

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

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

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

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

на тему:

**ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ  
СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ У  
М.ТЕРНОПІЛЬ**

**РЕКУНОВ Олександр Олександрович**

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ К.М. Предун

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

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

на тему:

**ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ  
СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ У  
М.ТЕРНОПІЛЬ**

Виконав студент групи зТВ-19

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

Рекунов О.О.

Керівник Ваколюк А.С.,  
к.е.н., доцент

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: бакалавр за ОПП

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

\_\_\_\_\_ О.В.Приймак

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

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

**Рекунов Олександр Олександрович**

1. Тема роботи **Опалення, вентиляція та охолодження спортивно-оздоровчого комплексу у м.Тернопіль**

затверджена наказом ректора КНУБА №760/2 від 10 травня 2024 р.

2. Керівник роботи Ваколюк Анатолій Степанович, к.е.н., доцент

3. Строк подання студентом роботи до захисту 18.06.2024 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Загальні дані

Розділ 2. Опалення

Розділ 3. Вентиляція

Розділ 4. Автоматика

Розділ 5. Технологія і організація будівельно-монтажних робіт

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 2. Архітектурно-планувальні рішення будівлі. Системи опалення: аксонометричні схеми, розташування обладнання на поверхових планах, окремі вузли, специфікація матеріалів тощо. Індивідуальний тепловий пункт.

Розділ 3. Архітектурно-планувальні рішення будівлі. Системи вентиляції: аксонометричні схеми систем, розташування обладнання на поверхових

планах, окремі вузли, специфікація матеріалів, відомість опалювально-вентиляційного обладнання.

Розділ 4. Функціональна схема автоматизації припливно-витяжної установки

Розділ 5. Календарний план організації будівельно-монтажних робіт. Графік руху робочої сили, машин і механізмів. Монтажний проект вентиляційної системи

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальні дані	
Розділ 2. Опалення	
Розділ 3. Вентиляція	
Розділ 4. Автоматика	
Розділ 5. Технологія і організація будівельно-монтажних робіт	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 4.	Предун К.М., д.е.н., професор		
Розділ 5.	Сенчук М.П., к.т.н., доцент		

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ К.М.Предун

Керівник \_\_\_\_\_ А.С.Ваколюк

Студент \_\_\_\_\_ О.О.Рекунов

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ.	
1.1 Характеристика об'єкта .....	
1.2 Кліматологічні дані району будівництва.....	
1.3 Вибір розрахункових параметрів повітря	
1.3.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	
1.3.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	
1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	
РОЗДІЛ 2. ОПАЛЕННЯ.	
2.1 Визначення теплової потужності системи опалення приміщень.....	
2.2 Вибір системи опалення.....	
2.3 Вибір опалювальних приладів.....	
2.4 Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	
РОЗДІЛ 3. ВЕНТИЛЯЦІЯ.	
3.1 Розрахунок повітрообмінів по нормативній кратності.....	
3.2 Вибір повітророзподільників в допоміжних приміщеннях.....	
3.3 Схема організації повітрообміну в допоміжних приміщеннях.....	
3.4 Визначення теплонадходжень від людей в тренажерному та аеробному залах.....	
3.5 Тепловиділення від джерел штучного освітлення в тренажерному та аеробному залах.....	
3.6 Надходження теплоти за рахунок сонячної радіації в аеробному залі.....	
3.7 Загальні надходження теплоти в тренажерному на аеробному залах.....	
3.8 Розрахунок виділень вологи від людей в тренажерному на аеробному залах.....	
3.9 Виділення діоксиду вуглецю в тренажерному на аеробному залах.....	
3.10 Розрахунок повітрообміну для аеробного залу	
3.10.1 Теплий період року.....	

3.10.2 Холодний період року.....	
3.11 Схема організації повітрообміну в тренажерному та аеробному залах.....	
3.12 Розрахунок повітророзподілення в аеробному залі.....	
3.13 Вибір повітророзподільних пристроїв витяжної системи ПВ2.....	
3.14 Аеродинамічний розрахунок припливно – витяжної системи ПВ2.....	
3.15 Вибір повітрообробного агрегату системи ПВ2.....	
3.16 Акустичний розрахунок припливної частини системи ПВ2.....	
<b>РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА.</b>	
4.1 Автоматизація припливно – витяжної установки.....	
4.2 Пристрій і робота системи.....	
4.3 Загальні вказівки по експлуатації системи автоматики.....	
4.4 Підготовка до роботи.....	
4.5 Порядок роботи	
4.5.1 «Ручний» режим.....	
4.5.2 «Автоматичний» режим.....	
4.5.3 Аварійні ситуації.....	
<b>РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ.</b>	
5.1 Календарне планування монтажу систем ТГПіВ.....	
5.2 Відомість об’ємів робіт та трудовитрат.....	
5.3 Техніко – економічні показники	
5.3.1 Для організації робіт під час монтажу систем вентиляції.....	
5.3.2 Для організації робіт під час монтажу систем опалення.....	
5.4 Технологія монтажу систем вентиляції	
5.4.1 Підготовка об’єктів до монтажу санітарно – технічних систем.....	
5.4.2 Монтажне проектування систем ТГПіВ.....	
5.4.3 Основні принципи монтажних робіт.....	
5.5 Розробка монтажного проекту системи П4.....	
ЛІТЕРАТУРА.....	

ДОДАТОК А.....

ДОДАТОК Б.....

## ВСТУП

Для забезпечення нормальної життєдіяльності людей та функціонування технологічного обладнання всі будівлі (житлові, громадські, промислові) обладнані комплексом систем опалення та вентиляції, що забезпечує необхідні параметри мікроклімату і санітарно-гігієнічні норми. Наведені системи мають складний комплекс самостійного та взаємопов'язаного обладнання.

Системи опалення будівель слугують для підтримки в них температурних умов для забезпечення доброго самопочуття і здоров'я людей, якісного протікання технологічних процесів, а також збереження будівельних конструкцій і технологічного устаткування в холодний період року. Температура внутрішнього повітря, відносна вологість, а також швидкість повітря є основними чинниками, під впливом яких формуються процеси тепло- і масообміну людини з середовищем приміщення.

