ПДС	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
			ЗС	ПнС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,00						1,17								
402	15,12	20	ЗС	ПДС	3,860	3,28	12,7	0,244	1,00						3,09		287	54,0	18,36	789	-151	136	925
ЖК	2,2		ЗС	ПнС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,00						1,17								
			В	ПДС	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
1102	15,12	20	ЗС	ПДС	3,860	3,28	12,7	0,244	1,00						3,09		338	54,0	18,36	789	-151	187	977
ЖК	2,2		СТ	-	3,86	4,46	17,2	0,140	0,00				0,35		0,00	0,84							
			В	ПДС	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
			ЗС	ПнС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,00						1,17								
403	8,28	20	ЗС	ПДС	3,86	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54		266	54,0	18,36	789	-83	183	973
ЖК	1,2		В	ПДС	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
			ЗС	ПДС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,05						1,23								
404	11,376	20	ЗС	ПДС	3,86	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54		337	54,0	18,36	789	-114	223	1013
ЖК	1,6		ЗС	ПДС	3,42	3,28	11,2	0,244	1,05						2,87								
			В	ПДС	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
405	8,64	20	ЗС	ПДС	2,66	3,28	5,5	0,244	1,05	0,44	2,660	1,1			2,63		271	54,0	18,36	789	-86	184	974
ЖК	1,2		В	ПДС	0,90	1,50	1,4	1,076	1,05						1,53								
			ДБ	ПДС	0,90	2,10	1,9	1,076	1,05						2,14								
406	15,12	20	ЗС	ПДС	4,460	3,28	14,6	0,244	1,05						3,75		392	54,0	18,36	789	-151	241	1030
ЖК	2,2		ЗС	ПнЗ	3,86	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54								
			В	ПнЗ	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
407	15,12	20	ЗС	ПнЗ	3,860	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54		266	54,0	18,36	789	-151	115	904
ЖК	2,2		В	ПнЗ	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
			ЗС	ПДС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,05						1,23								
408	9,86	20	ЗС	ПнЗ	3,860	3,28	8,5	0,244	1,00	0,44	3,860	1,0			3,78		370	54,0	18,36	789	-99	272	1061
ЖК	1,4		ДБ	ПнЗ	0,90	2,10	1,9	1,076	1,00						2,03								
			В	ПнЗ	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
409	22,14	20	ЗС	ПнЗ	3,860	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54		223	54,0	18,36	789	-221	2	791
ЖК	3,2		В	ПнЗ	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
410	15,12	20	ЗС	ПнЗ	3,860	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54		223	54,0	18,36	789	-151	72	862
ЖК	2,2		В	ПнЗ	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
			ЗС	ПнС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,00						1,17								
411	15,12	20	ЗС	ПнЗ	3,860	3,28	10,4	0,244	1,00						2,54		276	54,0	18,36	789	-151	125	914
