

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра теплотехніки

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

на тему:

Інженерні системи громадської будівлі з складськими приміщеннями
в м. Бориспіль

Дикий Гліб Олександрович

Київ – 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2025 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Інженерні системи громадської будівлі з складськими приміщеннями
в м.Бориспіль

Виконав Дикий Гліб Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання та вентиляція

(освітня програма)

Група зТВс-22

Керівник Чепурна Н.В.

(прізвище та ініціали)

доцент, к.т.н.

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: Теплогазопостачання та вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

“ ___ ” _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

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

Дикий Гліб Олександрович

1. Тема роботи Інженерні системи громадської будівлі з складськими приміщеннями в м. Бориспіль
затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від « ___ » _____ 20__ року
2. Керівник роботи
доцент, к.т.н. Чепурна Наталья Володимирівна
3. Строк подання студентом роботи до захисту 20.06.2025
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р.1. Характеристика будівлі та кліматичні дані
 - Р.2. Тепловий режим будівлі
 - Р.3. Опалення
 - Р.4. Вентиляція та кондиціонування повітря
 - Р.5. Енергозбереження
 - Р.6. Автоматизація
 - Р.7. Охорона праці

5. Графічний матеріал за розділами
- Р.3. План системи опалення. Розріз А-А, Г-Г
- Р.3. АксонOMETрична схема системи опалення складів. Вузол А, Б, Д
- Р.3. АксонOMETрична схема системи опалення офісів. Вузол В, Г
- Р.4. План системи вентиляції. АксонOMETрична схема системи теплопостачання калориферів. Вузол установки П1В1
- Р.4. АксонOMETричні схеми систем вентиляції
- Р.4. План системи кондиціонування. Фрагмент даху

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристика будівлі та кліматичні дані	Травень 2025
Розділ 2. Тепловий режим будівлі	Травень 2025
Розділ 3. Опалення	Червень 2025
Розділ 4. Вентиляція та кондиціонування повітря	Червень 2025
Розділ 5. Енергозбереження	Червень 2025
Розділ 6. Автоматизація	Червень 2025
Розділ 7. Охорона праці	Червень 2025
Остаточне оформлення роботи	16.06. 2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	17.06 2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	20.06 2025
Направлення роботи на рецензування	20.06 2025

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 6.	ас. Соболевська Т.Г.		
Розділ 7.	доц.Клімова І.В.		

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Кириченко М.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ Чепурна Н.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Здобувач _____ Дикий Г.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

<i>Розділ 1. Характеристика будівлі і кліматичні данні.....</i>	<i>6</i>
<i>Розділ 2. Тепловий режим будівлі.....</i>	<i>8</i>
<i>2.1. Теплотехнічний розрахунок.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2. Розрахунок тепловтрат, теплонадходжень та тепловий баланс.....</i>	<i>10</i>
<i>Розділ 3. Опалення.....</i>	<i>16</i>
<i>3.1. Потужність системи опалення.....</i>	<i>17</i>
<i>3.2. Гідравлічний розрахунок</i>	<i>20</i>
<i>3.3. Підбір опалювальних приладів.....</i>	<i>22</i>
<i>Розділ 4. Вентиляція та кондиціонування повітря.....</i>	<i>25</i>
<i>4.1. Розрахунок повітрообміну</i>	<i>26</i>
<i>4.2. Принципові рішення систем вентиляції та кондиціонування повітря</i>	<i>29</i>
<i>4.3. Аеродинамічний розрахунок</i>	<i>32</i>
<i>4.4. Підбір обладнання</i>	<i>39</i>
<i>Розділ 5. Енергозбереження.....</i>	<i>45</i>
<i>Розділ 6. Автоматизація.....</i>	<i>50</i>
<i>Розділ 7. Охорона праці.....</i>	<i>54</i>
<i>7.1. Аналіз проекту по основним небезпечним та шкідливим факторам, що діють при монтажі систем опалення.....</i>	<i>55</i>
<i>7.2. Заходи профілактики виявлених факторів.....</i>	<i>56</i>
<i>7.3. Інженерні рішення з конкретних питань охорони праці.....</i>	<i>58</i>
<i>Список використаної літератури</i>	<i>60</i>
<i>Додатки.....</i>	<i>63</i>

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

Креслення архітектурно-будівельних рішень, вихідні данні, технічне завдання для проведення технологічних процесів надано на початку виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступення бакалавр. Інженерні рішення приймалися згідно нормативних документів та стандартів України.

Громадська будівля знаходиться в місті Бориспіль Київської області. Інженерні системи - система опалення, система вентиляції та система кондиціонування повітря.

Згідно ДСТУ – НБВ.1.1-27:2010. "Будівельна кліматологія"[1] приймаємо параметри зовнішнього повітря для другого класу.

В будівлі запроектована власна котельня. Що є джерелом тепла для системи опалення, системи вентиляції та системи кондиціонування повітря з розрахунковим перепадом температур у системі опалення 80-60°C.

Вихідні дані для проектування інженерних систем згідно з [1]:

Географічна широта :	51°	П
Барометричний тиск :	990	
Розрахункові параметри зовнішнього повітря :		
Температура розрахункова :		
- для проектування вентиляції взимку	- 22	°C
- для проектування вентиляції влітку	+23,7	°C
- для проектування кондиціонування взимку	- 22	°C
- для проектування кондиціонування влітку	+28,7	°C
Питома ентальпія :		
- для проектування вентиляції взимку	- 20,7	к
- для проектування вентиляції влітку	+53,6	к
- для проектування кондиціонування взимку	- 20,7	к
- для проектування кондиціонування влітку	+56,1	к
Середня температура опалювального періоду	- 1,1	°C
Температура найхолоднішої доби	-26	°C
Температурна зона України	1	
Кількість опалюваних днів на рік за $t_3+8^{\circ}\text{C}$	187	
Швидкість вітру взимку	4,2	м/
Швидкість вітру влітку	1	м/
Зона вологості	Н	

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

2.1. Теплотехнічний розрахунок

Згідно [1] кліматологічні дані для холодного періоду року для м.Бориспіль:
Середня температура зовнішнього повітря опалювального сезону:

$$t_{o,n} = -1,1^{\circ}\text{C}.$$

Середня температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92:

$$t_{0,92} = -22^{\circ}\text{C}.$$

Тривалість опалювального сезону (середня добова температура зовнішнього повітря $t_{30\%} \leq 8^{\circ}\text{C}$):

$$Z_{o,n} = 187 \text{ дiб}.$$

Визначаємо кількість градусо-дiб опалювального сезону:

$$S = (t_{вн} - t_{o,n})Z_{o,n} = (20 + 1,1)187 = 3946 \text{ градусо-дiб}$$

Де $t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря для житлових будинків, $^{\circ}\text{C}$

Якщо $S \geq 3501$ градусо-дiб приймаємо номер температурної зони I.

Згідно з [1] м. Бориспіль знаходяться у 1 температурній зоні; нормальна(Н) зона вологості.

Вологісний режим приміщень у холодний період року залежно від відносної вологості та температури внутрішнього повітря встановлюється згідно з даними [2]. Для умов температури 12°C і відносної вологості $\phi=55\%$ приймається нормальний режим приміщень.

Огороджувальні конструкції потрібно вибирати відповідно до умов їх експлуатації, які визначають на основі вологісного режиму приміщень та зони вологості. Для цієї будівлі прийнято умови експлуатації огорожень типу Б.

Відповідно до [3], опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій житлових і громадських будівель має бути не меншим за нормативний опір теплопередачі $R_{заг}$ н $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$. Нормативне значення визначається залежно від температурно-кліматичної зони будівництва та типу огороджувальної конструкції.

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

Опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі, врахований відповідно до [3] задля підвищення енергоефективності, становить:

- Для промислових будинків (склади, вбудовані адміністративно-побутові приміщення):
 - а) вікна та балконні двері – $0,42 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$,
 - б) покриття та горищні перекриття – $2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$,
 - с) зовнішні стіни – $2,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.
- Для житлових та громадських будинків (офісна частина будівлі):
 - а) вікна та балконні двері – $0,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$,
 - б) покриття та горищні перекриття – $4,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$,
 - с) зовнішні стіни – $2,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Зазначені параметри досягаються завдяки використанню теплоізоляційного матеріалу "ROCKWOOL" у конструкціях стін та перекриттів, а також подвійного скління у спарено-роздільних металевих рамах вікон.

Проведені розрахунки подано у додатку 1.

2.2. Розрахунок тепловтрат, теплонадходжень та тепловий баланс

Визначаємо тепловтрати через огорожуючі конструкції:

$$Q_{ог} = Q_o + Q_d = Q_o(1 + \Sigma\beta), \text{ Вт} \quad (2.1)$$

Де Q_o - основні тепловтрати, Вт.

Q_d – додаткові тепловтрати.

$\Sigma\beta$ - сума додаткових тепловтрат виражених в частках від основних тепловтрат.

Згідно вимогам [3] додаткові тепловтрати β через огороження в частках від основних тепловтрат приймаємо:

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

1. У громадських та адміністративно-побутових приміщеннях за наявності двох або більше зовнішніх стін коефіцієнт приймається як 0,15, якщо одна зі стін виходить на північ, схід, північний схід або північний захід. В інших випадках цей коефіцієнт становить 0,1.

2. У приміщеннях будь-якого призначення через зовнішні вертикальні та нахилені стіни, двері й вікна, що розташовані на північ, схід, північний схід і північний захід, враховується в розмірі $\beta = 0,1$, а для південного сходу та заходу - в розмірі $\beta = 0,05$.

3. Для зовнішніх воріт, які не оснащені повітряними або повітряно-тепловими завісами, значення коефіцієнта встановлюється як $\beta = 3$ у разі відсутності тамбура та як $\beta = 1$ при наявності тамбура біля воріт.

Визначаємо основні тепловтрати через огорожуючі конструкції приміщення:

$$Q_o = \frac{1}{R_o} \times F_o \times (t_{вн} - t_з) \times n \times 10^{-3} = K \times F_o \times (t_{вн} - t_з) \times n \times 10^{-3}, \text{кВт} \quad (2.2)$$

Де F_o - площа огорожуючої конструкції, м^2 ,

R_o - опір теплопередачі огорожуючої конструкції, $(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$,

$t_з$ - розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$,

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$,

K - коефіцієнт теплопередачі огорожуючої конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$,

n - коефіцієнт, який приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції по відношенню до зовнішнього повітря.

Визначаємо розрахункові втрати теплоти на нагрівання повітря (яке інфільтрується через нещільності огорожуючих конструкцій):

$$Q_{инф} = (0,2...0,3) \times Q_o, \text{кВт} \quad (2.3)$$

Визначаємо розрахункові втрати теплоти на нагрівання припливного повітря:

$$Q_{впр.л.} = L \times c \times \rho \times \Delta t \times 10^{-3}, \text{кВт} \quad (2.4)$$

Де L - даного приміщення, $(\text{м}^3/\text{Год})$.

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

Визначається витрата повітря за формулою:

$$L = V_{np} \times n \quad (2.5)$$

Де V_{np} - об'єм приміщення, м³,

n - кратність повітря 1/год, $n = 1$,

c - теплоємність повітря, (кДж/кг°С),

$\Delta t = t_3 - t_{вн}$ - різниця температур зовнішнього повітря t_3 та внутрішнього повітря в приміщенні $t_{вн}$, °С.

ρ - густина внутрішнього повітря (при швидкості повітря в робочій зоні 0,2 м/с $\rho = 1,2$), кг/м³.

Визначаємо густину внутрішнього повітря, (кг/м³):

$$\rho_{вн} = \frac{353}{273 + t_{вн}} \quad (2.6)$$

Приміщення, де обсяг витяжки перевищує однократний повітрообмін, зазвичай слід проектувати з припливною вентиляцією із підігрітим повітрям.

Розраховуємо тепловтрати Q_e , пов'язані з нагріванням зовнішнього повітря, яке проникає у вхідні вестибюлі, холи та сходові клітки будинків через відкриті зовнішні двері за відсутності повітряно-теплових завіс:

$$Q_e = 0,7 B_e (H + 0,8 p) (t_{вн} - t_{зовн}) \quad (2.7)$$

Де p – кількість людей, що знаходяться в будинку (із розрахунку 13 м² житлової площі на людину),

B_e – коефіцієнт, який враховує кількість вхідних тамбурів, $B_e = 1$ при 1 тамбурі (2 дверях), $B_e = 0,6$ при 2 тамбурах (3 дверях),

H – висота будинку (від рівня землі до оголовка витяжної шахти), м.

Розраховуємо сумарні тепловтрати:

$$\Sigma Q = Q_o + Q_{инф} + Q_e, кВт \quad (2.8)$$

Розрахунки наведено у додатку .

Тепловий баланс розрахункового приміщення визначають для оцінки надлишків або нестачі тепла, які необхідно компенсувати за допомогою систем вентиляції чи кондиціонування. У приміщенні з постійним (стаціонарним,

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

незмінним у часі) тепловим режимом має бути досягнута рівновага тепла, що відповідає закону збереження енергії.

Визначається тепловий баланс приміщень за умови теплової рівноваги огорожуючих конструкцій та обладнання, що забезпечується стабільністю та незмінністю їх температур:

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^n Q_{надi} - \sum_{j=1}^m Q_{втрj} \cdot \quad (2.9)$$

Одним із компонентів рівняння теплового балансу є тепла енергія, яка виділяється людьми. Вона складається з двох частин: явної променисто-конвективної теплоти Q_l та прихованої теплоти випаровування $Q_{пр.л}$. Загальна кількість теплоти $Q_{л hf}$, що виділяється людським організмом, визначається рівнем фізичної активності, теплоізоляційними властивостями одягу та температурними умовами середовища. Визначаємо повну кількість теплоти від людей, яка надходить у приміщення:

$$Q_{л hf} = \sum_{i=1}^n q_{hfi} \times n_i \quad (2.10)$$

Де n_i - число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд, q_{hfi} – питома виділення повної теплоти однією людиною, Вт/люд, залежить від інтенсивності праці та температури робочої зони.

Визначаємо теплонадходження від освітлення:

$$Q_{осв} = F \times N_{nut} \times \eta_{осв} \quad (2.11)$$

Де N_{nut} – питома потужність освітлювальних ламп, Вт/м²,

F – площа підлоги приміщення, м²,

$\eta_{осв}$ – коефіцієнт, який враховує надходження теплоти у робочу зону приміщення від світильників різного типу (0,55 – люмінесцентних світильників, 0,85 – розжарювання).