За допомогою систем опалення та вентиляції встановлюють такі поєднання цих параметрів, при яких теплове самопочуття людини є оптимальним. Ці значення покладені в основу вимог до теплових умов приміщень і регламентуються санітарними нормами.

При проектуванні систем опалення необхідно враховувати всі фактори, що беруть участь у формуванні температурних умов приміщень. Нестабільність більшості з них викликає необхідність створення систем опалення, здатних автоматично реагувати на погодні, технологічні і інші фактори.

У наслідок різного роду процесів, які протікають в приміщенні, в повітря потрапляють шкідливі гази, пари, теплота, волога та пил. Це призводить до зміни хімічного складу повітря і його фізичного стану, що негативно впливає на самопочуття людини та погіршує умови праці.

Для підтримки в приміщенні нормальних параметрів повітряного середовища, що задовольняють санітарно-гігієнічним і технологічним вимогам, влаштовують системи вентиляції.

Вентиляція – сукупність заходів і пристроїв, що забезпечують розрахунковий повітрообмін в приміщенні житлових, суспільних і промислових будівель.

Санітарно – гігієнічне призначення вентиляції полягає в підтримці в приміщенні параметрів, що задовольняють вимогам санітарних норм проектування промислових та громадських підприємств, будівельних норм і правил стану повітряного середовища шляхом асиміляції теплоти і вологи, а також видалення шкідливих газів, пари і пилу.

Окрім санітарних вимог до вентиляції висуваються технологічні вимоги по забезпеченню чистоти, температури, вологості і швидкості руху повітря в приміщенні, враховуючи особливості технологічних процесів в промислових будівлях і призначення приміщення в громадських.

Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища в приміщеннях питання вентиляції, технології і архітектурно – планувальних вирішень будівлі необхідно вирішувати спільно.

# РОЗДІЛ 1

## ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

### 1.1 Характеристика об'єкта

Об'єктами проектування при виконанні випускової роботи є системи опалення, вентиляції та охолодження спортивно – оздоровчого комплексу в м. Тернопіль. Будівля має 2 поверхи з розмірами в осях 30 x 20,4 м.

На відм. -4.200 знаходиться басейн, сауна, масажна, душові, роздягальні, тренажерний зал.

На першому поверсі на відм. 0.000 - аеробний зал, кафе, санвузли, душові, роздягальні.

Для компенсації втрат теплоти в приміщеннях комплексу в зимовий період часу проектується система опалення.

Основними шкідливими речовинами, що надходять у приміщення комплексу є надлишкова теплота (тепловиділення) від людей, обладнання та сонячної радіації, волога, діоксид вуглецю. Для їх асиміляції проектується системи вентиляції та охолодження.

### 1.2. Кліматологічні дані району будівництва

Кліматологічні дані для м. Тернопіль приймаються по [1] і наведені у таблиці 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 - Температура зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря середня по місяцям, °С											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-5	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	3,1

Продовження таблиці 1.1

Температура повітря, °С						
середня за рік	холодного періоду				теплого періоду	
	найхолодніша доба забезпеченістю		найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю		найжаркіша доба забезпеченістю 0,95	найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,99
	0,98	0,92	0,98	0,92		
13	14	15	16	17	18	19
6,9	-26	-24	-22	-20	26	22

Продовження таблиці 1.1

≤8°С		≤10°С		≥21°С	
тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура
20	21	22	23	24	25
184	-0,2	205	0,6	-	-

Таблиця 1.2 - Напрямок і швидкість вітру

Період	Повторюваність напрямків вітру (чисельник), %, середня швидкість по напрямках (знаменник), м/с							
	Північ	Північний схід	Схід	Південний схід	Південь	Південний захід	Захід	Північний захід
січень	$\frac{6,3}{3,4}$	$\frac{3,1}{2,3}$	$\frac{6,0}{3,0}$	$\frac{19,4}{4}$	$\frac{12,5}{3,5}$	$\frac{10,1}{4,2}$	$\frac{28,6}{5,7}$	$\frac{14,0}{5,0}$
липень	$\frac{13,1}{13,2}$	$\frac{3,9}{2,7}$	$\frac{5,4}{3,0}$	$\frac{9,0}{3,3}$	$\frac{6,4}{3,6}$	$\frac{6,1}{3,5}$	$\frac{29,2}{4,0}$	$\frac{26,9}{4,0}$

### 1.3. Вибір розрахункових параметрів повітря

#### 1.3.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Для розробки систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря параметри зовнішнього повітря приймаються за п. 5.13 [2]:

– для систем опалення, вентиляції та кондиціонування у холодний період року – температура зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92;

– для систем вентиляції в теплий період року – температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99;

- для систем кондиціонування в теплий період - температуру зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95.

Результати вибору зведені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем опалення та вентиляції.

Період	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$		$I_{\text{ext}}, \text{кДж/кг}$
	вентиляція	опалення	
Т	22	-	52,8
Х	-20	-20	-19,7

Таблиця 1.4 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем охолодження

Період	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	$I_{\text{ext}}, \text{кДж/кг}$
Т	26	57,4

#### 1.3.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщеннях спортивно – оздоровчого комплексу приймається у відповідності до [3].

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для проектування систем вентиляції наступні:

- повітря в робочій зоні  
для холодного періоду року  $t_{wz}^T=20^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\varphi_{wz}^X=30\%$ ;  
 $v_{wz}^X=0,5$  м/с;  
для теплого періоду року  $t_{wz}^T$  приймається в інтервалі 22...25  $^{\circ}\text{C}$   
 $t_{wz}^T=25^{\circ}\text{C}$ ;  
відносна вологість  $\varphi_{wz}^T=60\%$ ;  
рухливість повітря  $v_{wz}^T=0,2$  м/с;
- припливне повітря  
для холодного періоду року  $t_{in}^X=17^{\circ}\text{C}$ ;  
для теплого періоду року  $t_{ext}=t_{in}=20^{\circ}\text{C}$
- повітря, що видаляється

$$t_l = t_{wz} + \text{grad}t(H_p - h_{p3}) \quad (1.1)$$

де  $\text{grad}t$  - зміна температури на 1м висоти вище за робочу зону залежно від району будівництва.