ЖК	2,2		В	ПнЗ	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
			ЗС	ПнС	1,46	3,28	4,8	0,244	1,00						1,17								
412	3,48	20	ЗС	ПнС	2,66	3,28	8,7	0,244	1,00						2,13		92	54,0	18,36	789	-35	57	846
СВ	0,5																						
A2	19,44	16	ЗС	ПДС	3,86	2,50	7,4	0,244	1,00						1,81		165	83,2265	28,297	1103,58	0	165	1268,42
Кори́д.	598,8		В	ПДС	1,50	1,50	2,3	1,076	1,00						2,42								
	м ³																						
A1	19,44	16	ЗС	ПДС	3,86	32,30	99,98	0,244	1,00	0,44	3,86	1,00			26,09		2060,71	299,376	101,788	3969,73	0	2060,71	6030,44
Сход. хол	598,8		В	ПДС	1,50	15,00	22,50	1,076	1,00						24,21								
1 пов.	м ³		ПЛ	-	3,86	5,40	20,84	0,200	0,00				0,28		0,00	1,18							
			ВД	ПДС	1,00	2,20	2,20	0,244	1,00						0,54								
			СТ	-	3,86	5,40	20,84	0,140	0,00				0,28		0,00	0,82							

Примітка:

Конструкція плити перекриття балконаї реалізована таким чином (по периметру плити реалізовано утеплювач), що теплові мости в проекті відсутні та в розрахунках теплопотрат не приймають участь

Гідрравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двофазної поквартирної системи опалення															Примітка
Номер розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходу теплової та гідрравлічного потоків	Витрата води на ділянку	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянку	Сума коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянку	Загальні втрати тиску	
№ діл.	$Q_{діл}, Bm$	φ	$G, \text{кг/год}$	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$\lambda/d, \text{м}^{-1}$	$G/\lambda, (\text{кг/год})/(\text{м/с})$	$A \cdot 10^{-4}, \text{Па}/(\text{кг/год})^2$	$V, \text{м/с}$	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{вр}$	$S, \text{Па}/(\text{кг/год})^2$	$\Delta P_{діл}, \text{Па}$	$\Sigma \Delta P, \text{Па}$	Перелік місцевих опорів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
ПТТ-1	130313	1,0000	4483	11,01	50	0,54	7810	0,0000081	0,574	1,2	7,14432	0,000058	1 163	1 163	відсутній відсутній 90°-0,3х4шт
ПТТ-1'	130313	1,0000	4483	12,01	50	0,54	7810	0,0000081	0,574	1,2	7,68432	0,000062	1 251	2 414	відсутній відсутній 90°-0,3х4шт
1-2	116571	0,8945	4010	2,80	50	0,54	7810	0,0000081	0,513	1	2,512	0,000020	327	2 741	трійник на прохід-1
1'-2'	116571	0,8945	4010	2,80	50	0,54	7810	0,0000081	0,513	1	2,512	0,000020	327	3 068	трійник на прохід-1
2-3	103956	0,7977	3576	2,80	50	0,54	7810	0,0000081	0,458	1	2,512	0,000020	260	3 328	трійник на прохід-1
2'-3'	103956	0,7977	3576	2,80	50	0,54	7810	0,0000081	0,458	1	2,512	0,000020	260	3 588	трійник на прохід-1
3-4	91924	0,7054	3162	3,80	40	0,75	4670	0,0000225	0,677	3,5	6,35	0,000143	1 429	5 017	трійник на прохід-1, П-подібний компенсатор-2