Визначаємо теплонадходження у приміщення через світлові прорізи та дахові покриття, суміщені з перекриттям, за рахунок сонячної радіації:

$$Q_{cp} = F_{np} \times q_{cp}^{np} + F_{nep} \times q_{cp}^{nep} \quad (2.12)$$

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

Де $q^{np}_{c.p.}$ та $q^{nep}_{c.p.}$ - питомі теплонадходження за рахунок сонячної радіації через світлові прорізи та покриття суміщене з перекриттям, Вт/м². В розрахунках $q^{np}_{c.p.}$ та $q^{nep}_{c.p.}$ враховуємо орієнтацію прорізу відносно сторін світу, типу та характеристики засклення прорізу, географічної широти розташування об'єкту.

F_{np} та F_{nep} – сума площ, відповідно світлових прорізів та перекриття, суміщеного з покриттям, м².

Визначаємо теплонадходження у приміщення через огорожуючі конструкції за рахунок сонячної радіації:

$$Q_{c.p.} = k \times (t_z - t_{вн}) \times n \times A, \text{Вт} \quad (2.13)$$

Де t_z – температура зовнішнього повітря, °С,

$t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, °С,

k – коефіцієнт теплопередачі ($k=1/R$), Вт/(м² °С), для стін $k = 0,45$,

A – площа огорожуючої конструкції,

n – коефіцієнт, що враховує орієнтацію огорожуючих конструкцій.

Визначаємо кількість холоду, яку необхідно затратити, для охолодження повітря від температури 28,7 °С до температури 24 °С:

$$Q_{вент} = \frac{L_{in} \times \rho \times \Delta t}{3,6} \quad (2.14)$$

Приклад розрахунку житлової кімнати 010 (1 поверх)

- Теплонадходження у приміщення через огорожуючі конструкції за рахунок сонячної радіації:

$$Q_{c.p.} = k \times (t_z - t_{вн}) \times n \times A = 0,45 \times (32 - 26) \times 18,4 \times 1 = 50 \text{Вт}$$

Де $n=1$, $A=18,4$ м².

- Теплонадходження від штучного освітлення:

$$Q_{осв} = F \times N_{нум} \times \eta_{осв} = 14,23 \times 12 \times 0,85 = 145 \text{Вт}$$

Де $N_{нум} = 12$ Вт/м², $F=14,23$ м², $\eta_{осв}=0,85$.

Враховуємо надходження теплоти від інших джерел (300 Вт):

$$\Sigma Q_{осв} = 145 + 300 = 445 \text{Вт}$$

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

- Теплонадходження від людей:

$$Q_{lhf} = \sum_{\Sigma i=1}^n q_{hf} \times n_1 = 4 \times 125 \times = 500 \text{ Вт}$$

Де $n=4$ чол, $q_{hf}=125$ Вт (в стані спокою при $t=20$ °С).

- Теплонадходження у приміщення через світлові прорізи та дахові покриття, суміщені з перекриттям, за рахунок сонячної радіації:

$$Q_{c.p.} = F_{np} \times q_{c.p.}^{np} \times \alpha + F_{nep} \times q_{c.p.}^{nep} = 4,76 \times 435 \times 0,6 = 1242 \text{ Вт}$$

Де $q_{c.p.}^{np}=435$ Вт/м², $F_{np}=1,7 \times 1,4 \times 2=4,76$ м²; $\alpha=0,6$.

- Теплонадходження від зовнішнього повітря:

$$Q_{вент} = \frac{L_{in} \times \rho \times \Delta t}{3,6} = \frac{120 \times 1,2 \times (56,1 - 48,9)}{3600} = 0,3 \text{ кВт}$$

Загальна кількість тепла, що потрапляє в житлову кімнату і яку необхідно асимілювати в світлий час доби влітку: $\Sigma Q = Q_{lh} + Q_{cp}$,

$$\Sigma Q = 500 + 300 + 300 + 1242 + 50 = 2392 \text{ Вт}$$

Загальна кількість тепла, яка потрапляє у житлову кімнату і яку необхідно поглинути (асимілювати) в нічний час протягом літнього періоду:

$$\Sigma Q = Q_{lh} + \Sigma Q_{осв} ,$$

$$\Sigma Q = 500 + 300 + 300 + 100 = 1200 \text{ Вт}$$

Використовуємо в розрахунках перше значення $\Sigma Q=2350$ Вт, так як в світлу частину доби теплонадходження більші, ніж в темну.

За аналогічною методикою розраховуються всі інші приміщення будівлі. Результати розрахунків наведені у додатку.

Тепловий баланс:

$$Q_1 = Q_{ос} + Q_в - Q_m, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

Де Q_1 – тепловий баланс приміщення, Вт,

$Q_в$ – тепловтрати на нагрівання інфільтраційного (вентиляційного) повітря,

Q_m – регулярні теплові надходження, Вт,

$Q_{ос}$ – основні та додаткові втрати теплоти через огорожуючі конструкції, Вт;

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

3.1. Потужності системи опалення

Визначаємо розрахункову теплову потужність [6]:

$$Q=(Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2+Q_2-Q_3) \cdot 1,1 \quad (3.1)$$

Де Q_1 – розрахункові тепловтрати будівлі, Вт,

Q_2 – втрати теплоти, Вт, трубопроводами, що прокладаються в неопалювальних приміщеннях,

Q_3 – тепловий потік, Вт, що надходить від освітлення, обладнання і людей,

b_1 – коефіцієнт урахування додаткового теплового потоку прийнятих до установки опалювальних приладів, який виникає внаслідок округлення їх поверхні понад розрахункову величину,

b_2 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень.

Визначаємо розрахункову теплову потужність [7]:

$$Q_{on} = 1,1 \cdot (Q_{og} + Q_v + Q_{вн} - 0,9 \cdot Q_{тр} - Q_{zn}) \quad (3.2)$$

Де Q_v – тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря, Вт,

Q_{og} – тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі, Вт,

$Q_{вн}$ – втрати, Вт, через внутрішні стіни, що відокремлюють приміщення.

Щоб обчислити величину $Q_{вн}$, слід враховувати тільки у випадку, коли розраховуємо опалювальні прилади, обладнані автоматичними терморегуляторами і тільки через одну внутрішню стіну при наявності різниці температур між суміжними приміщеннями 8 °С.

Q_{zn} – тепловий потік, Вт, котрий регулярно надходить від технологічного обладнання, людей. В даних приміщеннях величина Q_{zn} не враховується,

$Q_{тр}$ – тепловий потік, Вт, від неізольованих трубопроводів, прокладаються в приміщеннях.

Визначаємо розрахункову теплову потужність системи опалення за формулою [8]:

$$Q_{co} = Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 + Q_2 - Q_3 \quad (3.3)$$

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

Де Q_2 – тепловтрати трубопроводів прокладених в неопалювальних приміщеннях, Вт:

$$Q_2 = 0,04 \cdot Q_1 \quad (3.4)$$

Q_3 – теплонадходження в приміщення, Вт:

$$Q_3 = 10 \cdot A_{zn} \quad (3.5)$$

A_{zn} – загальна площа будинку, м².

Питомий тепловий потік для систем опалення не повинен бути більшим за контрольні показники питомого теплового потоку:

$$q_{nut} = Q_{co} / \sum A_{zn} \quad (3.6)$$

Величина питомої теплової потужності q_{nut} не перевищує контрольного значення q_k , умова виконується.

Величина питомого річного теплоспоживання системою опалення:

$$w_{пит} = Q_{рік} / A_{к.п} \quad (3.7)$$

Де $Q_{рік}$ – величина розрахункового теплоспоживання, ГДж/рік,

$A_{к.п}$ – корисна площа будівлі, м².

Визначаємо величину розрахункового теплоспоживання, ГДж/рік:

$$Q_{рік} = 0,0864 \cdot Q_{co} \cdot 10^{-3} \cdot S \cdot \alpha_T \cdot b_{рпк} \cdot C_T / (t_{вн} - t_{зовн.5}) \quad (3.8)$$

Де $t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С,

$t_{зовн.5}$ – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, °С,

S_{oc} – кількість градусодіб опалювального сезону.

Визначаємо розрахункову теплову потужність системи водяного опалення [8]:

$$Q_{co} = \frac{\sum Q_1 b_1 b_2}{0,97} \text{ ,Вт} \quad (3.9)$$

Де b_1 – коефіцієнт урахування додаткового теплового потоку прийнятих до установки опалювальних приладів, $b_1 = 1,08$,

b_2 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень, $b_2 = 1,04$,

Q_1 – тепловий баланс приміщень будинку, Вт,

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

0,97 – коефіцієнт, який враховує 3% непродуктивні тепловтрати трубопроводами, що прокладаються в неопалюваних приміщеннях.

$$Q_{co} = \frac{(149694 \cdot 1,08 \cdot 1,04)}{0,97} = 173336, \text{ Вт} \quad (3.10)$$

Визначаємо величину розрахункового річного теплоспоживання W , ГДж/рік:

$$W = \frac{3,6 Q_{co} 24 Z_{oc} S_{oc} 10^{-6} abc}{(t_{вн} - t_{зовн5})}, \text{ ГДж/рік} \quad (3.11)$$

Де Q_{co} – розрахункова теплова потужність системи опалення, Вт,

3,6 – перевідний коефіцієнт, 24 – кількість годин у добі,

S_{oc} – кількість градусодіб опалювального сезону,

Z_{oc} – тривалість опалювального сезону, днів,

t_{oc} – середня температура зовнішнього повітря опалювального сезону, °С,

$t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря,

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

a – коефіцієнт, враховується, якщо система опалення обладнана приладами автоматичного зменшення теплової потужності у неробочий час, $a=1$,

b – коефіцієнт, враховується, якщо більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними терморегуляторами, $b = 0,9$,

c – коефіцієнт, який треба врахувати, якщо на абонентському уводі (в ІТП) встановлені прилади автоматичного пофасадного регулювання, $c = 1$.

Визначаємо розрахункову витрату води в системі опалення G_{co} , кг/год:

$$G_{co} = \frac{0,86 Q_{co}}{t_2 - t_0} \quad (3.12)$$

$$c = 1 \quad G_{co} = \frac{0,86 Q_{co}}{T - t_0} \quad (3.13)$$

Визначаємо величину питомої теплової потужності, Вт/м²:

$$q = \frac{Q_{co}}{A_{к.п.}} \quad (3.14)$$

Де $A_{к.п.}$ - корисна площа будівлі, м³.

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

Величина питомої теплової потужності системи опалення q не перевищує нормативних контрольних значень $q_k=65\text{Вт/м}^2$.

Визначаємо визначене розрахункове річне теплоспоживання системою опалення W , до 1м^2 корисної площі, ГДж/($\text{м}^2 \cdot \text{рік}$):

$$W = \frac{W}{\text{АКП}} \quad (3.15)$$

Визначена величина W не повинна перевищувати нормативну W_k :

$$W = \frac{1260}{3221} = 0.39\text{ГДж /}(\text{м}^2 \text{ рік})$$

Величина питомого річного теплоспоживання W не перевищує нормативну контрольних значень $W_k=0,45 \text{ ГДж/}(\text{м}^2 \text{ рік})$.

3.2. Гідравлічний розрахунок

Визначаємо втрату тиску на розрахунковій ділянці трубопроводу за методом характеристик опору [8]:

$$\Delta P = S \times G^2, \quad (3.16)$$

Де S – значення опору розрахункової ділянки трубопроводу, Па/(кг/год)².

$$S = A \times \xi_{\text{прив}}, \quad (3.17)$$

Де A – значення питомий динамічний тиск, Па/(кг/год)², в розрахунковій ділянці трубопроводу,

$\xi_{\text{прив}}$ – приведений коефіцієнт опору розрахункової ділянки трубопроводу:

$$\xi_{\text{прив}} = \frac{\lambda}{d} \times l + \Sigma \xi, \quad (3.18)$$

Де L – внутрішній діаметр труби, м,

$\Sigma \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці трубопроводу,

λ/d – приведений коефіцієнт тертя труби, м⁻¹.

Визначаємо характеристику опору S послідовно розташованих ділянок трубопроводів із постійною витратою води:

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

$$S_{1-2} = S_1 + S_2, \quad (3.19)$$

Де S_1, S_2 – значення характеристик опору цих ділянок.

Визначаємо витрату води в будь-якій ділянці стояка двотрубною системи опалення:

$$G_{cmij} = G_{co} \times \varphi_{ij}, \quad (3.20)$$

Де φ – частка загальних втрат води в системі опалення, яка припадає на j -ту ділянку стояка.

$$\varphi_{ij} = \frac{\sum_1^m Q_{1,j}}{Q_1}, \quad (3.21)$$

Де Q_1 – розрахункові тепловтрати будинку, без урахування тепловтрат сходової клітки, Вт,

$\sum Q_{1,j}$ – теплові втрати будинку, що припадають на j -ту ділянку стояка, Вт.

Визначаємо витрату води в опалювальному приладі:

$$G_{onj} = G_{co} \times \psi_j, \quad (3.22)$$

Де ψ_j – частка загальної витрати води в системі опалення, що припадає на j -тий опалювальний прилад:

$$\psi_j = \frac{Q_{1,j}}{Q_1}, \quad (3.23)$$

Де $Q_{1,j}$ – тепловтрати приміщення, для якого розраховується j -тий опалювальний прилад, Вт.

Витрати води на розрахункових ділянках горизонтальних двотрубних приладових віток обчислюються як сума витрат води в опалювальних приладах, які обслуговуються цими розрахунковими ділянками.

Розраховуємо втрату тиску води на тертя в розрахунковій ділянці трубопроводу у випадку використання методу питомих втрат тиску на тертя:

$$\Delta P = R \times l, \quad (3.24)$$

Де l – довжина трубопроводу, м,

R – питома втрата тиску на тертя у трубопроводі, Па/м.

Визначаємо втрати тиску води в місцевих опорах:

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

$$\Delta P = \sum \xi \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3.25)$$

Де ρ – густина води при 60 °С, $\rho = 983,2$ кг/м³,

v – швидкість води, м/с.

При визначенні втрат тиску у водопроводі опалювального приладу двотрубною системою ГВП необхідно стежити за тим, щоб вони становили не менше 70% загальних втрат тиску циркуляційного контуру, не враховуючи втрат тиску в загальній зоні. Невраховані циркуляційні втрати тиску в системі повинні дорівнювати 10% від максимальних втрат тиску.

Знаходимо втрати тиску води $\Delta P_{ок}$ в основному кільці приладової вітки:

$$\Delta P_{ок} = \sum \Delta P + \Delta P_{оп.ок} + \Delta P_{к.ок} \quad (3.26)$$

Перевіряємо обмеження щодо мінімальних втрат тиску води у підводках до опалювальних приладів, які повинні складати не менше 70% загальних втрат тиску в циркуляційних кільцях без урахування втрат тиску в загальних ділянках.

$$\frac{\Delta P_{к1} + \Delta P_{оп}}{\sum \Delta P} \geq \frac{30}{70} = 2,33. \quad (3.27)$$

Результати гідравлічних розрахунків наведені в додатку.