для холодного періоду

$$t_l^X = 23 + 0,3 \cdot (4 - 2) = 23,6^{\circ}\text{C}$$

для теплого періоду

$$t_l^T = 20 + 2,5 \cdot (4 - 2) = 25^{\circ}\text{C}$$

Результати розрахунків по розділу 1.3.2 зведені в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Параметри внутрішнього повітря для проектування систем вентиляції.

Період року	$t_{wz}, ^{\circ}\text{C}$ .	$t_{in}, ^{\circ}\text{C}$ .	$t_l, ^{\circ}\text{C}$ .	$v_{wz}, ^{\circ}\text{C}$ .	$\varphi_{wz}, \%$
X	23	23	23,6	0,5	30
T	20	16	25	0,5	65

#### 1.4. Теплотехнічний розрахунок огорджувальних конструкцій

Характеристика огорджувальних конструкцій прийнята на підставі архітектурно - будівельного завдання.

Опір теплопередачі конструкції, що огороджує, визначається по формулі:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (1.2)$$

де  $\alpha_B$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·°C) [4];

$\alpha_3$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·°C) [4];

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності матеріалу шаруючи конструкції, Вт/(м·°C) [4].

Після визначення фактичних значень опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій здійснюється їх порівняння з нормованими величинами, які відповідають зоні будівництва [5]. При цьому обов'язково виконання наступної умови:

$$R_{\phi} \geq R_{mp} \quad (1.3)$$

Конструкції огорожень (зовнішні стіни, горищне покриття) та результати розрахунків фактичних опорів теплопередачі наведені в табл. 1.6.

Результати розрахунків зведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 - Характеристики конструкцій, що огорожують

Конструкція огороження	$1/\alpha_B$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	$1/\alpha_3$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	$\delta_i$ , м	$\lambda_{ip}$ , Вт/(м·°C)	$R_0, \lambda_{ip}$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт
Стіна					
Цементно-піщана штукатурка	0,115	0,044	0,012	0,81	4,48
Ракушняк			0,4	0,5	
Мінеральна вата ROCKWOOL (1 шар 50 мм, 1 шар – 80 мм)			0,13	0,037	
Горищне покриття					
Металочерепиця	0,115	0,083	Не враховується		7,0
Фанера			0,02	0,15	
Гідробар'єр			Не враховується		
Мінераловатні плити «ROCKWOOL» (1 шар – 100 мм, 1 шар – 120 мм)			0,22	0,037	
Пароізоляція			Не враховується		
Решетування, сосна			0,1	0,14	

Вікна					
Двокамерні склопакети	-	-	-	-	0,9
Фасадне скління					
«REHAU»	-	-	-	-	0,9

У відповідності до [5] м. Тернопіль відноситься до I кліматичної зони. Мінімально – допустимі значення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій громадських будівель дорівнюють:

- зовнішні стінові огорожувальні конструкції  $R_{qmin} = 4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ ;
- суміщенні покриття, що межують із зовнішнім повітрям  $R_{qmin} = 7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ .

Для двокамерних склопакетів та фасадного скління фактичне значення опору теплопередачі відповідає нормативному.

## РОЗДІЛ 2

### ОПАЛЕННЯ

#### 2.1. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення, Вт, розраховуються за рівнянням

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad (2.1)$$

де  $f_{\Delta\theta,i}$  – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях [6];

$\Phi_{T,i}$  - трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$  - вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт.

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються за формулою

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.2)$$

де  $f_k$  – поправочний температурний коефіцієнт для  $k$ -будівельного огородження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду [6];

$A_k$  – площа теплопередачі  $k$ -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м<sup>2</sup>;

$U_k$  – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через  $k$ -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$\theta_{int,i} - \theta_e$  - різниця температур внутрішнього та зовнішнього повітря, °С.

Так як перший поверх розміщений нижче рівня земля (на відм.-4.200), то трансмісійні тепловтрати для приміщень визначаються за рівнянням:

$$\Phi_{T,i} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.3)$$

де  $f_{g1}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує річні коливання температури ґрунту (1,45);

$G_w$  – корегувальний коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод (1);

$f_{g2}$  – поправочний коефіцієнт на можливе зниження зовнішньої температури, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря (середню амплітуду коливання) (1);

$U_{equiv,k (equiv,bw)}$  – коефіцієнт передачі теплоти з урахуванням типу підлоги (стіни) залежно від характеристичного параметру  $B'$  (відношення загальної площі першого поверху до половини периметру підлоги), Вт/м<sup>2</sup>·°C;

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} \quad (2.4)$$

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються як

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.5)$$

де  $V_{min,i}$  – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за національними гігієнічними вимогами, м<sup>3</sup>/год. Вона визначається за нормованою кратністю:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i, \quad (2.6)$$

де  $n_{min}$  – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами [6].

Теплова потужність системи опалення приміщення розраховується по формулі

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i} \quad (2.7)$$

Розрахунок виконується в табличній формі (Додаток А).

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі, Вт, за спрощеною методикою виконується за формулою

$$\Phi_{HL} = \Sigma \Phi_{T,i} + \Sigma \Phi_{V,i} + \Sigma \Phi_{RH,i} + \Sigma \Phi_{Q,i} \quad (2.8)$$

При визначенні теплової потужності для будівлі, внутрішні трансмісійні та вентиляційні теплові потоки між приміщеннями не враховуються.

Результати розрахунку наведені в табл. 2.1 та 2.2.









26+27			3С	3,3	4	13,2	0,32	1,45	1	1	6,12	-							
Хол+кабінет лікаря	23,23	20	ПІ			23,23	0,13	1,45	1	1	4,38	-							
												10,50		420	93	32	126 4	132	288