3'-4'	91924	0,7054	3162	3,80	40	0,75	4670	0,0000225	0,677	4	6,85	0,000154	1 541	6 558	раптове звуження-0,5
4-5	80515	0,6179	2770	2,80	40	0,75	4670	0,0000225	0,593	1	3,1	0,000070	535	7 093	трійник на прохід-1, П-подібний компенсатор-2
4'-5'	80515	0,6179	2770	2,80	40	0,75	4670	0,0000225	0,593	1	3,1	0,000070	535	7 628	раптове розширення-1
5-6	69106	0,5303	2377	2,80	40	0,75	4670	0,0000225	0,509	1	3,1	0,000070	394	8 023	трійник на прохід-1
5'-6'	69106	0,5303	2377	2,80	40	0,75	4670	0,0000225	0,509	1	3,1	0,000070	394	8 417	трійник на прохід-1
6-7	57697	0,4428	1985	2,80	32	0,9	3580	0,0000383	0,554	1,5	4,02	0,000154	607	9 023	трійник на прохід-1, раптове звуження-0,5
6'-7'	57697	0,4428	1985	2,80	32	0,9	3580	0,0000383	0,554	2	4,52	0,000173	682	9 705	трійник на прохід-1, раптове розширення-1
7-8	46288	0,3552	1592	3,80	32	0,9	3580	0,0000383	0,445	3	6,42	0,000246	623	10 329	трійник на прохід-1, П-подібний компенсатор-2
7'-8'	46288	0,3552	1592	3,80	32	0,9	3580	0,0000383	0,445	3	6,42	0,000246	623	10 952	трійник на прохід-1, раптове розширення-1
8-9	34879	0,2677	1200	2,80	25	1,3	2040	0,0001180	0,588	1,5	5,14	0,000607	873	11 825	трійник на прохід-1, раптове звуження-0,5
8'-9'	34879	0,2677	1200	2,80	25	1,3	2040	0,0001180	0,588	2	5,64	0,000666	958	12 783	трійник на прохід-1, раптове розширення-1
9-10	23470	0,1801	807	2,80	20	1,79	1250	0,0003150	0,646	1,5	6,512	0,002051	1 337	12 289	трійник на прохід-1, раптове звуження-0,5
9'-10'	23470	0,1801	807	2,80	20	1,79	1250	0,0003150	0,646	2	7,012	0,002209	1 440	13 729	трійник на прохід-1, раптове розширення-1
10-11	12061	0,0926	415	2,80	20	1,79	1250	0,0003150	0,332	1,5	6,512	0,002051	353	14 082	трійник на прохід-1, раптове розширення-0,5
10'-11'	12061	0,0926	415	2,80	20	1,79	1250	0,0003150	0,332	2	7,012	0,002209	380	14 462	трійник на прохід-1, раптове розширення-1





Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції П1 та В1

Номер ділянки №	Витрата L, м³/год	Довжина l	Максимально-допустима швидкість V м/с	Фактична швидкість	Діаметр D	Площа живого перерізу	Коефіцієнт пористості	Коефіцієнт K1	Питома втрата тиску на тертя	Втрата тиску на тертя на всій ділянці	Швидкісний динамічний тиск	Сума коеф місцевих опорів	Коефіцієнт K2	Втрата тиску на подолання місцевих опорів	Загальні втрата тиску на ділянці	Сума втрат тиску від потужку мережі	Нев'язка	Коефіцієнт опору ділянки	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ПВ1 Припливний повітропровід, головна магістраль																			
1	75	11,6	5	2,7	0,100	0,0079	1,0	1,0	2,26	26,22	4,23	1,65	1,0	6,97	33,19	33,19	-	-	-
2	405	2,5	5	3,6	0,200	0,0314	1,0	1,0	1,55	3,88	7,70	2,98	1,0	22,95	26,83	60,02	-	-	-
3	605	0,88	5	3,4	0,250	0,0491	1,0	1,0	1,03	0,91	7,04	0,25	1,0	1,76	2,67	62,68	-	-	-