3.3. Підбір опалювальних приладів

В даній громадській будівлі система опалення двотрубна, на вході в кожний з опалюваних приладів температура води дорівнює $t_1 = 80^\circ\text{C}$, а на виході $t_2 = 60^\circ\text{C}$.

В якості опалювальних приладів обрані сталеві панельні радіатори компанії «Vogel&Noot» з нижнім підключенням, які можуть вільно монтуватися на стінах та до гладких труб. Використання різних типорозмірів радіаторів зумовлене різноманітними архітектурно-будівельними рішеннями в приміщеннях будівлі.

Основною метою теплового розрахунку є визначення довжини кожного опалювального приладу так, щоб його фактична потужність перевищувала розрахункову, яка визначається на основі теплового балансу для кожного приміщення адміністративно-побутового корпусу. Якщо в одному приміщенні

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

передбачено один або кілька радіаторів, їх загальна теплова потужність розраховується як частка від загальної розрахункової потужності опалювальних приладів у цьому приміщенні. Для автоматичного підтримання температури в приміщеннях та з метою енергозбереження на подаючій трубі всіх опалювальних приладів встановлюються автоматичні терморегулятори RA-Nпр від компанії Danfoss.

Завищення встановленої довжини, а отже, і тепловіддачі опалювальних приладів, має на меті забезпечити розрахунковий температурний режим у приміщеннях будівлі за несприятливих умов зовнішнього повітря.

Вибираємо настінні панельні радіатори від компанії "Vogel&Noot" з нижнім підключенням як опалювальні пристрої. Вони мають гладку поверхню, яка відповідає санітарно-гігієнічним та естетичним вимогам, тонку стінку та невелику вагу у порівнянні з застарілими сталевими радіаторами.

Вибираємо реєстри з гладких труб, які знаходяться в технічних приміщеннях та венткамерах. Вони мають гладку поверхню, яку легко очищати від пилу. Але через їх гладку поверхню, пристрої з гладких труб займають багато місця та є високою вартістю. Термостатичні елементи виробника "Danfoss" використовуємо виключно в офісних та адміністративних приміщеннях. Для складів, технічних приміщень та венткамер використовуємо захисні ковпачки замість них.

Визначаємо розрахункову теплову потужність, Вт, опалювального приладу:

$$Q_{o.n.}^{номр} = (Q_1 + Q_{вн} - 0,9 \cdot Q_{т.р.} - Q_{з.п}) \epsilon_2 \epsilon_3, \quad (3.28)$$

Де $Q_{т.р.}$ – тепловий потік, від неізольованих трубопроводів системи опалення, Вт (при використанні металопластикових труб величину $0,9 Q_{т.р.}$ можна не враховувати),

$Q_{вн}$ – тепловтрати, через внутрішні стіни, що відокремлюють приміщення, Вт,

Q_1 - тепловтрати приміщення, Вт,

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

$Q_{з.п.}$ – тепловий потік, який надходить від людей та електричних приладів, беремо 10 Вт з 1м²,

ϵ_2 - коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень, $\epsilon_2=1,04$,

ϵ_3 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти при способі установки опалювального приладу, вільно біля стіни $\epsilon_3 = 1$.

У разі наявності кількох опалювальних приладів у приміщенні тепло розподіляється рівномірно між ними.

Визначаємо розходження між величинами фактичного та потрібного теплових потоків:

$$M = \frac{Q_{о.п.}^{\phi} - Q_{о.п.}^{нотр}}{Q_{о.п.}^{\phi}} \cdot 100 \quad (3.29)$$

Визначаємо за таблицею значення $Q_{о.п.}^{\phi}$. Воно повиненно бути близьким до значення $Q_{о.п.}^{нотр}$ та розходження в бік зменшення не повинно перевищувати 5% або 60 Вт.

Відповідно до вимог [2], для забезпечення можливості ремонту системи опалення та системи тепlopостачання, калориферів у проекті передбачені наступні заходи:

- В проекті встановлено арматуру для відключення ділянок систем, які потребують ремонту, а також для виведення води в допоміжних і побутових приміщеннях.
- Забезпечено відкритий доступ до приладів та арматури у приміщеннях.

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

РОЗДІЛ 4.
ВЕНТИЛЯЦІЯ
ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

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

4.1. Розрахунок повітрообміну

Визначаємо повітрообмін за санітарними нормами [10] :

$$L_{in_{cu}} = L_{cu} \times n \quad (4.1)$$

Де n – кількість людей.

Визначаємо кількість припливного повітря для приміщення 010 (1 поверх):

$$L_{in_{cu}}^5 = 30 \times 4 = 120 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (4.2)$$

Визначають повітрообмін в приміщеннях також за кратністю. Кратність це питома характеристика, що оцінює інтенсивність повітрообміну в приміщенні:

$$K_{p_{in}} = \frac{L_{in}}{V} \quad (4.3)$$

Де V – об'єм приміщення, м^3 ,

L_{in} – кількість повітря припливного або повітря що видаляється, $\text{м}^3/\text{год}$.

За нормативною кратністю повітрообмін приміщення на видалення повітря або на подачу:

$$L_{in_{sp}} = K_{p_{in}} \times V. \quad (4.4)$$

Значення K_p наведено у [2], де зазначені кратності по видаленню й подачі повітря.

Системи вентиляції повинні забезпечувати повітрообмін за встановленою нормою, використовуючи припливну та витяжну вентиляцію. Якщо встановлені норми для повітрообміну в окремих приміщеннях не співпадають, недостаючу кількість повітря для досягнення балансу необхідно подавати з суміжних приміщень.

Для компенсації різниці між сумарною подачею та видаленням повітря (дисбаланс) необхідно виносити (якщо видалено забагато) або додавати (якщо подано забагато) до коридора загального приміщення.

Дані розрахунків зведено до табл.4.1.

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

Таблиця 4.1.

№ приміщення	Найменування приміщення	Розрахунковий об'єм, м3	К-ть людей	Розрахункова норма подачі повітря	К-ть припливу повітря, м3/год	Розрахункова норма витяжки повітря	К-ть витяжного повітря, м3/год	Вентиляційна система
001		828,12		1 крат	828	1 К	828	П1, В1
001*		309,60		1 крат	310	1 К	310	П1, В1
002		118,02		1 крат	118	1 К	118	П1, В1
003		828,06		1 крат	828	1 К	828	П1, В1
004		312,84		1 крат	313	1 К	313	П1, В1
005		279,84		1 крат	280	1 К	280	П1, В1
006		679,86		1 крат	680	1 К	680	П1, В1
007		485,64		1 крат	486	1 К	486	П1, В1
008		40,64		1 крат	41	1 К	41	П1, В1
008*		40,19		1 крат	40	1 К	40	П1, В1
009		52,75		1 крат	53	1 К	53	П1, В1
009*	Венткамера	74,07		2 крат	148	1 К	74	П1, В1
010		49,81	4	30 м3/год на 1 людину	120	30 м3/год на 1 людину	120	П2, В2
011		39,41	3	60 м3/год на 1 людину	180	60 м3/год на 1 людину	180	П2, В2
012		32,87	2	60 м3/год на 1 людину	120	60 м3/год на 1 людину	120	П2, В2
013		11,24		-	-	75 м3/год на прибор	75	В5
014		16,80		-	-	50 м3/год на прибор	150	В5
015		13,76		-	-	2 К	28	В6
016		18,10		-	-	2 К	36	В7
017		28,32	2	60 м3/год на 1 людину	120	60 м3/год на 1 людину	120	П3, В3
018		93,63	8	60 м3/год на 1 людину	480	60 м3/год на 1 людину	480	П3, В3
019		41,16		1 К	41	-	-	П3
020		38,61	6	60 м3/год на 1 людину	180	30 м3/год на 1 людину	180	П3, В3
021		100,45	6	60 м3/год на 1 людину	180	30 м3/год на 1 людину	180	П3, В3
022		117,00	6	60 м3/год на 1 людину	360	60 м3/год на 1 людину	360	П4, В4
023		114,36	5	60 м3/год на 1 людину	300	60 м3/год на 1 людину	300	П4, В4

Арк.

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

024		68,39	3	60 м3/год на 1 людину	180	60 м3/год на 1 людину	180	П4, В4
025		38,09		-	-	-	-	-
026		154,88		на компенсацію витяжки з с/у	200	-	-	П4
027		70,93	3	60 м3/год на 1 людину	180	60 м3/год на 1 людину	180	П4, В4
028		21,26	-	-	-	50 м3/год на прибор	100	В8, В9
029		21,47	-	-	-	50 м3/год на прибор	100	В10, В11
030		101,24	5	60 м3/год на 1 людину	300	60 м3/год на 1 людину	300	П4, В4
031		133,06	6	60 м3/год на 1 людину	360	60 м3/год на 1 людину	360	П4, В4
032	Серверна	62,72		-	-	2 К	125	В12
201		108,90	6	60 м3/год на 1 людину	360	60 м3/год на 1 людину	360	П4, В4
202		106,59	5	60 м3/год на 1 людину	300	60 м3/год на 1 людину	300	П4, В4
203		56,43	3	60 м3/год на 1 людину	180	60 м3/год на 1 людину	180	П4, В4
204		48,58		-	-	-	-	-
205	Венткамера	63,69	-	2 крат	127	1 К	64	П4, В4
206		19,93		-	-	50 м3/год на прибор	100	В13, В14
207		20,13		-	-	50 м3/год на прибор	100	В15, В16
208		145,20		на компенсацію витяжки з с/у	200	-	-	П4
209		94,91	5	60 м3/год на 1 людину	300	60 м3/год на 1 людину	300	П4, В4
210		124,74	6	60 м3/год на 1 людину	360	60 м3/год на 1 людину	360	П4, В4

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

4.2. Принципові рішення систем вентиляції та кондиціонування повітря

На основі наданих даних було розроблено систему вентиляції, яка включає загальнообмінну припливну та витяжну вентиляцію для забезпечення відповідних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях і дотримання нормованих кратностей обміну повітря.

Також передбачено кондиціонування повітря другого класу для ефективного відведення надлишків тепла й вологи.

Обсяги повітрообміну визначені розрахунками, представленими у таблиці 4.1. Які базуються на отриманих даних щодо викидів забруднюючих речовин, тепла та вологи від людей, обладнання, устаткування, електроосвітлення і проникнення через огорожуючі конструкції будівлі. Для побутових приміщень також враховані норми кратностей обміну повітря, які визначені відповідними документами [10].

У приміщеннях адміністративно-побутового призначення мають місце шкідливі викиди, які забруднюють повітря, такі як:

- Водяна пара від людей.
- Тепло, що виділяється від людей, електрообладнання, електричне освітлення, а також через огорожуючі конструкції будівлі.

Приток повітря забезпечується відповідно до санітарних норм для однієї людини в умовах легкої роботи у відсутності природного провітрювання. Ураховуються характеристики сучасних конструкцій та існуюча система кондиціонування, при цьому розрахунки виконані за максимального завантаження приміщень людьми.

Приплив повітря до приміщень реалізований за допомогою систем П2В2, П3В3, та П4В4 з механічним стимулюванням, очищенням повітря у касетних фільтрах, а також нагріванням зимовими місяцями зовнішнього свіжого повітря у калорифері та рекуперацією тепла.

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

Подача свіжого повітря зверху донизу через роздавальні решітки, що встановлені у площині підвісного стелі або на стінах, забезпечується.

Видалення повітря з приміщень здійснюється безпосередньо з самого приміщення. Відвід повітря організовано вище, ніж покрівля будівлі.

Основні джерела забруднень повітря у складських приміщеннях: тепло від людей, освітлення та заборонені конструкції будівлі.

Переплив повітря та витяжка повітря виконуються за допомогою механічної системи П1В1, яка включає очищення повітря у касетних фільтрах та підігрів зимового зовнішнього повітря в калорифері, а також використання теплоти через рекуперацію.

Згідно проекту, механічні системи витяжної вентиляції розраховані на видалення повітря з урахуванням норм для одного санітарного пристрою в технічних приміщеннях та санвузлах.

Повітряний потік для приміщень реалізовано шляхом переходу з суміжних приміщень через відкриті прорізи в стінах або перетічні аераційні решітки у дверях. Викид повітря з витяжних систем здійснюється понад покрівлю будівлі.

У приміщеннях адміністративного та побутового призначення передбачено кондиціювання повітря відповідно до другого класу, забезпечуючи комфорт для працівників. Системи кондиціювання функціонують лише під час робочого дня.

У розрахунках були враховані встановлені оптимальні параметри внутрішнього повітря для будівель, що обслуговуються системами кондиціювання [2]:

-температура:	теплий період року	23÷ 25	°С
	холодний період року	20 ÷ 22	°С
-вологість	(відносна)	30 ÷ 60	%
-рухливість повітря	на робочих місцях	0,3	м/сек

Параметри зовнішнього повітря у відповідності до вимог [2], коли значення нижчі за стандартні параметри "Б": температура на 2°С і ентальпія на 2 кДж/кг.

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

До складу системи кондиціонування, яка забезпечує підтримання зазначених параметрів повітря в обслуговуваних приміщеннях та враховує необхідність охолодження припливу свіжого зовнішнього повітря, входять такі проєктовані компоненти, обладнання та заходи [11]:

- Розподільча трубопровідна система для подачі холодоносія, оснащена відсічною арматурою та регулюючими приладами.
- Місцеві пристрої для охолодження повітря, зокрема внутрішні блоки.
- Генератори холоду, представлені зовнішніми блоками хладонових компресорів із повітряноохолоджуваними конденсаторами, призначеними для приготування холодоагенту для місцевих пристроїв охолодження повітря.
- Мікропроцесорні системи керування та регулювання параметрів повітря в приміщеннях із відповідними регуляторами.

Залежно від розташування груп приміщень і технічних можливостей обладнання, обирають системи кондиціонування таких типів: мультизональні, мульти-спліт, спліт або спеціалізоване обладнання.

Мультизональна система кондиціонування VRV IV забезпечує контроль температури в обслуговуваних приміщеннях шляхом регулювання витрати холодоагенту через охолоджуючі пристрої з використанням методу пропорційно-інтегрального налаштування. У поєднанні з контролем тиску кипіння холодоагенту у зовнішньому блоці, де встановлено інверторний привід компресора, досягається практично точне регулювання температури комфортної зони в будівлі.