Таблиця 2.2 – Визначення теплової потужності приміщень 2 поверху

Приміщення		Огороджувальна конструкція						Теплові мости			Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $\epsilon_1$	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), $b_u$	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщеннях, $f_{ij}$	Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, $H_{T,i}$ , Вт/°C	Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, $H_{T,j}$ , Вт/°C	Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Q_{T,i}$ , Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$ , м <sup>3</sup> /год	Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$ , Вт/°C	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $Q_{V,i}$ , Вт	Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), $Q_{O,i}$ , Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $Q_{hl,i}$ , Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $Q_{HL,i}$ , Вт	
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, $A_i$ , м <sup>2</sup>	Температура, $\Theta_{int,i}$ , °C	Позначення	Довжина, $a$ , м	Ширина (висота), $b(h)$ , м	Площа, $A_{k,i}$ , м <sup>2</sup>	Коефіцієнт теплопередачі, $U_k$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°C	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $\epsilon_k$	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, $\psi_i$ , Вт/(м·°C)	Довжина теплового мосту, $l$ , м													
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Поверх на відм.0.000																							
101	338,88	20	ЗС	9	4	36,00	0,208	1	0	-	-	-	-	7,49	-	16989	1356	461	12905	3389	13601	26505	
Аеробний зал			ЗС	19	4	76,00	0,208	1	0	-	-	-	-	-	15,81								-
			ГП			338,88	0,143	1	0	-	-	-	-	-	48,46								-
			В (8)	1,5	2,5	30,00	1,11	1	0	144	1	-	-	-	33,30								-
			ФС	12	4	48,00	1,11	1	0	40	1	-	-	-	319,68								-
													424,74										





111	СВ	0,65	20	ЗС	1,25	4	5,00	0,208	1	0	-	-	-	-	1,04	-	52	3	1	35	7	45	81
ГП				1,25	1,45	1,81	0,143	1	0	-	-	-	-	0,26	-								
														1,30									
114	Інвентарна	0,65	12	ЗС	1,6	4	6,40	0,208	1	0	-	-	-	-	1,33	-	52	3	1	28	7	46	74
ГП				1,6	1,3	2,08	0,143	1	0	-	-	-	-	0,30	-								
														1,63									
116	СВ	0,65	20	ЗС	1,25	4	5,00	0,208	1	0	-	-	-	-	1,04	-	52	3	1	35	7	45	81
ГП				1,25	1,45	1,81	0,143	1	0	-	-	-	-	0,26	-								
														1,30									
115	Приміщення прибирального інвентарю	0,65	12	ЗС	0,77	4	3,08	0,208	1	0	-	-	-	-	0,64	-	23	3	1	28	7	17	45
ГП				0,77	0,85	0,65	0,143	1	0	-	-	-	-	0,09	-								
														0,73									
116	СВ	0,65	20	ЗС	2	4	8,00	0,208	1	0	-	-	-	-	1,66	-	77	3	1	35	7	70	106
ГП				2	0,91	1,82	0,143	1	0	-	-	-	-	0,26	-								
														1,92									
121	Душова	0,65	20	ЗС	2,1	4	8,40	0,208	1	0	-	-	-	-	1,75	-	135	3	1	35	7	128	164
ГП				2,1	5,4	11,34	0,143	1	0	-	-	-	-	1,62	-								
														3,37									
122	Вестибюль	23,76	14	ФС1	2	4	8,00	1,11	1	0	12	1	-	-	8,88	-	791	95	32	1099	238	553	1652
ГП				11,9	2	23,76	0,143	1	0	-	-	-	-	3,40	-								
ВД				1,5	2,2	9,90	1,11	1	0	7,4	1	-	-	10,99	-								
														23,27									



## 2.2. Вибір системи опалення

Система опалення будівлі запроектована водяною з параметрами теплоносія 75 - 65 °С. Джерелом теплопостачання є власна котельня.

Система опалення прийнята двотрубною тупіковою з нижнім розташуванням розподільної магістралі.

У двотрубних системах опалення опалювальні прилади приєднуються до стояка по паралельно-послідовній (змішаній) схемі, тому температура води в системі, тобто перепад температур у кожному приладі однаковий і дорівнює перепаду температур у системі опалення.

В якості опалювальних приладів прийняті сталеві панельні радіатори PURMO Ventil Compact CV11, CV22 та CV33. На опалювальних приладах окрім тих, що розташовані в санвузлах, сходових клітинах, гардеробних, душових передбачена установка термостатичних вентилів, які служать для автоматичного регулювання тепловіддачі опалювального приладу на рівні, що відповідає встановленої споживачем температурі повітря. Він автоматично підтримує задану температуру повітря в приміщенні шляхом кількісного регулювання теплоносія, що надходить в опалювальний прилад.

Видалення повітря з опалювальних приладів здійснюється за допомогою кранів Маєвського, а з систем опалення – за допомогою автоматичних повітровідвідників, установлених у вищих крапках систем.

На стояках передбачена установка вентилів і кульових кранів. Магістральні трубопроводи прокладаються з ухилом 0.003.

## 2.3. Вибір опалювальних приладів

До установки приймаються сталеві панельні радіатори PURMO Ventil Compact CV11, CV22 та CV33 [7]. При цьому теплова потужність обраних радіаторних приладів повинна компенсувати втрати теплоти приміщенням, які розраховані в п.1.4. При цьому повинна виконуватись умова:

$$Q_{PII} \geq Q_{BT} \cdot \quad (2.9)$$

Результати підбору розмірів та потужності радіаторних приладів зведені до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Типи та розміри панельних опалювальних приладів PURMO Ventil Compact CV11, CV22, CV33

№ приміщення	Найменування приміщення	Тепловтраги приміщення, Вт	Тип та розмір радіатора, що використовується	Установча кількість приладів, шт	Загальна установча потужність, Вт	Примітки
1	2	3	4	5	6	7
Поверх на відм. -4.200						
01+02	Басейн + сауна	1157	CV22 500 x 400	2	1176	1000 Вт електрична підлога в сауні
03	Санвузол	243	CV11 500 x 400	1	347	
04	Кімната відпочинку з душовою	1586	CV22 500 x 1200	1	1764	
05	Масажна	1002	CV22 500 x 700	1	1029	
09	Приміщення приб. інвентарю	50	CV22 500 x 500	1	1174	
010	Санвузол	113				
011	Душова	302				
012	Роздягалка	698				
013	Інвентарна	162	CV11 300 x 400	1	218	
014	Санвузол	73	CV22 500 x 500	1	1174	
015	Приміщення приб. інвентарю	43				
016	Душова	208				
017	Роздягалка	449	CV22 500 x 500	1		
018	Санвузол	254	CV22 500 x 600	1	882	
019	Тренерська	566				
020	Коридор	529	CV22 500 x 400	1	588	