4	935	1	5	3,6	0,305	0,0730	1,0	1,0	0,847	0,85	7,59	0,268	1,0	2,03	2,88	65,56	-	-	-
5	1035	2,2	5	3,9	0,305	0,0730	1,0	1,0	0,992	2,18	9,30	0,15	1,0	1,40	3,58	69,14	-	-	-
6	1360	0,52	5	3,8	0,355	0,0989	1,0	1,0	0,806	0,42	8,75	0,215	1,0	1,88	2,30	71,44	-	-	-
7	1560	2,1	5	4,4	0,355	0,0989	1,0	1,0	1,08	2,27	11,51	0,15	1,0	1,73	3,99	75,44	-	-	-
8	2040	4,8	5	4,5	0,400	0,1256	1,0	1,0	0,962	4,62	12,21	0,2	1,0	2,44	7,06	82,50	-	-	-
9	2250	1,98	5	3,9	0,450	0,1590	1,0	1,0	0,622	1,23	9,28	0,2	1,0	1,86	3,09	85,58	-	-	-
10	2910	3,3	5	4,1	0,500	0,1963	1,0	1,0	0,599	1,98	10,18	0,2	1,0	2,04	4,01	89,59	-	-	-
11	3550	5	5	4,0	0,560	0,2462	1,0	1,0	0,493	2,47	9,63	2,2	1,0	21,18	23,65	113,24	-	-	-
ПВ1 Припливний повітропровід, додаткова магістраль																			
12	640	1,7	5	3,6	0,250	0,0491	1,0	1,0	1,15	1,96	7,88	4,27	1,0	33,64	35,59	90,19	0,7	4,04	ДК 36° 5 ступок
13	540	5,1	5	4,8	0,200	0,0314	1,0	1,0	2,73	13,92	13,69	0,15	1,0	2,05	15,98	54,60	-	-	-
14	400	13,7	5	3,5	0,200	0,0314	1,0	1,0	1,47	20,14	7,51	2,46	1,0	18,48	38,62	38,62	-	-	-
ПВ1 Припливний повітропровід, відгалуження головної магістралі																			
1	330	2	5	4,6	0,160	0,0201	1,0	1,0	3,39	6,78	12,48	2,26	1,0	28,21	34,99	33,19	-5,4	0	-
2	200	5,8	5	3,1	0,150	0,0177	1,0	1,0	1,56	9,05	5,94	8,3	1,0	49,27	58,32	60,02	2,8	5,9	ДК 41° 5 ступок
3	330	2	5	4,6	0,160	0,0201	1,0	1,0	3,39	6,78	12,48	4,36	1,0	54,43	61,21	62,68	2,3	2	ДК 30° 4 ступок
4	100	0,76	5	3,5	0,100	0,0079	1,0	1,0	3,77	2,87	7,51	8,96	1,0	67,32	70,18	65,56	-7,0	5,16	ДК 39° 5 ступок
5	325	5	5	4,5	0,160	0,0201	1,0	1,0	3,25	16,25	12,11	4,46	1,0	54,00	70,25	69,14	-1,6	2	ДК 30° 4 ступок
6	200	3,6	5	3,1	0,150	0,0177	1,0	1,0	1,56	5,62	5,94	11,2	1,0	66,48	72,10	71,44	-0,9	7,4	ДК 45° 5 ступок
7	210	2	5	2,9	0,160	0,0201	1,0	1,0	1,37	2,74	5,06	15,46	1,0	78,16	80,90	82,50	1,9	13	ДК 60° 5 ступок
8	660	2,2	5	3,7	0,250	0,0491	1,0	1,0	1,21	2,66	8,38	10,31	1,0	86,38	89,04	85,58	-4,0	2	ДК 30° 4 ступок
ПВ1 Припливний повітропровід, відгалуження додаткової магістралі																			
9	100	1,75	5	3,5	0,100	0,0079	1,0	1,0	3,77	6,60	7,51	6,3	1,0	47,33	53,93	54,60	1,2	2,5	ДК 32° 5 ступок
10	140	11,2	5	3,2	0,125	0,0123	1,0	1,0	2,32	25,98	6,03	2,4	1,0	14,48	40,46	38,62	-4,8	0	-
ПВ1 Витяжний повітропровід, головна магістраль																			
1	80	3,5	5	2,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	2,43	8,51	4,81		1,0	0,00	8,51	8,51	-	-	-
2	130	9,9	5	4,6	0,100	0,0079	1,0	1,0	6,46	63,95	12,70		1,0	0,00	63,95	72,46	-	-	-
3	180	2,6	5	4,1	0,125	0,0123	1,0	1,0	3,79	9,85	9,97		1,0	0,00	9,85	82,31	-	-	-
4	280	3,1	5	4,4	0,150	0,0177	1,0	1,0	3,11	9,64	11,63		1,0	0,00	9,64	91,95	-	-	-
5	380	1,9	5	3,4	0,200	0,0314	1,0	1,0	1,38	2,62	6,78		1,0	0,00	2,62	94,58	-	-	-