Керований контролером, електронний розширювальний клапан, регулює витрату холодоагенту через внутрішній блок системи, забезпечуючи відповідність його холодопродуктивності тепловому навантаженню приміщення. Система VRV розроблена для підтримання стабільного рівня температури в обслуговуваних приміщеннях, уникаючи різких коливань температури. Така висока точність регулювання недосяжна для звичайних систем, що працюють за принципом "пуск-зупинка".

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

Відповідно до теплотехнічного розрахунку були обрані такі системи:

- K1, K2 – мультиспліт-система на базі одного зовнішнього блоку 3MXS68 з трьома внутрішніми блоками настінного типу монтажу від компанії DAIKIN (Японія)
- K3 – мультизональна система із зовнішнім блоком RXYQ14P9 та внутрішніми блоками від DAIKIN (Японія)
- K4 – спліт-система з зовнішнім блоком RXS60 і настінним внутрішнім блоком від DAIKIN (Японія)
- K5 – прецизійний кондиціонер шафового типу від компанії Emerson.

4.3. Аеродинамічний розрахунок

Під час складання вентиляційної системи уніфіковані трійники розташовують так, щоб обсяги повітря в бокових відводах не перевищували витрат у прохідній частині трійника.

Розробляється аксонометрична схема вентиляційної системи, на якій позначають відомі витрати повітря на окремих ділянках [14]. Нумерацію ділянок виконують спочатку по головній магістралі, а після цього — на відгалуженнях. Витрати повітря розраховують шляхом підсумовування обсягів на окремих відгалуженнях, починаючи з периферійних ділянок у напрямку до вентилятора. Геометричну довжину та значення витрат для кожної ділянки разом із її номером наносять на аксонометричну схему та фіксують у розрахунковій таблиці.

Головна магістраль вентиляційної системи являє собою послідовний ланцюг ділянок максимальної довжини, що починається від вентилятора. Найбільш навантаженою та геометрично віддаленою частиною магістралі є її кінцева секція. Розрахункова ділянка визначається як сегмент повітропроводу, де витрата повітря та поперечний переріз залишаються незмінними.

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

Розраховуємо площу поперечного перерізу повітропроводу, враховуючи допустиму швидкість руху повітря на відповідній ділянці повітропроводу v_{dil} , м/с:

$$f_p = \frac{L_{dil}}{3600 \times g_{dil}} \quad (4.5)$$

Де L_{dil} – витрата повітря на ділянці, м³/год.

За розміром f_p обирається стандартний діаметр повітропроводу за умови, що розрахункова площа поперечного перерізу f_p дорівнює фактичній площі f_ϕ . Для прямокутних повітропроводів виконують розрахунок еквівалентного діаметра за допомогою відповідної формули:

$$d_e = \frac{2 \times a \times b}{(a + b)}. \quad (4.6)$$

Обчислюємо фактичну швидкість руху повітря в поперечному перерізі повітропроводу:

$$g_\phi = \frac{L_{dil}}{3600 \times f_{dil}}. \quad (4.7)$$

Розраховують за цією величиною динамічний тиск на ділянці, використовуючи відповідну формулу.

$$P_o = \frac{\rho \times g_\phi^2}{2}. \quad (4.8)$$

Розраховуємо питомі втрати тиску на подолання опору тертя R в Па/м, визначаємо коефіцієнт β_u , а також поправочні коефіцієнти K_1 та K_2 , що враховують температуру повітря, яке транспортується через повітропровід.

Визначаємо втрати тиску на подолання опору тертя:

$$\Delta P_m = R \times l \times \beta_u \times K_1. \quad (4.9)$$

Визначають для типів місцевих опорів, що розташовані на розрахунковій ділянці, відповідні коефіцієнти місцевих опорів. З використанням цих коефіцієнтів виконують розрахунок втрат тиску, спричинених подоланням місцевих опорів на обраній ділянці повітропроводу, згідно з формулою:

$$\Delta P_{zo} = \sum_{i=1}^n \zeta_i \times P_o \times K_2. \quad (4.10)$$

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

Загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці повітропроводу вентиляційної системи:

$$\Delta P_{dil} = R \times l \times \beta_{uw} \times K_1 + \sum_{i=1}^n \zeta_i \times P_d \times K_2 \quad (4.11)$$

Загальні втрати тиску в системі:

$$\Delta P_c = 1,1 \times \sum_{i=1}^n \left(R \times l_{dil} \times \beta_{uw} \times K_1 + \sum_{i=1}^n \zeta_i \times \frac{\rho \times G_i^2}{2} \times K_2 \right) + \Sigma P_{ob} \quad (4.12)$$

Де n – кількість ділянок, що розташовані на магістралі,

ΣP_{ob} – сумарні втрати тиску на подолання аеродинамічного опору обладнання,

Па,

1,1 – коефіцієнт запасу, який враховує невраховані втрати тиску в системі.

Розрахунок відгалужень системи здійснюється в аналогічній послідовності, як і для ділянок магістрального напрямку, з визначенням ΔP_{vid} . Після визначення загальних втрат тиску на відгалуженні ΔP_{vid} та врахування загальних втрат тиску в паралельній розрахунковій ділянці магістралі ΔP_{dil} , обчислюють розбіжність різниці тисків:

$$H = \frac{\Delta P_{dil} - \Delta P_{vid}}{\Delta P_{dil}} \times 100\% . \quad (4.13)$$

Аеродинамічний розрахунок вважається завершеним для відгалуження та паралельної ділянки магістрального напрямку за умови, що нев'язка становить не більше 10%.

Приклад розрахунку припливної системи №3

Нумеруємо розрахункові ділянки відповідно до рис. 4.1. Розраховуємо витрату повітря на кожній ділянці шляхом додавання витрат відповідних сегментів. Визначаємо довжину кожної ділянки труби. Обираємо перерізи повітроводів таким чином, щоб швидкість потоку відповідала встановленим нормам. Для магістралі це 3-6 м/с, а для відгалужень — 4 м/с.

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

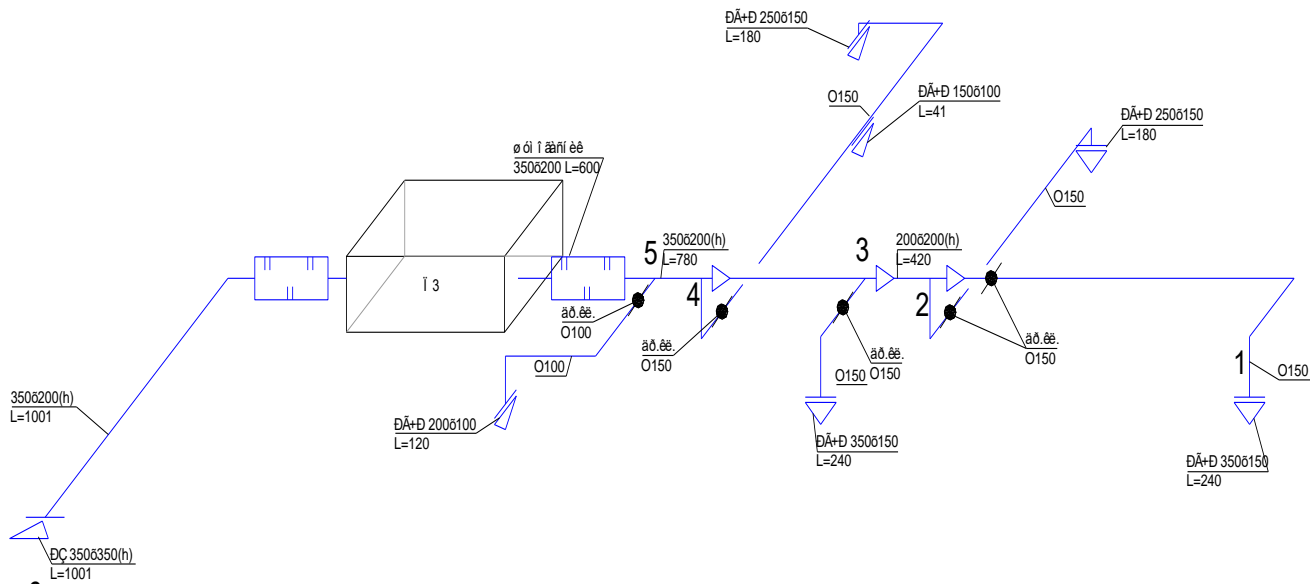


Рис. 4.1

Визначають розрахункову площу поперечного перерізу повітропроводу за формулою (4.5). Приймаючи допустиму швидкість руху повітря на ділянці повітропроводу $v_{\text{дiл}}$, м/с:

$$f_{1-2} = \frac{L_{\text{дiл}}}{3600 \times v_{\text{дiл}}} = \frac{240}{3600 \times 4} = 0,017 \text{ м/с};$$

$$f_{2-3} = \frac{L_{\text{дiл}}}{3600 \times v_{\text{дiл}}} = \frac{420}{3600 \times 4} = 0,029 \text{ м/с};$$

$$f_{3-4} = \frac{L_{\text{дiл}}}{3600 \times v_{\text{дiл}}} = \frac{660}{3600 \times 4} = 0,046 \text{ м/с};$$

$$f_{4-5} = \frac{L_{\text{дiл}}}{3600 \times v_{\text{дiл}}} = \frac{780}{3600 \times 4} = 0,054 \text{ м/с};$$

$$f_{4-6} = \frac{L_{\text{дiл}}}{3600 \times v_{\text{дiл}}} = \frac{1001}{3600 \times 4} = 0,07 \text{ м/с}.$$

Беремо переріз повітропроводу з діаметром 150 для ділянки 1-2, 200x200 для ділянка 2-3, 300x200 для ділянка 3-4 та 350x200 для ділянки 4-5 та 5-6. Обчислюємо еквівалентний діаметр за формулою (4.6):

$$d_{\epsilon}^{1-2} = 0,2 \text{ м};$$

$$d_{\epsilon}^{2-3} = \frac{2 \times a \times b}{(a+b)} = \frac{2 \times 200 \times 200}{(200+200)} = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м};$$

$$d_{\epsilon}^{3-4} = \frac{2 \times a \times b}{(a+b)} = \frac{2 \times 300 \times 200}{(300+200)} = 240 \text{ мм} = 0,24 \text{ м};$$

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

$$d_{\epsilon}^{4-5} = d_{\epsilon}^{5-6} = \frac{2 \times a \times b}{(a+b)} = \frac{2 \times 300 \times 250}{(300+250)} = 272 \text{ мм} = 0,27 \text{ м}.$$

Оберемо стандартний діаметр і визначимо реальну швидкість руху повітря в поперечному перерізі повітропроводу за допомогою формули (4.7):

$$v_{\phi}^{1-2} = \frac{L \delta i l}{3600 \times f \phi} = \frac{240}{3600 \times 0,018} = 3,8 \text{ м/с};$$

$$v_{\phi}^{2-3} = \frac{420}{3600 \times 0,04} = 2,91 \text{ м/с};$$

$$v_{\phi}^{3-4} = \frac{660}{3600 \times 0,06} = 3,1 \text{ м/с};$$

$$v_{\phi}^{4-5} = \frac{780}{3600 \times 0,07} = 3,1 \text{ м/с};$$

$$v_{\phi}^{5-6} = \frac{1001}{3600 \times 0,07} = 4,0 \text{ м/с}.$$

Згідно з цією величиною, динамічний тиск на ділянці визначають за формулою (4.8):

$$P_{\partial}^{1-2} = \frac{1,2 \times 3,7^2}{2} = 8,21 \text{ Па};$$

$$P_{\partial}^{2-3} = \frac{1,2 \times 2,91^2}{2} = 5,08 \text{ Па};$$

$$P_{\partial}^{3-4} = \frac{1,2 \times 3,1^2}{2} = 5,77 \text{ Па};$$

$$P_{\partial}^{4-5} = \frac{1,2 \times 3,1^2}{2} = 5,77 \text{ Па};$$

$$P_{\partial}^{5-6} = \frac{1,2 \times 4^2}{2} = 9,6 \text{ Па}.$$

Розраховуємо втрати тиску, спричинені подоланням опору тертя, використовуючи формулу (4.9):

$$\Delta P_m^{1-2} = 1,52 \times 6 \times 1 = 9,1 \text{ Па};$$

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

$$\Delta P_{m}^{2-3} = 0,7 \times 4 \times 1 = 2,8 \text{Па};$$

$$\Delta P_{m}^{3-4} = 0,6 \times 4 \times 1 = 2,3 \text{Па};$$

$$\Delta P_{m}^{4-5} = 0,55 \times 6 \times 1 = 3,3 \text{Па};$$

$$\Delta P_{m}^{3-4} = 0,9 \times 6 \times 1 = 5,4 \text{Па}.$$

Розраховуємо втрати тиску, спричинені подоланням місцевих опорів, використовуючи формулу (4.10):

$$\Delta P_{z\partial}^{1-2} = 5 \times 8,21 \times 1 = 41 \text{Па};$$

$$\Delta P_{z\partial}^{2-3} = 1 \times 5,08 \times 1 = 5,08 \text{Па};$$

$$\Delta P_{z\partial}^{3-4} = 1 \times 5,77 \times 1 = 5,77 \text{Па};$$

$$\Delta P_{z\partial}^{4-5} = 2 \times 5,77 \times 1 = 11,54 \text{Па};$$

$$\Delta P_{z\partial}^{5-6} = 5 \times 9,6 \times 1 = 48 \text{Па}.$$

Розраховуємо сумарні втрати тиску на заданій ділянці відповідно до формули (4.11):

$$\Delta P_{\text{діл}} = 55,3 + 8,2 + 8,4 + 15,7 + 56,3 = 144 \text{Па}.$$

Обчислюємо сумарні втрати тиску в системі за допомогою формули (4.12):

$$\Delta P_c = 1,1 \times (144 + 40) = 202 \text{Па}$$

Де 40 – загальні втрати тиску, необхідні для подолання аеродинамічного опору в припливній установці та шумоглушнику, Па.

Аналогічним чином проводимо розрахунки для всіх інших систем. Отримані дані підсумовуємо у таблиці 4.2.

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

Таблиця 4.2.