022	Тренажерний зал	22200	CV33 500 x 1400	9	25641	
023	Вузол вводу води	134	CV11 300 x 400	1	218	
026+027	Кабінет лікаря+лифтовий хол	1552	CV22 500 x 1100	1	1617	
Поверх на відм. 0.000						
101	Аеробний зал	26505	CV33 500 x 1100	12	26868	
102	Санвузол	1037	CV22 500 x 800	1	1176	
103	Сходова клітина	1058	CV22 500 x 800	1	1176	
104	Ліфтовий хол	567	CV22 500 x 400	1	588	
107	Тамбур	781	CV22 500 x 600	1	882	
109	Кафе	6757	CV33 500 x 1200	3	6756	
110	Приміщення приб. інвентарю	45	CV11 300 x 400	1	218	
111	Санвузол	81				
114	Інвентарна	74	CV11 300 x 400	1	218	
115	Приміщення приб. інвентарю	81	CV11 300 x 400	1	218	
116	Санвузол	45				
121	Санвузол з душовою	164	CV11 300 x 400	1	218	
122	Вестибюль	1652	CV22 500 x 1200	1	1764	
123	Сходова клітина	1580	CV22 500 x 1200	1	1764	

В кожному з розглянутих приміщень установча потужність опалювальних приладів більша, ніж тепловтрати. Тобто, необхідна умова виконана.

#### 2.4. Гідравлічний розрахунок системи опалення

Метою виконання гідравлічного розрахунку є визначення діаметрів трубопроводів таким чином, щоб залежно від розташовуваного тиску домогтися наміченого розподілу потоків теплоносія.

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконаний у програмному забезпеченні Danfoss C.O. 3.8.

Програма надає можливість для виконання повністю всіх гідравлічних розрахунків системи:

- підбираються діаметри трубопроводів;
- визначаються гідравлічні опори циркуляційних кілець; з урахуванням гравітаційного тиску, пов'язаного з охолодженням води в трубопроводах і споживачах тепла;
- визначаються втрати тиску в системі;
- зменшується надлишок тиску в циркуляційних кільцях шляхом підбора попередніх налаштувань вентилів з подвійним регулюванням або підбором діаметра отворів дросельних шайб;
- ураховується необхідність відповідності гідравлічного опору ділянки зі споживачем тепла;
- підбираються налаштування регуляторів різниці тиску, установлюваних у місцях обраних проектувальником (підстава стояків, розгалуження й т.д.);
- ураховуються необхідні авторитети термостатичних вентилів;
- аналізується витрату води в проектованому встаткуванні.

Підсумки розрахунків представлені як у графічній, так і у табличній формах.

Результати проведених розрахунків системи опалення будинки наведені в додатку А пояснювальної записки.

## РОЗДІЛ 3

### ВЕНТИЛЯЦІЯ

#### 3.1. Розрахунок повітрообмінів по нормативній кратності

У невеликих приміщеннях з постійним або непостійним перебуванням невеликої кількості людей необхідний повітрообмін визначається за кратністю.

Кратність повітрообміну, 1/ч, - відношення величини повітрообміну до внутрішнього об'єму приміщення. Розрахунок ведеться по формулі:

$$k_p = \frac{L}{V} \quad (3.1)$$

Всі необхідні значення кратності приймаються у відповідності до [3].

Результати розрахунку зведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок повітрообміну по кратності

№ прим	Найменування приміщення	Vп, м <sup>3</sup>	Кратність		Повітрообмін, м <sup>3</sup> /год	
			п	в	п	в
1	2	3	4	5	6	7
Поверх на відм. -4.200						
01	Басейн	70	4	5	275	345
02	Сауна	20,8	-	5	-	100
03	Санвузол	8,2	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз	-	50
04	Кімната відпочинку з душовою	86,5	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 сітку	-	150
05	Масажна	50,4	4	5	200	250
06	Підсобне приміщення для сауни	6,2	-	1	-	10
07	Роздягалка	19,1	2	2	40	40
09	Приміщення прибирального інвентарю	2,6	-	1	-	5
010	Санвузол	7,3	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз	-	50
011	Душова	20,4	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 сітку	-	100
012	Роздягалка	47,2	1	2	45	90
013	Інвентарна	7,8	-	1	-	10
014	Санвузол	7,3	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз	-	50
015	Приміщення прибирального інвентарю	2,6	-	1	-	5

016	Душова	20,4	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 сітку	-	100
017	Роздягалка	47,2	1	2	45	90
018	Санвузол	12,2	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз, 25 м <sup>3</sup> /год на 1 умивальник, 50 м <sup>3</sup> /год на 1 душову сітку	-	125
019	Тренерська	42,4	6	2	250	85
023	Вузол вводу	8,4	-	1	-	10
024	Електрощитова	9,3	-	1	-	10
Поверх на відм. -0.000						
102	Санвузол	36,4	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз	-	150
105	Бар	19,4	-	3	-	60
106	Мойка, сервірувальна	21,2	4	5	85	125
108	Доготувальна	43	3	4	125	170
109	Кафе	171,1	3	3	500	500
110	Приміщення прибирального інвентарю	2,64	-	1	-	10
111	Санвузол	7,3	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз	-	50
112	Душова	20,4	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 сітку	-	200
113	Роздягалка	47,2	1	2	45	90
114	Інвентарна	8,4	-	1	-	10
115	Приміщення прибирального інвентарю	2,64	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз	-	50
117	Душова	20,4	1	50 м <sup>3</sup> /год на 1 сітку	-	200
118	Роздягалка	47,2	1	2	45	90
119	Коридор	23	За балансом		50	-
120	Гардероб	37,8	5,5	2	200	75
122	Вестибюль	95	За балансом		180	-
121	Санвузол	9	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз, 25 м <sup>3</sup> /год на 1 умивальник	-	75

В тренажерному та аеробному залах повітрообмін визначається розрахунковим шляхом за допомогою іd – діаграми.

### 3.2. Вибір повітророзподільників в допоміжних приміщеннях

Для подавання та видалення повітря в приміщеннях будівлі використовуються ґратки, які забезпечені горизонтальними жалюзі, що

індивідуально регулюються, для зміни напрямку припливного струменю. Результати підбору ґраток наведені на графічній частині проекту.

### 3.3. Схема організації повітрообміну в допоміжних приміщеннях

В допоміжних приміщеннях адміністративної будівлі запроектована припливно – витяжна вентиляція з механічним та природнім спонуканням руху повітря.