6	590	0,5	5	3,3	0,250	0,0491	1,0	1,0	0,969	0,48	6,70		1,0	0,00	0,48	95,06	-	-	-
7	1120	6,9	5	4,3	0,305	0,0730	1,0	1,0	1,2	8,28	10,89		1,0	0,00	8,28	103,34	-	-	-
8	1535	3,9	5	4,3	0,355	0,0989	1,0	1,0	1,03	4,02	11,15		1,0	0,00	4,02	107,36	-	-	-
9	2075	0,72	5	4,6	0,400	0,1256	1,0	1,0	1,01	0,73	12,64		1,0	0,00	0,73	108,08	-	-	-
10	415	3,9	5	3,7	0,200	0,0314	1,0	1,0	1,64	6,40	8,09		1,0	0,00	6,40	114,48	-	-	-
11	140	17,4	5	3,2	0,125	0,0123	1,0	1,0	2,32	40,37	6,03		1,0	0,00	40,37	154,85	-	-	-
12	80	2,5	5	2,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	2,43	6,08	4,81		1,0	0,00	6,08	160,92	-	-	-
ПВ1 Витяжний повітропровід, додаткова магістраль																			
6	530	2,2	5	3,0	0,250	0,0491	1,0	1,0	0,803	1,77	5,40		1,0	0,00	1,77	1,77	-	-	-
11	370	2,2	5	3,3	0,200	0,0314	1,0	1,0	1,31	2,88	6,43		1,0	0,00	2,88	2,88	-	-	-
12	260	2,9	5	4,1	0,150	0,0177	1,0	1,0	2,7	7,83	10,03		1,0	0,00	7,83	7,83	-	-	-
13	150	2,6	5	2,4	0,150	0,0177	1,0	1,0	0,944	2,45	3,34		1,0	0,00	2,45	2,45	-	-	-
14	100	2,1	5	2,3	0,125	0,0123	1,0	1,0	1,22	2,56	3,08		1,0	0,00	2,56	2,56	-	-	-
15	50	4	5	1,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	1,02	4,08	1,88		1,0	0,00	4,08	4,08	-	-	-
ПВ1 Витяжний повітропровід, відгалуження головної магістралі																			
1	50	0,8	5	1,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	1,02	0,82	1,88		1,0	0,00	0,82	0,82	-	-	-
2	50	9	5	1,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	1,02	9,18	1,88		1,0	0,00	9,18	9,18	-	-	-
3	100	4,4	5	3,5	0,100	0,0079	1,0	1,0	3,77	16,59	7,51		1,0	0,00	16,59	16,59	-	-	-
4	100	2,3	5	3,5	0,100	0,0079	1,0	1,0	3,77	8,67	7,51		1,0	0,00	8,67	8,67	-	-	-
5	210	3	5	2,9	0,160	0,0201	1,0	1,0	1,37	4,11	5,06		1,0	0,00	4,11	4,11	-	-	-
6	530	2,2	5	3,0	0,250	0,0491	1,0	1,0	0,803	1,77	5,40		1,0	0,00	1,77	1,77	-	-	-
7	540	1,5	5	4,8	0,200	0,0314	1,0	1,0	2,73	4,10	13,69		1,0	0,00	4,10	4,10	-	-	-
8	120	3,6	5	1,9	0,150	0,0177	1,0	1,0	3,41	12,28	2,14		1,0	0,00	12,28	12,28	-	-	-
9	140	4,2	5	3,2	0,125	0,0123	1,0	1,0	2,32	9,74	6,03		1,0	0,00	9,74	9,74	-	-	-
10	60	1,3	5	2,1	0,100	0,0079	1,0	1,0	1,38	1,79	2,70		1,0	0,00	1,79	1,79	-	-	-
ПВ1 Витяжний повітропровід, відгалуження додаткової магістралі																			
16	160	2,6	5	1,4	0,200	0,0314	1,0	1,0	0,245	0,64	1,20		1,0	0,00	0,64	0,64	-	-	-
17	110	1	5	1,7	0,150	0,0177	1,0	1,0	0,482	0,48	1,80		1,0	0,00	0,48	0,48	-	-	-
18	110	1	5	1,7	0,150	0,0177	1,0	1,0	0,482	0,48	1,80		1,0	0,00	0,48	0,48	-	-	-
19	50	1	5	1,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	0,645	0,65	1,88		1,0	0,00	0,65	0,65	-	-	-
20	50	2,4	5	1,8	0,100	0,0079	1,0	1,0	0,645	1,55	1,88		1,0	0,00	1,55	1,55	-	-	-

Продовження додатку Д

[illegible]