ПІ

№ ділянки	Параметри повітря		Довжина, м	Розміри повітроводів			$d_s=2AB/(A+B)$	Швидкість, м/с	pw/2	RE	y	На тегття, кгс/м ² на 1 м ... R ₀	На всій ділянці, R _л	сумма місцевих опорів E ₀	Z ₀	R _л +Z ₀	E(R _л +Z ₀)
	м ³ /ч	м ³ /с		F, м ²	A	B											
1-2	414,0	0,1	6,0	0,05	250,0	200,0	0,2	2,3	3,4	32554,8	0,025	0,4	2,3	5,0	17,2	19,4	19,4
2-3	724,0	0,2	4,0	0,05	250,0	200,0	0,2	4,0	10,5	56931,7	0,022	1,0	4,2	1,0	10,5	14,7	34,1
3-4	1138,0	0,3	4,0	0,08	300,0	250,0	0,3	4,2	11,5	73216,2	0,021	0,9	3,5	1,0	11,5	15,0	49,2
4-5	1256,0	0,3	6,0	0,08	300,0	250,0	0,3	4,7	14,0	80808,1	0,021	1,1	6,3	2,0	28,1	34,4	83,6
5-6	1670,0	0,5	6,0	0,10	400,0	250,0	0,3	4,6	14,0	90914,0	0,020	0,9	5,4	1,0	14,0	19,4	102,9
6-7	2084,0	0,6	3,0	0,13	500,0	250,0	0,3	4,6	13,9	98325,1	0,020	0,8	2,4	1,0	13,9	16,4	119,3
7-8	2364,0	0,7	4,0	0,15	600,0	250,0	0,4	4,4	12,4	98413,9	0,019	0,7	2,7	2,0	24,9	27,6	146,9
8-9	2677,0	0,7	6,0	0,18	600,0	300,0	0,4	4,1	11,1	105252,8	0,019	0,5	3,2	1,0	11,1	14,2	161,1
9-10	3017,0	0,8	6,0	0,18	600,0	300,0	0,4	4,7	14,1	118620,7	0,019	0,7	3,9	1,0	14,1	18,0	179,1
10-11	3357,0	0,9	10,0	0,18	600,0	300,0	0,4	5,2	17,4	131988,7	0,018	0,8	8,0	2,0	34,8	42,8	221,9
11-12	3843,0	1,1	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,1	16,8	135987,3	0,018	0,7	4,3	1,0	16,8	21,1	243,0
12-13	4125,0	1,1	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,5	19,3	145966,0	0,018	0,8	4,9	4,0	77,2	82,2	325,1

ВІ

№ ділянки	Параметри повітря		Довжина, м	Розміри повітроводів			$d_s=2AB/(A+B)$	Швидкість, м/с	pw/2	RE	y	На тегття, кгс/м ² на 1 м ... R ₀	На всій ділянці, R _л	сумма місцевих опорів E ₀	Z ₀	R _л +Z ₀	E(R _л +Z ₀)
	м ³ /ч	м ³ /с		F, м ²	A	B											
1-2	414,0	0,1	6,0	0,05	250,0	200,0	0,2	2,3	3,4	32554,8	0,025	0,4	2,3	5,0	17,2	19,4	19,4
2-3	828,0	0,2	6,0	0,08	300,0	250,0	0,3	3,1	6,1	53271,6	0,022	0,5	3,0	1,0	6,1	9,1	28,5
3-4	1256,0	0,3	3,0	0,08	300,0	250,0	0,3	4,7	14,0	80808,1	0,021	1,1	3,2	1,0	14,0	17,2	45,7
4-5	1670,0	0,5	4,0	0,10	400,0	250,0	0,3	4,6	14,0	90914,0	0,020	0,9	3,6	1,0	14,0	17,6	63,3
5-6	2084,0	0,6	4,0	0,13	500,0	250,0	0,3	4,6	13,9	98325,1	0,020	0,8	3,3	1,0	13,9	17,2	80,4
6-7	2397,0	0,7	6,0	0,15	600,0	250,0	0,4	4,4	12,8	99787,7	0,019	0,7	4,2	2,0	25,6	29,8	110,2
7-8	2677,0	0,7	6,0	0,18	600,0	300,0	0,4	4,1	11,1	105252,8	0,019	0,5	3,2	1,0	11,1	14,2	124,4

8-9	3017,0	0,8	3,0	0,18	600,0	300,0	0,4	4,7	14,1	118620,7	0,019	0,7	2,0	1,0	14,1	16,0	140,5
9-10	3357,0	0,9	4,0	0,21	700,0	300,0	0,4	4,4	12,8	118789,8	0,019	0,6	2,3	2,0	25,6	27,8	168,3
10-11	3843,0	1,1	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,1	16,8	135987,3	0,018	0,7	4,3	1,0	16,8	21,1	189,4
11-12	3884,0	1,1	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,1	17,1	137438,1	0,018	0,7	4,4	1,0	17,1	21,5	210,9
12-13	3924,0	1,1	10,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,2	17,5	138853,5	0,018	0,8	7,5	2,0	34,9	42,5	253,4
13-14	3977,0	1,1	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,3	17,9	140728,9	0,018	0,8	4,6	1,0	17,9	22,6	276,0
14-15	4051,0	1,1	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	5,4	18,6	143347,5	0,018	0,8	4,8	4,0	74,5	79,3	355,2

ПЗ

№ ділянки	Параметри повітря		Довжина, м	круглик ф, мм	Розміри повітроводів			$d_s=2AB/(A+B)$	Швидкість, м/с	pw/2	RE	y	На тегття, кгс/м ² на 1 м ... R ₀	На всій ділянці, R _л	сумма місцевих опорів E ₀	Z ₀	R _л +Z ₀	E(R _л +Z ₀)
	м ³ /ч	м ³ /с			F, м ²	A	B											
1-2	240,0	0,1	6,0	150,0	□	□	□	0,2	3,8	9,2	36061,9	0,025	1,5	9,1	5,0	46,2	55,3	55,3
2-3	420,0	0,1	4,0	□	0,04	200,0	200,0	0,2	2,9	5,5	37155,0	0,024	0,7	2,7	1,0	5,5	8,2	63,5
3-4	660,0	0,2	4,0	□	0,06	300,0	200,0	0,2	3,1	6,1	46709,1	0,023	0,6	2,3	1,0	6,1	8,4	71,9
4-5	780,0	0,2	6,0	□	0,07	350,0	200,0	0,3	3,1	6,2	50183,4	0,022	0,5	3,3	2,0	12,4	15,7	87,6
5-6	1001,0	0,3	6,0	□	0,07	350,0	200,0	0,3	4,0	10,2	64402,0	0,021	0,9	5,2	5,0	51,2	56,3	143,9

ВЗ

№ ділянки	Параметри повітря		Довжина, м	круглик ф, мм	Розміри повітроводів			$d_s=2AB/(A+B)$	Швидкість, м/с	pw/2	RE	y	На тегття, кгс/м ² на 1 м ... R ₀	На всій ділянці, R _л	сумма місцевих опорів E ₀	Z ₀	R _л +Z ₀	E(R _л +Z ₀)
	м ³ /ч	м ³ /с			F, м ²	A	B											
1-2	180,0	0,1	6,0	150,0	□	□	□	0,2	2,8	5,2	27046,4	0,026	0,9	5,4	5,0	26,0	31,4	31,4
2-3	420,0	0,1	4,0	□	0,05	250,0	200,0	0,2	2,3	3,5	33026,7	0,025	0,4	1,6	1,0	3,5	5,1	36,5
3-4	660,0	0,2	4,0	□	0,05	250,0	200,0	0,2	3,7	8,7	51899,0	0,023	0,9	3,5	1,0	8,7	12,3	48,8
4-5	780,0	0,2	6,0	□	0,06	300,0	200,0	0,2	3,6	8,5	55201,7	0,022	0,8	4,7	2,0	16,9	21,6	70,4
5-6	960,0	0,3	6,0	□	0,06	300,0	200,0	0,2	4,4	12,8	67940,6	0,021	1,1	6,8	5,0	64,0	70,9	141,2

Арк.

Зм Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

П4

№ ділянки	Параметри повітря		Довжина, м	Розміри повітроводів			$d_3=2AB/(A+B)$	Швидкість в, м/с	pw/2	RE	γ	Нагерття, кгс/м ² на 1 м... ...R ₀	На всій ділянці, ...R ₁	сумма місцевих опорів E	Z ₀	R ₁ +Z ₀	E(R ₁ +Z ₀)
	м ³ /год	м ³ /с		F, м ²	A	B											
1-2	180,0	0,1	2,0	0,02	200,0	100,0	0,1	2,5	4,1	21231,4	0,028	0,8	1,7	5,0	20,3	21,9	21,9
2-3	280,0	0,1	1,0	0,02	200,0	100,0	0,1	3,9	9,8	33026,7	0,025	1,9	1,9	1,0	9,8	11,7	33,6
3-4	640,0	0,2	1,0	0,05	250,0	200,0	0,2	3,6	8,2	50326,3	0,023	0,8	0,8	1,0	8,2	9,0	42,6
4-5	940,0	0,3	5,0	0,08	400,0	200,0	0,3	3,3	6,9	55437,6	0,022	0,6	2,9	1,0	6,9	9,8	52,4
5-6	1240,0	0,3	1,5	0,10	400,0	250,0	0,3	3,4	7,7	67505,0	0,021	0,5	0,8	1,0	7,7	8,5	60,9
6-7	1600,0	0,4	0,5	0,13	500,0	250,0	0,3	3,6	8,2	75489,5	0,020	0,5	0,3	1,0	8,2	8,5	69,3
7-8	1700,0	0,5	6,0	0,13	500,0	250,0	0,3	3,8	9,3	80207,6	0,020	0,6	3,4	1,0	9,3	12,6	82,0
8-9	1880,0	0,5	4,0	0,13	500,0	250,0	0,3	4,2	11,3	88700,2	0,020	0,7	2,7	2,0	22,6	25,3	107,3
9-10	3580,0	1,0	3,0	0,24	800,0	300,0	0,4	4,1	11,1	115164,4	0,019	0,5	1,4	2,0	22,3	23,7	131,0
10-11	3707,0	1,0	10,0	0,24	800,0	300,0	0,4	4,3	11,9	119249,8	0,018	0,5	5,1	6,0	71,6	76,7	207,7

B4

№ ділянки	Параметри повітря		Довжина, м	Розміри повітроводів			$d_3=2AB/(A+B)$	Швидкість в, м/с	pw/2	RE	γ	Нагерття, кгс/м ² на 1 м... ...R ₀	На всій ділянці, ...R ₁	сумма місцевих опорів E	Z ₀	R ₁ +Z ₀	E(R ₁ +Z ₀)
	м ³ /год	м ³ /с		F, м ²	A	B											
1,0	360,0	0,1	2,0	0,04	250,0	150,0	0,2	2,7	4,6	31847,1	0,025	0,6	1,2	5,0	23,1	24,3	24,3
1,0	540,0	0,2	1,0	0,05	300,0	150,0	0,2	3,3	7,2	42462,8	0,024	0,8	0,8	1,0	7,2	8,1	32,3
1,0	840,0	0,2	1,0	0,07	350,0	200,0	0,3	3,3	7,2	54043,6	0,022	0,6	0,6	1,0	7,2	7,8	40,2
1,0	1140,0	0,3	5,0	0,07	350,0	200,0	0,3	4,5	13,3	73344,9	0,021	1,1	5,5	1,0	13,3	18,7	58,9
1,0	1500,0	0,4	1,5	0,10	400,0	250,0	0,3	4,2	11,3	81659,3	0,020	0,7	1,1	1,0	11,3	12,4	71,3
1,0	1680,0	0,5	0,5	0,10	400,0	250,0	0,3	4,7	14,1	91458,4	0,020	0,9	0,5	1,0	14,1	14,6	85,9
1,0	3180,0	0,9	6,0	0,21	700,0	300,0	0,4	4,2	11,5	112526,5	0,019	0,5	3,1	1,0	11,5	14,5	100,4
1,0	3244,0	0,9	8,0	0,21	700,0	300,0	0,4	4,3	11,9	114791,2	0,019	0,5	4,2	6,0	71,6	75,9	176,3

4.4. Підбір обладнання

- Припливно-витяжна система №3:

витрата припливного повітря 1100 м³/год, втрати тиску 200 Па;

витрата витяжного повітря 1060 м³/год, втрати тиску 200 Па, температура нагріву повітря від -22 до 20 °С;

параметри теплоносія (вода) 80/60 °С.

- Припливно-витяжна система №2:

витрата повітря 500 м³/год, втрати тиску 150 Па;

витрата витяжного повітря 500 м³/год, втрати тиску 150 Па, т-ра температура нагріву повітря від -22 до 20 °С;

параметри теплоносія –місцева система електропостачання.

- Припливно-витяжна система №4:

витрата повітря 4080 м³/год, втрати тиску 260 Па;

Арк.

Зм Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

витрата витяжного повітря 3570 м³/год, втрати тиску 230 Па, температура нагріву повітря від -22 до 20 °С . ;

параметри теплоносія (вода) 80/60 °С.

Окремі витяжні системи з механічним спонуканням плануємо для технічних приміщень та санвузлів.

- Витяжна система №5:

витрата повітря 250 м³/год; втрати тиску 100 Па.

- Витяжна система №6, витяжна система №7:

витрата повітря 40 м³/год; втрати тиску 60 Па.

- Витяжна система №8... витяжна система №11, витяжна система №13...
витяжна система №16:

витрата повітря 60 м³/год; втрати тиску 60 Па.

- Витяжна система №12:

витрата повітря 140 м³/год; втрати тиску 100 Па.

Результати вибору вентиляційного обладнання представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Позначення систем	Кількість систем	Найменування обслуговуваного приміщення	Тип установки агрегату	Вентилятор				Електродвигун		
				Тип виконання по виходу	Схема виконання	Положення кожуху	Витрата повітря L, м ³ /год	Втрати тиску P, Па	Фірма, тип, захист	Потужність N, кВт
П1В1	1	Склад	Припливно-витяжна Systemair TOPVEX	Приплив	TR12-HWL-R-VAV		4540	375	Комплектний 380-480V/3ф/50Гц IP54	1,8
				Витяжка	TR12-HWL-R-VAV		4540	400		1,8
П4В4	1	Адміністративні приміщення	Припливно-витяжна Systemair TOPVEX	Приплив	TR12-HWL-R-VAV		4080	260	Комплектний 230V/1ф/50Гц IP54	1,8
				Витяжка	TR12-HWL-R-VAV		4540	400		1,8
П3В3	1	Адміністративно-побутові приміщення	Припливно-витяжна Systemair MAXI-2000	Приплив	MAXI-2000-HW-400V-AHU-COMPACT		1100	200	Комплектний 230V/1ф/50Гц IP54	1,1
				Витяжка	MAXI-2000-HW-400V-AHU-COMPACT		1060	200		1,1
П2В2	1	Адміністративно-побутові приміщення	Припливно-витяжна Systemair SAVE	Приплив	VSR-500		500	150	Комплектний 230V/1ф/50Гц IP54	0,2
				Витяжка	VSR-500		500	150		0,2

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

B5□	1□	Санвузли□	Витяжна· Systemair¶ □	Витяжка□	K160M¶ □	250□	100□	230V/1ф/ 50Гц·IP· 54□	0,12□
B6, B7□	2□	Технічні· приміщення□	Витяжна¶ Maiko□	Витяжка□	ER60□	40□	60□	230V/1ф/ 50Гц·IP· 54□	0,03□
B8- B11, B13- B16□	8□	Санвузли□	Витяжна¶ Maiko□	Витяжка□	ER60□	60□	60□	230V/1ф/ 50Гц·IP· 54□	0,03□
B12□	1□	Серверна□	Витяжна¶ Maiko□	Витяжка□	ER100□	140□	100□	230V/1ф/ 50Гц·IP· 54□	0,11□

На основі виконаного розрахунку теплонадходжень у приміщення (табл. 4.4 та 4.5) та враховуючи конструктивні особливості будівлі і технічну документацію обладнання, здійснюється вибір необхідних систем, включно з внутрішніми й зовнішніми блоками.