Всього передбачено 18 вентиляційних систем, серед яких 3 припливних, 12 витяжних та 2 припливно – витяжних систем з механічним спонуканням руху повітря. 3 приміщень вузла вводу, сауни та електрощитової видалення повітря передбачено природнім шляхом. Загальнообмінні механічні приливні системи обслуговують:

П1 – масажну, кімнату відпочинку з душовою, коридор;

П2 – басейн;

П3 – роздягалки;

П4 – мийну, сервірувальну, доготувальну, кафе.

Загальнообмінна механічна витяжка запроектована для наступних приміщень:

В1 – санвузол, душова;

В2 – басейн;

В3 – душова, санвузол, підсобне приміщення;

В4 – роздягалка;

В5 – масажна, кімната відпочинку;

В6 – інвентарна;

В7 – тренерська;

В8 – гардероб, роздягалка;

В9 – душова, санвузол, підсобне приміщення;

В10 – санвузли;

В11 – бар, кафе;

В12 – мийна, сервирувальна, доготувальна.

Припливно – витяжні системи ПВ1 та ПВ2 здійснюють подавання та видалення повітря з приміщень тренажерного та аеробного залів.

Природне видалення повітря запроектовано для наступних приміщень:

ВП1 – приміщення вузла вводу;

ВП2 – сауни;

ВП3 – електрощитової.

Обробка припливного повітря здійснюється за допомогою припливних установок фірми Systemair. Вентилятори витяжних систем приймаються каналними фірми VENTS.

3.4. Визначення теплонадходжень від людей в тренажерному та аеробному залах

Тепловиділення від людей, Вт, визначаються по формулі:

$$Q_{л} = q_{ч}n_{ч} + q_{ж}n_{ж}, \quad (3.2)$$

де  $n_{ч}$ ,  $n_{ж}$  – кількість чоловіків і жінок у приміщенні відповідно, чіл;

$q_{ч}$ ,  $q_{ж}$  – надходження від одного чоловіка та однієї жінки, Вт/чол [8].

$$q_{ж} = 0.85 \cdot q_{ч}, \text{ Вт / чол}$$

У цьому випадку робота людей в приміщенні тренажерного залу ставиться до категорії важкої. Отже:

- для теплого періоду року:

$$t_{wz}^T = 20^{\circ}C \Rightarrow q_{ч}^T = 128 \text{ Вт / чол}$$

- для холодного періоду року

$$t_{wz}^X = 25^{\circ}C \Rightarrow q_{ч}^X = 93 \text{ Вт / чол}$$

Для розрахунків приймається, що в тренажерному залі одночасно перебувають 20 чоловіків та 7 жінок. Отже, для тренажерної залу:

- для холодного періоду року:

$$Q_{л}^X = (128 \cdot 20) + (0,85 \cdot 128 \cdot 7) = 3320 \text{ Вт}$$

- для теплого періоду року:

$$Q_{л}^T = (93 \cdot 20) + (0,85 \cdot 93 \cdot 7) = 2400 \text{Вт}$$

Робота людей в аеробному залі відноситься до категорії «середньої важкості», причому в приміщенні одночасно знаходяться 15 жінок. Отже:

- для теплого періоду року:

$$t_{wz}^T = 20^{\circ} \text{C} \Rightarrow q_{ч}^T = 105 \text{Вт} / \text{чол}$$

- для холодного періоду року:

$$t_{wz}^X = 25^{\circ} \text{C} \Rightarrow q_{ч}^X = 70 \text{Вт} / \text{чол}$$

- для холодного періоду року:

$$Q_{л}^X = 0,85 \cdot 105 \cdot 15 = 1339 \text{Вт}$$

- для теплого періоду року:

$$Q_{л}^T = 0,85 \cdot 70 \cdot 15 = 893 \text{Вт}$$

### 3.5. Тепловиділення від джерел штучного освітлення в тренажерному на аеробному залах

Надходження теплоти, Вт, від джерел штучного освітлення визначається по формулі:

$$Q_{осв} = F \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (3.3)$$

де E - освітленість, лк, приймається по [8];

F - площа підлоги в приміщенні, м<sup>2</sup>;

q<sub>осв</sub> – питомі тепловиділення, Вт/(м<sup>2</sup>·лк), обумовлені [8], залежно від типу та висоти приміщення, а також від типу світильників

η<sub>осв</sub> – частка теплоти, що надходить у приміщення [8].

Для тренажерної зали :  $Q_{осв} = 352 \cdot 200 \cdot 0,056 \cdot 0,45 = 1775 \text{Вт}$

Для аеробної зали:  $Q_{осв} = 339 \cdot 200 \cdot 0,056 \cdot 0,45 = 1708 \text{Вт}$

### 3.6. Надходження теплоти за рахунок сонячної радіації в аеробному залі

Даний вид надходжень теплоти розраховується тільки для теплого періоду року. У розрахунку враховується теплота від сонячної радіації, що надходить через світлові прорізи  $Q_0$  та через покриття  $Q_{\text{п}}$ .

$$Q_{\text{рад}} = F_{\text{пр}} \cdot q_{\text{сп}}^{\text{np}} \cdot 0,6 \cdot 0,2 + F_{\text{пер}} \cdot q_{\text{сп}}^{\text{nep}}, \quad (3.4)$$

де  $F_{\text{пр}}$ ,  $F_{\text{пер}}$  – площа відповідно вікон та суміщеного перекриття,  $\text{м}^2$ ;

$q_{\text{сп}}^{\text{np}}$ ,  $q_{\text{сп}}^{\text{nep}}$  – питомі теплонадходження за рахунок сонячної радіації через світлопрозорі перетини та суміщене покриття відповідно,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{м}^2$  [8];

0,6 – коефіцієнт, який враховує забрудненість вікон;

0,2 – коефіцієнт, який враховує наявність сонцезахисних пристроїв (жалюзі).

$$Q_{\text{рад}} = 15 \cdot 75 \cdot 0,6 \cdot 0,2 + 5 \cdot 167 \cdot 0,6 \cdot 0,2 + 310 \cdot 16 = 5195 \text{ Вт}$$

### 3.7. Загальні надходження теплоти в тренажерному на аеробному залах

Кількість надлишкової теплоти, Вт, залежно від періоду року визначається з вираження:

- для теплого періоду року

$$Q_{\text{над}}^T = Q_{\text{л}}^T + Q_{\text{рад}}, \quad (3.5)$$

- для холодного періоду року

$$Q_{\text{над}}^X = Q_{\text{л}}^X + Q_{\text{осв}}, \quad (3.6)$$

Для тренажерного залу:

$$Q_{\text{над}}^T = 2400 = 2400 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{над}}^X = 3320 + 1775 = 5095 \text{ Вт}$$

Для аеробного залу:

$$Q_{\text{над}}^T = 893 + 6115 = 7008 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{над}}^X = 1339 + 1708 = 3047 \text{ Вт}$$

### 3.8. Розрахунок виділення вологи від людей в тренажерному на аеробному залах

Розрахунок ведеться по вираженню:

$$G_{вл} = g \cdot n, \quad (3.7)$$

де  $n$  - кількість людей в приміщенні, чол;

$g$  – вологовиділення від однієї людини, г/год/чол [8].

$$g_{чол} = 295г / год$$

Для тренажерного залу:

- для теплого та холодного періодів року:

$$G_{вл}^{T,X} = 27 \cdot 295 = 7965г / год$$

Для аеробного залу:

- для теплого та холодного періодів року:

$$G_{вл}^{T,X} = 295 \cdot 15 = 4425г / год$$

### 3.9. Виділення діоксиду вуглецю в тренажерному на аеробному залах

Розрахунок ведеться аналогічно розрахунку тепло- і вологонадходжень від людей по вираженню, л/ч:

$$G_{CO_2} = g \cdot n, \quad (3.8)$$

де  $n$  – кількість людей в приміщенні, чіл;

$g$  – виділення діоксиду вуглецю від одного чоловіка, л/год [8].

$$g_{чол}^{T,X} = 25л / год$$

Для тренажерного залу:  $G_{CO_2} = 27 \cdot 25 = 675л / год$

Для аеробного залу:  $G_{CO_2} = 25 \cdot 15 = 375л / год$

Результати розрахунків по пунктах 3.6, 3.7 та 3.8 зведені в табл. 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 - Таблиця шкідливих виділень у тренажерному залі

Період	Надходження теплоти, Вт	Надходження вологи, г/год	Виділення CO <sub>2</sub> , л/год
Т	3288	7965	675
Х	5095	7965	675

Таблиця 3.3 - Таблиця шкідливих виділень в аеробному залі

Період	Надходження теплоти, Вт	Надходження вологи, г/год	Виділення CO <sub>2</sub> , л/год
Т	7008	4425	325
Х	3047	4425	325

На базі отриманих результатів розрахунку надходжень теплоти, вологи та діоксину вуглецю здійснюється розрахунок повітрообміну в приміщеннях тренажерного та аеробного залів.

### 3.10. Розрахунок повітрообміну для аеробного залу

#### 3.10.1. Теплий період року

1. Відповідно до даних таблиць 1.3 та 1.5 на діаграмі знаходяться положення точок т.Ехт ( $t_{ext}$  та  $I_{ext}$ ) и т. Wz ( $t_{wz}$  та  $\varphi_{wz}$ ).

2. Розрахунок значення кутового коефіцієнту променю процесу здійснюється за рівнянням:

$$\varepsilon = \frac{3.6 \cdot Q_{над}}{G_{в.п}} \cdot 10^3 \quad (3.9)$$

$$\varepsilon^T = \frac{3600 \cdot 7008}{4425} = 5700 \text{кДж / кг}$$

3. Робоча різниця температур приймається на рівні  $\Delta t_p = 4^\circ\text{C}$ . В результаті температура припливного повітря становить  $16^\circ\text{C}$ .

4. Через т. Wz проводиться промінь процесу  $\varepsilon^T = 5700 \text{кДж / кг}$ . В місцях його перетинання з ізотермами  $t_{in} = 16^\circ\text{C}$  та  $t_l = 25^\circ\text{C}$  знаходиться місцеположення т. In та т. L, які характеризують стан припливного та видаляємого повітря відповідно.

5. З т. Eхт пряма лінія при сталому вологовмісті опускається до лінії  $\varphi = 95\%$ . В результаті знаходить положення т. O'.

6. З т. Іп при сталому вологовмісті опускається пряма лінія вниз до перетинання з лінією  $\varphi=95\%$ . В результаті знаходиться положення т.О, яка характеризує стан повітря на виході з поверхневого повітряохолоджувача.

7. Повітрообмін за надлишками теплоти визначається за рівнянням

$$G = \frac{3,6 \cdot \Sigma Q}{I_l - I_{ln}} \quad (3.10)$$

$$G = \frac{3,6 \cdot 7008}{56 - 31} = 1009 \text{ кг} / \text{год}$$

8. Повітрообмін за надлишками вологи визначається за рівнянням

$$G = \frac{G_{вл}}{d_l - d_{ln}} \quad (3.11)$$

$$G_{вл} = \frac{4425}{12 - 7} = 885 \text{ кг} / \text{год}$$

В якості розрахункової приймається максимальна величина, а саме  $G = 1009 \text{ кг} / \text{год} = 1200 \text{ м}^3 / \text{год}$

9. Витрата холоду на охолодження повітря визначається за рівнянням:

$$Q_x = 0,278 \cdot G \cdot (I_{Ext} - I_{O'}) \quad (3.12)$$

$$Q_x = 0,278 \cdot 1009 \cdot (58 - 32) = 7,3 \text{ кВт}$$

11. Витрата теплоти в повітряонагрівачі другого підігріву визначається за рівнянням:

$$Q_T = 0,278 \cdot G \cdot (I_{ln} - I_{O'}) \quad (3.13)$$

$$Q_T = 0,278 \cdot 1009 \cdot (36,5 - 32) = 1,3 \text{ кВт}$$

### 3.10.2 Холодний період року

1. Відповідно до даних таблиць 1.3 та 1.5 на діаграмі знаходяться положення точок т.Ext ( $t_{ext}$  та  $I_{ext}$ ) и т. Wz ( $t_{wz}$  та  $\varphi_{wz}$ ).

$$2. \varepsilon^T = \frac{3600 \cdot 3047}{4425} = 2479 \text{ кДж} / \text{кг}$$

3. Визначається температура повітря на виході з рекуператора за рівнянням:

$$t_p = t_{ext} - \eta(t_{ext} - t_l) \quad (3.14)$$

$$t_p = -20 - 0,6(-20 - 23,6) = 6,16^{\circ}\text{C}$$

4. З т.Ехт проводиться лінія при сталому вологовмісту до перетинання з ізотермою  $t_p=6,16^{\circ}\text{C}$ . В результаті знаходиться положення т.Р, яка характеризує стан зовнішнього повітря на виході з рекуператора.