Таблица 4.4

№ п/п	Кількість людей [чел]	Площа приміщення, F [м ²]	Об'єм приміщення [м ³]	Площа вікон, F _в [м ²]	Питома потужність теплового випромінювання від освітлювальних приладів в приміщенні, Q/F [Вт/м ²]	Орієнтація світлових перерізів	Застеження (к-ть.стекол в вікні чи склопакети x товщ.стекла [мм])	Наявність навісів над вікнами, штор, порт'єр(гардин) чи жалюзі	Коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв	Густина теплового потоку від сонячного потоку, [Вт/м ²]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010	4	14,23	50	4,76		Пд	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	435
011	3	11,26	39		10		2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	
012	2	9,39	33	2,38		Пд	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	435
017	2	8,09	28	2,38		Пд	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	435
018	8	26,75	94	7,14		Пд	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	435
020	6	11,03	39		10		2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	
021	6	36,00	126		10		2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	
022	6	33,24	117	9,52		Пн, Зх	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	111
023	5	32,49	114	4,76		Зх	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	65
024	3	19,43	68	2,38		Зх	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	65
027	3	20,15	71	4,76		Пн	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	157
030	5	28,76	101		10		2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	
031	6	37,80	133	4,76		Пд	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	435
201	6	33,00	109	9,52		Пн, Зх	2x3	Внутренние шторы-жалюзи	0,60	111

Арк.

Зм Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

кількості обраних внутрішніх і зовнішніх блоків, проводиться їхнє розташування та об'єднання в систему.

Для забезпечення поглинання теплонадходжень у приміщеннях слід використати зовнішні блоки таких типів: RXYQ14P9 (K3), 3MXS68 (K1, K2), RXS60 (K4).

Інверторна канална низьконапірна спліт-система Daikin FDXS60 / RXS60 із тепловим насосом пропонує оптимальне поєднання компактності та функціональності.

Завдяки невеликим розмірам внутрішній блок легко монтується між перекриттям і підвісною стелею. Режим "Тиша" забезпечує ще нижчий рівень шуму, зменшуючи його на 3 дБА, що створює додатковий комфорт. Функція економії електроенергії підтримує оптимальну температуру повітря, навіть коли вас немає вдома.

Для забезпечення спокійного сну передбачений нічний режим роботи. Додатково можна придбати інтернет-контролер, який дозволяє керувати системою віддалено через комп'ютер або смартфон.

Розподіл потоку фреону між внутрішніми блоками в системі здійснюється завдяки конструктивним особливостям самих внутрішніх блоків.

У мультизональній спліт-системі VRV IV фреон рухається через мідні трубки. Підбір діаметрів фреонопроводів залежить від холодопродуктивності зовнішнього та внутрішніх блоків. Якщо холодопродуктивність складає до 10 кВт, використовують трубки з діаметром 12,7/6,4 мм (для подаючого і зворотного фреонопроводів відповідно). При холодопродуктивності до 15 кВт приймаються трубки діаметром 15,9/9,5 мм.

Виходячи з цих параметрів, для даної системи підібрано зовнішній блок моделі RXYQ20P.

Узагальнені результати підбору обладнання представлені в таблиці 4.6.

Для серверного приміщення обирається спеціалізоване обладнання відповідно до технічної документації виробника Emerson, призначене для

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

поглинання теплових надлишків від устаткування. Використовується внутрішній блок НРМ S1AUA шафового типу з виносним конденсатором повітряного охолодження HCR17.

Таблиці 4.6.

Результати підбіру обладнання систем кондиціонування

Позначення систем	Кількість систем	Найменування обслуговуємого приміщення	Тип установки агрегату	Випрага повітря L, м ³ /год	Електродвигун		Нагрівач чи охолоджувач повітря		
					Фрма, тип, захист	Потужність N, кВт	Тип	Процес	Споживання тепла (+) чи холоду (-)
K1, K2	2	Офіс	Зовнішній блок «DAIKIN» 3MXS68	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	1,3	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-6800(НОМ)/+7000(НОМ)
K3	1	Офіс	Зовнішній блок «DAIKIN» RXYQ14P9	-	Комплектний 400V/3ф/50Гц	12,4	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-40000(НОМ)/+45000(НОМ)
K4	1	Офіс	Зовнішній блок «DAIKIN» RXS60	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	2,1	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-6000(НОМ)/+6200(НОМ)
K5.1	1	Серверна	Зовнішній блок «Emerson» HCR17	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,19	Фреоновий, R-410A	Охолодження	-10000(НОМ)
K1.1, K2.3	2	Офіс	Внутрішній блок касетний «DAIKIN» FTXS-25	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,10	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-2500(НОМ)/+2600(НОМ)
K1.2, K1.3, K2.1, K2.2	4	Офіс	Внутрішній блок касетний «DAIKIN» FTXS-20	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,10	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-2000(НОМ)/+2200(НОМ)
K3.1, K3.5,	3	Офіс	Внутрішній блок	-	Комплектний	0,10	Фреоно	Охолодження	-2200(НОМ)
K3.10			касетний «DAIKIN» FXAQ-20		230V/1ф/50Гц		вий, R-410A	ня/нагрів	+2500(НОМ)
K3.3, K3.4, K3.8, K3.9	4	Офіс	Внутрішній блок касетний «DAIKIN» FXAQ-25	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,10	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-2800(НОМ)/+3200(НОМ)
K3.2, K3.7	2	Офіс	Внутрішній блок касетний «DAIKIN» FXAQ-32	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,11	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-3600(НОМ)/+4000(НОМ)
K3.6, K3.11	2	Офіс	Внутрішній блок касетний «DAIKIN» FXAQ-40	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,11	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-4500(НОМ)/+5000(НОМ)
K4.1	1	Офіс	Внутрішній блок касетний «DAIKIN» FTXS-60	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	0,10	Фреоновий, R-410A	Охолодження/нагрів	-6000(НОМ)/+6200(НОМ)
K5	1	Серверна	Внутрішній блок «Emerson» НРМ S1AUA	-	Комплектний 230V/1ф/50Гц	3,4	Фреоновий, R-410A	Охолодження	-10000(НОМ)

Арк.

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

Раціональне та ошадливе використання природних ресурсів, зниження шкідливих викидів в атмосферу, а також оптимізація споживання електричної та теплової енергії набувають надзвичайної важливості у сучасному світі [17].

Основні заходи з енергозбереження в рамках цього проекту можна умовно розділити на чотири основні напрями:

I) Об'ємно-планувальні та конструктивні заходи для енергозбереження можуть включати: вибір орієнтації будівлі відносно сторін світу, оптимізацію форми будівлі по горизонталі та вертикалі, використання сонцезахисних пристроїв, скорочення споживання енергії для штучного освітлення та визначення відповідного ступеня і типу застосування. Теплові втрати будівлі залежать від теплозахисних характеристик її огорожувальних конструкцій.

Для покращення цих властивостей підвищують опір теплопередачі до нормативного рівня шляхом утеплення стін теплоізоляційними матеріалами. Ці матеріали слід захищати від зовнішніх впливів декоративно-захисним покриттям, яке також сприяє збереженню або покращенню естетичного вигляду будівлі. Зменшення товщини огорожувальних конструкцій негативно впливає на термічний опір, збільшує тепловтрати й знижує температуру внутрішніх поверхонь.

У даному проекті необхідний опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних елементів забезпечується використанням утеплювача «ROCKWOOL» у стінах і перекриттях.

II) Організація системи обліку та контролю за використанням енергоресурсів. Це дозволяє визначити реальні обсяги споживання теплової енергії, які можуть відхилятися від проектних значень теплового навантаження будівель і споруд.

У випадках, коли облік тепlopостачання не ведеться, постачальники часто застосовують тарифи та нормативи опалення з понижуючими коефіцієнтами. Такий підхід зазвичай призводить до перевищення фактичного обсягу теплової енергії, за яку споживачеві доводиться оплачувати.

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

У цьому проекті передбачено розділення системи опалення на окремі гілки для різних типів приміщень із влаштуванням індивідуальних вузлів обліку. На вводах встановлюються балансувальні клапани та прилади для реєстрації спожитого тепла, що використовуються для опалення.

III) Технічні заходи з підвищення енергозбереження передбачають вдосконалення інженерних систем та їх складових, зокрема опалення, теплопостачання, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціонування водопостачання.

Ефективність енергозбереження під час транспортування теплової енергії значною мірою залежить від якості теплової ізоляції. Вона має забезпечувати не тільки низьку теплопровідність, але і бути стійкою до проникнення повітря та води, а також мати низьку електропровідність, що знижує ризик електрохімічної корозії труб [17].

Втрати тиску і потужність, яка витрачається на прокачування теплоносія, залежать від швидкості, а отже, і від діаметра трубопроводу. Важливо відзначити, що збільшення діаметра труб хоч і зменшує потужність, необхідну для прокачування теплоносія, водночас призводить до збільшення металоємності конструкції та енерговитрат на виробництво і монтаж трубопроводу. Тому, збільшуючи діаметр і знижуючи витрати потужності на прокачування теплоносія, замість очікуваної економії енерговитрат, можна отримати їх збільшення. Зазвичай швидкість транспортування теплоносіїв у трубах у різних галузях техніки залежить від умов експлуатації та робочих параметрів.

Волога в теплоізоляції знижує її ефективність і сприяє руйнуванню труб. З цієї причини труби зазвичай покриваються антикорозійним шаром. Поверх теплоізоляції встановлюють спеціальні профільовані футляри або покривають її шаром обмазувальної чи оклеєної гідроізоляції. Така гідроізоляція запобігає проникненню вологи з повітря та ґрунту.

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

У цьому проєкті передбачено підведення трубопроводів до місцевих приладів у приміщеннях із використанням багатошарових металопластикових труб РЕ-Хс/АL/РЕ-Хс від компанії KAN-term.

Горизонтальна система опалення сприяє створенню кращих санітарно-гігієнічних умов і має естетичніший вигляд завдяки можливості прокладання горизонтальних ділянок труб у підлозі. Це також дозволяє регулювати кількість тепла, що надходить до приміщення, за допомогою термостатичних клапанів. Завдяки більш точному тепловому регулюванню, встановлення радіаторних термостатів у двотрубній системі забезпечує оптимальний рівень енергозбереження, що може досягати до 25% у порівнянні з нерегульованими системами.

Регулювання обсягу тепла, що надходить до приміщення, здійснюється за допомогою термостатичних клапанів, що дозволяє забезпечити гнучке налаштування температури, зокрема у разі відсутності використання приміщення. Для автоматичної підтримки оптимального температурного режиму в приміщеннях, а також з метою економії енергії, на подаючих трубопроводах всіх опалювальних пристроїв встановлюються автоматичні терморегулятори виробництва Danfoss.

Використовуються серійно випущені регулятори та інше обладнання, яке забезпечує стабільну роботу системи. Особливу увагу слід приділяти підвищенню ефективності теплопостачання шляхом впровадження сучасних і вдосконалених конструкцій, використання автоматизованих засобів управління, а також систем обліку води та теплової енергії.

IV) Енергозбереження забезпечується завдяки утилізації природної теплоти та холоду, ефективному використанню вторинних енергоресурсів, а також скороченню втрат тепла. Це досягається шляхом уточнення розрахункових умов, зменшення інфільтрації, мінімізації втрат, попереднього підігріву або охолодження теплоносіїв, інтеграції систем між собою та з іншими технологіями, а також автоматизації процесів теплопостачання і підготовки повітря.

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

Важливим аспектом є якісне і кількісне регулювання функціонування системи. Необхідність загальної автоматизації енергосистеми підтверджується тим, що вона дає змогу знижувати енергоспоживання на 10–20 %.

Для забезпечення енергоефективного використання теплової енергії у серверній запроектовано прецизійні автономні кондиціонери, які дозволяють компенсувати надлишкове тепло та підтримувати оптимальні температурні й вологісні параметри повітря. Для інших приміщень була підібрана мультизональна спліт-система з пропорційно-інтегральним регулюванням, що забезпечує можливість індивідуального налаштування параметрів для різної холодопродуктивності. Це дозволяє ефективно впоратися з різноманітними тепловими навантаженнями в межах однієї системи.

У системах вентиляції використовуються енергоефективні вентилятори з Європейськими стандартами двигунів, які дозволяють зменшити споживання енергії на 50% у порівнянні зі звичайними електродвигунами змінного струму. Для великих приміщень використовуються припливно-витяжні системи на основі агрегату TOPVEX TR, які відповідають сучасним енергетичним стандартам і мають дуже низьке споживання енергії та високоефективну теплоутилізацію. Ці агрегати обладнані припливними та витяжними вентиляторами з високоефективними Європейськими стандартами двигунів, які дозволяють зменшити споживання енергії на 15-20% у порівнянні з асинхронними двигунами. Крім того, це обладнання має функції енергозбереження, такі як "фрікулінг" та утилізація холоду, контроль температури та втрати повітря залежно від погодних умов. Застосування пластинчастих теплообмінників дає енергоефективність 55-65%.

Для забезпечення оптимальної температури у приміщеннях та з метою збереження енергії на падаючій лінії всіх систем опалення встановлюються автоматичні терморегулятори RA-N від компанії Danfoss.

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

Вимоги до сучасних систем автоматизації включають у себе такі аспекти [19]:

- Ефективна продуктивність, що полягає в збереженні необхідних параметрів процесів.
- Мінімальна інерція вимірювальних пристроїв, яка дозволяє вимірювати як повільно, так і швидкозмінні величини відповідно до потреб.
- Надійність та простота експлуатації системи вентиляції.
- Наявність пристроїв захисту від аварійних ситуацій.
- Централізоване та одночасне вимірювання різноманітних параметрів, що відрізняються за своєю природою.
- Можливість дистанційного регулювання для вимірювання параметрів процесів в недоступних місцях.
- Застосування елементів з підвищеною надійністю.
- Висока точність управління та регулювання процесів.

Для підвищення ефективності та швидкості регулювання процесу можна використовувати інтегрований метод зміни тепловиділення повітрообмінників установки. В цьому випадку автоматична система керування вентиляційним пристроєм передбачає вибір способу контролю за притоком повітря (місцевий автоматичний з пультів автоматизації), регулювання температури притоку повітря шляхом впливу на виконавчий механізм клапана теплоносія, захист повітрообмінників від замерзання в робочому та резервному режимах, автоматичне вимкнення вентиляторів при спрацюванні захисту від замерзання в робочому режимі, автоматичне підключення контролю та відкриття притокового клапана зовнішнього повітря при увімкненні вентилятора; відображення сигналу, який попереджує про замерзання повітрообмінника, та сигналізацію нормальної роботи приточної камери в автоматичному режимі.

При регулюванні теплопродуктивності припливних камер найчастіше використовується метод контролю за об'ємом теплоносія. Існує також можливість

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

автоматичного налаштування температури повітря на виході з приточної камери шляхом регулювання обсягу повітря.

Керування системою припливної камери відбувається через вибір режиму "ручне" або "автоматичне" шляхом перемикання відповідного перемикача. Місцеве ручне керування електродвигуном припливного вентилятора М1 здійснюється за допомогою кнопок "Стоп" 1SB1 і "Пуск" 1SB2 через магнітний пускач КМ1. Виконавчий механізм МА2 управляє прийомними клапанами зовнішнього повітря, а кнопковий пост керування SB2 разом з виконавчим механізмом МА1 контролюють клапан на теплоносії.

Ключ керування 1SA, розташований на щиті автоматизації, відповідає за вмикальні й вимикальні процеси припливної камери у автоматичному режимі. Цей ключ забезпечує відкриття клапану на теплоносії під час першої фази операції. Після вмирання вентилятора, проміжне реле підключає контур для регуляції температури повітря припливу та захисту від замерзання.

Крім того, регулятор температури з термодатчиком ВК3, встановленим у припливному повітропроводі, відкриває прийомний клапан зовнішнього повітря. Сигнал керування подається на виконавчий механізм МА1 клапана на теплоносії через релейний імпульсивний переривник.

Також за схемою забезпечується захист калорифера від замерзання взимку за допомогою датчика-реле температури теплоносія, який розташований після першої секції підігріву, та датчика-реле температури повітря ВК1, що налаштований на +3° С. Чутливий елемент останнього встановлений між приймальним клапаном для зовнішнього повітря та повітряною підігрівальною установкою.

У випадку можливості замерзання через допоміжне реле проводиться відключення електродвигуна М1 вентилятора, відкриття клапана для теплоносія і активація сигналізації, а також закриття приймального клапана для зовнішнього повітря. Ситуацію, коли існує небезпека замерзання, сигналізує лампа НЛ1 "Небезпека замерзання" та звуковий сигнал. У зимовий період перед запуском електродвигуна М1 по команді реле часу розігріваються стулки зовнішнього

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

7.2. Заходи профілактики виявлених факторів

- *Падіння людей та предметів з висоти*

При встановленні, монтажі та проектуванні конструкцій на висоті забезпечення безпеки працюючих передбачає використання засобів колективного захисту. В ході монтажу систем теплогазопостачання та вентиляції можливі втрати міцності та стійкості конструкцій через недостатнє урахування монтажних навантажень з організаційно-технічних причин.

При проектуванні систем теплогазопостачання та вентиляції необхідно передбачати стійкість їх у процесі монтажу. Розташування кріплень елементів обладнання систем теплогазопостачання та вентиляції, що забезпечують стійкість закріплених конструкцій, розробляється в проекті монтажних робіт.

- *Електричний струм та атмосферна електрика*

При виконанні робіт поруч з елементами електромережі, які перебувають під напругою, існує ризик випадкового контакту. Основними електрозахисними засобами, які можуть забезпечити безпеку протягом тривалого часу та дозволяють уникнути доторкання до компонентів електричної установки, що перебувають під напругою (до 1000В), є ізоляційні гумові рукавиці, інструменти з ізольованими ручками, струмовідповідачі, а при напрузі понад 1000В - ізоляційні жердини, ізольовані та провідні клеми.

Для захисту промислового об'єкту від ударів блискавки на даху будівлі встановлена блискавкозахисна сітка з кроком 0,5x0,5м, діаметром Ø0,25мм. Ця сітка з'єднана з заземленням за допомогою струмоведучих відводів, виготовлених з круглої сталі діаметром 10 мм.

- *Вібрація та виробничий шум*

Розробку віброзахисту при монтажі, налагодженні та введенні в експлуатацію систем теплогазопостачання та вентиляції слід починати з етапу проектування системи, планування виробничого приміщення та складання плану організації робіт.

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

Ефективним способом боротьби зі шкідливою вібрацією, що виникає при роботі системи вентиляції, є використання пасивної віброізоляції за допомогою вібропоглинаючих кріплень. Технічні заходи боротьби з шумом включають вибір механізмів і технологічних процесів у машинах, які створюють мінімальні динамічні навантаження.

Для захисту працюючих у виробничих приміщеннях з шумним обладнанням здійснюються такі заходи: звукоізоляція допоміжних приміщень, що примикають до шумних виробничих зон; звукоізоляційні екрани та огороження; і використання звукопоглинаючої обшивки або штучних звукопоглиначів для обробки стін і стель.

У вентиляційних системах для зниження рівня шуму до нормативних значень (<85 дБ) зазвичай використовуються глушники, які встановлюються після припливного повітря. При необхідності засоби колективного захисту доповнюються використанням індивідуальних засобів захисту від шуму, таких як беруші, навушники, шоломи.

- *Шкідливі речовини*

Під час зварювальних робіт у повітря виділяються шкідливі речовини. Під час виконання зварювальних робіт зварники повинні використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання та очей (захисні маски та респіратори), захисний спецодяг, шкіряне взуття та захисні рукавички.

- *Пожежна небезпека*

Для підприємства повинен бути розроблений план евакуації людей з виробничих приміщень на випадок пожежі.

У приміщеннях будівлі повинені розташовуватись ящик з піском та щит з протипожежним інвентарем.

Підприємство повинно бути обладнано автоматичними системами пожежегасіння та системою аварійної сигналізації.

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

7.3. Інженерні рішення з конкретних питань охорони праці

Розрахунок штучного освітлення

У приміщенні будівлі, яка має площу 118,3 м² встановлені світильники “Астра” та запроєктовані в них ЛН В.220.15 ($h_c=0,8$) рис. 7.1.[17]

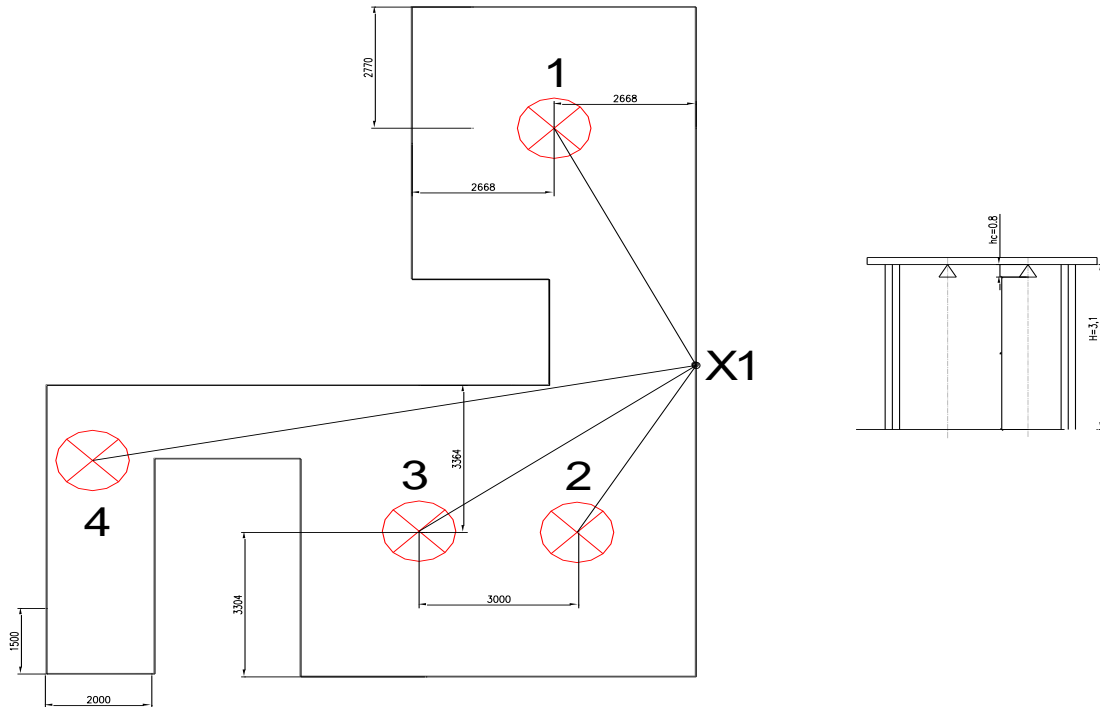


Рис.7.1.Схема встановлення світильників

Вибираємо а схемі (рис. 7.1) розрахункову точку X1, яка розташована біля стіни. Для знаходження умовної освітленості точки від ЛН1 до ЛН9 виділяємо проєкції відстаней від лампи до X1: $d_1 = 6,1$ м; $d_2 = 4,5$ м; $d_3 = 6,5$ м; $d_4 = 11,5$ м.

Визначаємо розрахункову висоту до точки:

$$h = H - h_c = 3,1 - 0,8 = 2,3 \text{ м.}$$

Знаходимо $E_6=50$ лк. Визначаємо за графіком умовних ізолюкс умовну освітленість, яка створюється кожною лампою: $e_1 = 1,0$ лк; $e_2 = 1,0$ лк; $e_3 = 1,0$ лк; $e_4 = 1,0$ лк.

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

$$\sum_1^{40} e_i = 3,0$$

Визначаємо потрібний світовий потік лампи:

$$\Phi_{л} = 1000 E_n \kappa / \mu \sum_1^m e_i$$

Де $\sum_1^m e_i$ - умовна освітленість контрольної точки X1 від сумарної дії світильників,

E_n – нормована освітленість, лк,

μ - коефіцієнт додаткової освітленості, створюється віддаленими світильниками (приймається 1-1,2),

κ – коефіцієнт запасу для ЛЛ $\kappa=1,5$, ЛН $\kappa=1,3$.

$$\Phi_{л} = 1000 \cdot 50 \cdot 1,3 / 1,1 \cdot 4 = 14772 \text{ лк.}$$

Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot A \cdot z}{\Phi \cdot \eta}$$

$$N = \frac{50 \cdot 1,5 \cdot 118,3 \cdot 1,1}{14772 \cdot 0,17} = 3,8 \text{ шт}$$

До встановлення приймаємо чотири світильника.

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

Список використаної літератури

1. ДСТУ – НБВ.1.1-27:2010. "Будівельна кліматологія", – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. –123с.
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування, - Київ, Мінрегіонбуд України. 2014/
3. ДБН В 2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
4. Джеджула, В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів: навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.
5. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 43 с. – (Національний стандарт України).
6. Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу "Опалення" на тему "Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожуючих конструкцій будинків різного призначення". Укл. Є.С.Зайченко. // К.: КДТУБА, 1998.-34с.
7. ДСТУ Б EN 12831 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження» / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2012. – 72 с.
8. Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О проектування систем водяного опалення (посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ) – Відень - Київ – Сімферополь, 2010 – 201 с.
9. ДБН В.1.1-31:2013-«Захист територій, будинків і споруд від шуму»
10. Жуковський С.С., Возняк О.Т., Омельчук О.В. Гігієна мікроклімату приміщень. Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005.-88 с.
11. Дячук О. «Утилізація тепла і енергоефективність систем вентиляції»
12. Ратушняк Г. С. Експлуатація систем тепlopостачання та вентиляції /Г. С.

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

	:Толщина:Коэффиц. :Сопротивление :Термиче- :R паропроницанию : ВОЛОГА I ТИСК :ПлоскИсть:
Слой	: слоя, :паропрони:паропроницанию :ское со- :до внутр. поверх-:-----:конденса-:
	: : :цаемости :от плоскости :противле-ности, м2чПа/мг :Приращение :Давлен е,Па:ции от :
	: : : M :конден. R=B/M :ние, Rт :-----:влаги dW,% :Насы-:Парци:наружной :
	: м :мг/ч.м.Па: м2.ч.Па/мг : м2.С/Вт :Рас- : Требуемое :-----:щенный:аль- :границы :
	: : : Внутр.: Наруж.: :чет : Rп1 : Rп2 :Расч.: Мах : пар :ное :слоя, м :
декоративная штукатурка	0.02 0.09 0.2222 0 0 0 0.551 0 378.5 380 0.01
утеплитель-минвата	0.07 0.3 0.23 0.00335 1.38 3.892 0 2.914 0 3 396.9 405 0.001005
кирпич	0.38 0.11 3.455 0.4691 0 0 0 0 0 985.4 431.2
штукатурка	0.02 0.098 0.2041 0.02299 0 0 0 0 0 1297 819.5
	Rп Rп.н Rk Ев ев
ВСЬОГО	3.889 0.2256 1.872 1404 842.4

Ев и ев - параметры воздуха в помещении.

Сопротивления теплопередаче для расчетов, м2.С/Вт:

- ограждения Ro=2.072;

- от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

Rв=Rk*r+1/Lв=1.872*1+1/8.7=1.987.

Значения давлений приведены на границе слоя, ближней к наружному воздуху

Расчет накопления влаги произведен за отопительный период с tn<=-8 С

Расчет давлений произведен для средней за январь температуры наружного воздуха

Средняя температура в январе, С tn=-5.9

Упругость паров наружного воздуха в январе, Па еп=380

Продолжительность отопительного периода, сут Z=187

Температура слоя в плоскости конденсации, С

tk=(tv-(tv-tn)*Rв/Ro=12-(12--5.9)*1.987/2.072=-5.165

Упругость пара воздуха в помещении, Па ев=842.4

Упругость насыщенного водяного пара в плоскости конденсации, Па Ek=405.4

Расчетная упругость пара воздуха в плоскости конденсации, Па (ф-ла 17 ДБН)

ek=ев-(ев-еп)*Rп/(Rп+Rп.н)=842.4-(842.4-380)*3.889/(3.889+0.2256)=405.4

Количество конденсирующейся влаги, кг/м2 (ф-ла 23 ДБН)

P=[(ев-Ek)/Rп+(еп-Ek)/Rп.н]*Z*24e-6=[(842.4-405.4)/3.889+(380-405.4)/0.2256]*187*24e-6=0.0000003424

Приращение влаги в слое конденсации, % (ф-ла 22 ДБН)

dw=P*100/Vw/Yw=0.0000003424*100/0.07/35=0.00001398

Накопление влаги за отопительный период года меньше допустимого.

Расчет производится согласно СП-101-2000

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКА ТЕПЛОУСВОЕННЯ ОГОРОДЖЕННЯ (від внутрішнього слоя)

Слой	:Термич.:Расчет.:Тепло-:Показа- : Формула :
	:сопро- :коэфф. :вая :тель те- :
	:тивле- :теплоу-:инер- :плоусво- :
	:ние, :своения:ция :ения : :
	: R : S : D : Y :
	:м2.С/Вт:Вт/м2.С : :Вт/м2.С :

штукатурка 0.02299 10.42 0.2396 10.42 Формула (48) СП

кирпич 0.4691 10.12 4.748 9.929 Формула (50) СП

утеплитель-минвата 1.4 0.3659 0.5123 0.6789 Формула (50) СП

декоративная штукатурка 0.02151 11.09 0.2385 3.275 Формула (50) СП

Расчетное теплоусвоение Yв 3.275

Коэффициент теплопоглощения внутренней поверхности ограждения, Вт/м2С

V=1/(1/Lв+1/Yв)=1/(1/8.7+1/3.275)=2.38

Коэффициент неравномерности теплоотдачи приборов отопления m=0.1

Расчетная температура наружного воздуха, С tn=-22

Температура воздуха в помещении, С tv=12

Сопротивление теплопередаче, м2.ч/Вт Ro=2.072

Тепловая устойчивость ограждения, С

dt=(1/Lв+m/Yв)*(tv-tn)/Ro=(1/8.7+0.1/3.275)*(12--22)/2.072=2.387

ПРИМЩЕННЯ=1

ОГОРОДЖЕННЯ=кровля

Условия эксплуатации =Б

Коэффициент однородности материала r=1

Коэффициент n n=1

Тепловая инерция D=2.781

Расчетная температура наружного воздуха, С .. tn=-22

Коэффициент теплоотдачи,Вт/м2.ч:

- наружному воздуху Ln=23

- к воздуху в помещении Lv=8.7

Термическое сопротивление,м2.С/Вт Rk=2.109

Ширина ограждения из неоднородных слоев,м ... W=0

Сопротивление теплопередаче,м2.ч/Вт:

- требуемое Rтр=2.2

- по расчету Ro=2.267

Температура внутренней поверхности стены,С tvп=10.28

Сопротивление паропроницанию в пределах от внутренней поверхности до

плоскости возможной конденсации пара, м2.ч.Па/мг:

- требуемое из условия недопустимости накопления влаги за годовой

период эксплуатации Rп1=0

- требуемое из условия ограничения влаги за период с отрицательными

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

температурами наружного воздуха Rn2=15.26

- по расчету Rn=107.7

ТАБЛИЦА СЛОЙВ ОГОРОДЖЕННЯ (ДЛЯ ОГОРОДЖЕННЯ ИЗ НЕОДНОРОДНЫХ СЛОЙВ)

Слой :Толщина:Коэфф.тепло-:Термич.:Плот-:Паропро-:Темпе-:Сопрот.: СЛОЙ :Пред.:Тепловая
: :прово-усвое-:сопроти-:ность:нищаем.:ратура:паропро :кон- :изо-:прира:инерция
: :дности:ния :вление : : :слоя :ничанию :ден- :ля-:шение:
: B : L : S : R : : M : t *) : Rn :саии:ции :влаг :
: м :Вт/м.С:Вт/м2С:м2.С/Вт :кг/м3:мг/м.ч.Па: С :м2ч.Па/мг: : : % :

Table with 9 columns: Layer name, Thickness, Thermal conductivity, Thermal resistance, Density, Vapor permeability, Temperature, Resistance, and Inertia. Rows include metal profile, hydrobarrier, insulation, vapor barrier, and plate.

Принято термическое сопротивление ограждения Rk=2.109 м2.С/Вт.
Тепловая инерция однородного слоя рассчитывается по формуле (4) D=R*S
Тепловая инерция ограждения D=2.781

Расчетная температура наружного воздуха принята в соответствии с
приложением Ж ДБН В 2.6.31:2006..... tn,C=-22
Сопротивление теплопередаче рассчитывается по формуле (И.1) ДБН В 2.6-31:2006

с учетом коэффициента теплотехнической однородности
Ro=(1/Lv+Rk+1/Ln)*r=(1/8.7+2.109+1/23)*1=2.267 м2.С/Вт.

Температура на внутренней поверхности ограждения:
tp=tv-N*(tv-tn)/r/Ro/Lv=12-1*(12--22)/1/2.267/8.7=10.28 С.

РОЗРАХУНОК ПОТРІБНОГО СОПРОТИВЛЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ Rtrc

Rtrc=n*(tv-tn)/(dt*Lv)=1*(12--22)/(6*8.7)=0.6513 м2.С/Вт

ВИБІР ПОТРІБНОГО СОПРОТИВЛЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Требуемое сопротивление теплопередаче, м2.С/Вт:
- рекомендуемое или заданное пользователем Rreq=1.6
- рассчитанное Rtrc=0.6513

Принято значение Rtr=max{ 1.6, 0.6513 }=1.6 м2.С/Вт.

РОЗРАХУНОК ОПОРУ ПАРОПРОНИЦАНІЮ произведен для плоскости в слое номер 3 от наружной поверхности

ограждения на расстоянии 0.2973 м от внутренней поверхности ограждения

Параметры увлажняемого слоя, необходимые для расчета:

- плотность, кг/м3 Yw=35;
- толщина,м Ww=0.1;
- предельно допустимое приращение расчетного массового отношения вла-
ги в материале увлажняемого слоя, %, за период накопления влаги с отри-
цательными среднемесячными температурами dWsr=3.

ТАБЛИЦА РОЗРАХУНКУ ОПОРУ ПАРОПРОНИЦАНІЮ

:Толщина:Коэффиц.:Сопротивление :Термиче- :R паропроницанию : ВОЛОГА І ТИСК :Плоскость:
: слоя :паропрони:паропроницанию :ское со- :до внутр. поверх-:-----:конденса-:
Слой : :паемости :от плоскости :противле-:ности, м2чПа/мг :Приращение :Давлен е,Па:ции от :
: : M :конден. R=В/М :ние, Rt :-----:влаги dW,% :Насы-:Парци:наружной :
: м :мг/ч.м.Па: м2.ч.Па/мг : м2.С/Вт :Рас- : Требуемое :-----:щенный:аль- :границы :
: : : Внутр.: Наруж.: :чет : Rn1 : Rn2 :Расч.: Max : пар :ное :слоя, м :

Table with 10 columns: Layer name, Thickness, Coefficient, Thermal resistance, Vapor permeability, Temperature, Resistance, Inertia, and other parameters. Rows include metal profile, hydrobarrier, insulation, vapor barrier, and plate.

Ев и ев - параметры воздуха в помещении.

Сопротивления теплопередаче для расчетов, м2.С/Вт:

- ограждения Ro=2.267;
- от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

Rv=Rk*r+1/Lv=1.615*1+1/8.7=1.73.

Температура слоя в плоскости конденсации, С (ф-ла 19 ДБН)

tk=(tv-(tv-tn)*Rv/Ro)=12-(12--5.9)*1.73/2.267=-1.655

Упругость пара воздуха в помещении, Па ев=842.4

Упругость насыщенного водяного пара в плоскости конденсации, Па Ek=601.7

Расчетная упругость пара воздуха в плоскости конденсации, Па (ф-ла 17 ДБН)

ek=ев-(ев-ек)*Rn/(Rn+Rn.н)=842.4-(842.4-380)*107.6/(107.6+99.1)=601.7

Количество конденсирующейся влаги, кг/м2

P=[(ев-Ек)/Rn+(ек-Ек)/Rn.н]*Z*24e-6=[(842.4-601.7)/107.6+(380-601.7)/99.1]*187*24e-6=0.00000000107

Приращение влаги в слое конденсации, %

dw=P*100/Ww/Yw=0.00000000107*100/0.1/35=0.00000003057

Накопление влаги за отопительный период года меньше допустимого.

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕПЛОУСВОЕННЯ ОГОРОДЖЕНЬ (від внутрішнього слоя)

Слой :Термич.:Расчет.:Тепло-:Показа-: Формула :
:сопро- :коэфф. :вая :тель те-:
:тивле- :тепλου-:инер- :пλουсво-:
:ние, :своения:ция :ения :
: R : S : D : Y :
:м2.С/Вт:Вт/м2.С: :Вт/м2.С: :

Арк.

Table with 6 columns: Зм, Кільк., Арк., № док., Підпис, Дата. The last cell is empty.

ги в материале увлажняемого слоя, %, за период накопления влаги с отрицательными среднемесячными температурами dWsr=3.

ТАБЛИЦА РОЗРАХУНКУ ОПОРУ ПАРПРОНИЦАННЯ

Слой	Толщина	Коэффиц.	Сопротивление	Термиче-	R паропроницанию	ВОЛОГА І ТИСК	ПлоскІсть					
	слоя, :	паропрони:	паропроницанию	ское со-	до внутр. поверх-	-----	конденса-					
	:	чаемости :	от плоскости	противле-	ности, м2чПа/мг	Приращение	Давлен е,Па:ици от :					
	:	М :	конден. R=B/M	ние, Rt	-----	влаги dW,%	Насы:-Парци:наружной :					
	:	м :	мг/ч.м.Па:	м2.ч.Па/мг	м2.С/Вт	Рас-	Требуемое :-----					
	:	:	Внутр.:	Наруж.:	чет :	Rп1 :	Rп2 :Расч.:					
	:	:	Max :	пар:	ное :	слоя, м :						
декоративная штукатурка	0.02	0.09	0.2222	0	0	0	0	378.5	380	0.007571		
утеплитель-минвата	0.11	0.3	0.1833	0.1833	1.1	14.03	0.209	4.409	0	3	399.2	396.8
паробарьер	0.0002	0.00002	10	0	0	0	0	0	0	1833	424.5	
кирпич	0.38	0.11	3.455	0.4691	0	0	0	0	0	1833	1180	
штукатурка	0.02	0.098	0.2041	0.02299	0	0	0	0	0	2437	1441	
			Rп	Rп.н	Rk		Ев	ев				
ВСЬОГО			13.84	0.4056	1.592					2647	1456	

Ев и ев - параметры воздуха в помещении.
 Сопротивления теплопередаче для расчетов, м2.С/Вт:
 - ограждения Ro=2.872;
 - от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации
 $R_v = R_k * r + 1 / L_v = 1.592 * 1 + 1 / 8.7 = 1.707$.

Значения давлений приведены на границе слоя, ближней к наружному воздуху
 Расчет накопления влаги произведен за отопительный период с $t_n \leq 8$ С
 Расчет давлений произведен для средней за январь температуры наружного воздуха
 Средняя температура в январе, С $t_n = -5.9$
 Упругость паров наружного воздуха в январе, Па $e_n = 380$
 Продолжительность отопительного периода, сут $Z = 187$
 Температура слоя в плоскости конденсации, С
 $t_k = (t_v - t_n) * R_v / R_o = 22 - (22 - (-5.9)) * 1.707 / 2.872 = 5.417$
 Упругость пара воздуха в помещении, Па $e_v = 1456$
 Упругость насыщенного водяного пара в плоскости конденсации, Па $E_k = 897.6$
 Расчетная упругость пара воздуха в плоскости конденсации, Па
 $e_k = e_v - (e_v - e_n) * R_n / (R_n + R_{п.н}) = 1456 - (1456 - 380) * 13.84 / (13.84 + 0.4056) = 410.6$
 Так как расчетная упругость пара в слое конденсации меньше упругости насыщенного пара, то влага не накапливается

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКА ТЕПЛОЗАСВОЄННЯ ОГОРОДЖЕННЯ (від внутрішнього слоя)

Слой	Термич.	Расчет.	Тепло-	Показа-	Формула
	сопро-	коэфф.	вая	тель те-	
	тивле-	теплоу-	инер-	плоусво-	
	ние,	своения:	ция	ения	
	R	S	D	Y	
	м2.С/Вт:	Вт/м2.С:	Вт/м2.С:		
штукатурка	0.02299	10.42	0.2396	10.42	Формула (48) СП
кирпич	0.4691	10.12	4.748	9.929	Формула (50) СП
паробарьер	0	0.0027	0	9.929	Формула (50) СП
утеплитель-минвата	2.2	0.3659	0.805	0.4475	Формула (50) СП
декоративная штукатурка	0.02151	11.09	0.2385	3.062	Формула (50) СП
Расчетное теплоусвоение Yв				3.062	

Коэффициент теплоотдачи для внутренней поверхности, Вт/м2С Lв=8.7
 Коэффициент теплопоглощения внутренней поверхности ограждения, Вт/м2С
 $V = 1 / (1 / L_v + 1 / Y_v) = 1 / (1 / 8.7 + 1 / 3.062) = 2.265$
 Коэффициент неравномерности теплоотдачи приборов отопления m=0.1
 Расчетная температура наружного воздуха, С $t_n = -22$
 Температура воздуха в помещении, С $t_v = 22$
 Сопротивление теплопередаче, м2.ч/Вт Ro=2.872
 Тепловая устойчивость ограждения, С
 $dt = (1 / L_v + m / Y_v) * (t_v - t_n) / R_o = (1 / 8.7 + 0.1 / 3.062) * (22 - (-22)) / 2.872 = 2.261$
 ***** ОГОРОДЖЕННЯ *****

ПРИМІЩЕННЯ=2
 ОГОРОДЖЕННЯ=кровать офиса
 Условия эксплуатации =Б
 Коэффициент однородности материала r=1
 Коэффициент n n=1
 Тепловая инерция D=2.134
 Расчетная температура наружного воздуха, С .. $t_n = -22$
 Коэффициент теплоотдачи, Вт/м2.ч:
 - наружному воздуху Lн=23
 - к воздуху в помещении Lв=8.7
 Термическое сопротивление, м2.С/Вт Rk=4.821
 Ширина ограждения из неоднородных слоев, м ... W=0
 Сопротивление теплопередаче, м2.ч/Вт:
 - требуемое Rтр=4.95
 - по расчету Ro=4.979
 Температура внутренней поверхности стены, С $t_{вп} = 20.98$
 Сопротивление паропроницанию в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации пара, м2.ч.Па/мг:

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