5. Через т. Wz проводиться промінь процесу і на перетинанні з лінією  $d_{\text{ext}}=\text{const}$  знаходиться положення т.Іп.

6. На перетинанні променю процесу з ізотермою  $t_{\text{ext}}$  знаходиться положення т.Ехт.

5. Повітрообмін за надлишками теплоти в холодний період року визначається як:

$$G_T^X = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{над}}^X}{I_L^X - I_{\text{In}}^X} \quad (3.15)$$

$$G_T^T = \frac{3,6 \cdot 3047}{44 - 23,5} = 535 \text{кг} / \text{год}$$

6. Визначається необхідний повітрообмін по надлишкам вологи в теплий період року:

$$G_{\text{вл}}^X = \frac{G_{\text{вл}}^X}{d_L^X - d_{\text{Ext}}^X} \quad (3.16)$$

$$G_{\text{вл}}^T = \frac{4425}{8 - 0,5} = 590 \text{кг} / \text{год}$$

11. З отриманих значень в якості розрахункового приймається максимальний  $G_T^T = 1009 \text{кг} / \text{год}$

Аналогічно виконується розрахунок повітрообміну для тренажерного залу. Результати розрахунку наведені на графічній частині проекту.

3.11. Схема організації повітрообміну в тренажерному на аеробному залах

В фізкультурній зоні, до складу якої входить тренажерний та аеробний зали, підтримується повітряний баланс і для організації повітрообміну передбачена загально – обмінна припливно – витяжна механічна система

вентиляції. Схема подавання припливного повітря в робочу зону прийнята «зверху – вниз». В якості повітророзподільників прийняті повітророзподільчі ґратки. Обробка припливного повітря здійснюється в припливно – витяжних установках ПВ1 та ПВ2, до складу яких входять пластинчасті рекуператори.

### 3.12. Розрахунок повітророзподілення в аеробному залі

До розрахунку приймається схема розподілу припливного повітря за схемою № VI по рис.8.1 [9] – струмінь, який насталяється на стелю, і спрямований вниз.

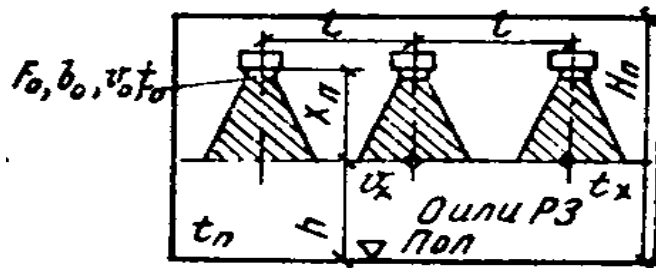


Рис. 3.1. Схема розподілу припливного повітря

Визначається необхідна площа живого перетину повітророзподільників ,м<sup>2</sup>

$$F_{mp} = \frac{L}{3600 \cdot v_{op}} \quad (3.17)$$

де  $V_{op}$  - орієнтовна швидкість на виході з повітророзподільників;

$$V_{op} = 1,5 \text{ м/с.}$$

$$F_{mp} = \frac{1240}{3600 \cdot 1,5} = 0,23 \text{ м}^2$$

Для здійснення повітророзподілення в приміщенні аеробного залу приймаються повітророзподільні ґратки у кількості 6 штук з  $F_0 = 0,04 \text{ м}^2$

Визначається дійсна швидкість повітря на виході з повітророзподільника, м/с:

$$v_0 = \frac{L}{3600 \cdot n \cdot F_0} \quad (3.18)$$

$$v_0 = \frac{1240}{3600 \cdot 6 \cdot 0,04} = 1,44 \text{ м/с}$$

По таблиці 8.2 [9] обираються розрахункові формули для прийнятого способу випуску повітря.

Тому що  $\frac{x_n}{\sqrt{F_n}} = \frac{1,7}{338,8} = 0,005$ , розрахунок виконується по наступних

формулах:

1) швидкість повітря в струмені на вході в робочу зону, м/с:

$$v_x = v_0 \cdot \frac{m_1 \cdot K_B \cdot K_H \cdot \sqrt{F_o}}{x_n} \quad (3.19)$$

$$K_B = 1,38$$

Максимальна різниця температур на вході в робочу зону:

$$\Delta t_x = \Delta t_o \frac{n_1 \sqrt{F_o}}{K_H \cdot x_n} \quad (3.20)$$

де  $K_H$  – коефіцієнт для обліку неізотермічності струменів:

$$K_H = \sqrt[3]{1 - 1,3 Ar_{x,1}} \quad (3.21)$$

$$Ar_{x,1} = \frac{n_2}{m_2^2} Ar_{0,1} \left( \frac{x_x}{1,13 \sqrt{F_o}} \right)^2 \quad (3.22)$$

де  $Ar_{x,1}$ ,  $Ar_{0,1}$  – критерії Архімеда;

$x_x$  – характерний розмір, м, що залежить від схеми розподілу повітря.

$$x_x = 1 + x_{\text{п}} = 4,5 + 1,7 = 6,2 \text{ м}$$

$$Ar_{0,1} = 11,1 \frac{\Delta t_o \sqrt{F_o}}{v_o^2 T_{\text{нс}}} \quad (3.23)$$

$$T_{\text{нс}} = 300 \text{ К}$$

$$\Delta t_o = 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Ar_{0,1} = 11,1 \frac{2 \sqrt{0,04}}{1,44^2 \cdot 300} = 0,0006$$

$$Ar_{x,1} = \frac{3,2}{4,5^2} \cdot 0,0006 \cdot \left( \frac{6,2}{1,13 \cdot \sqrt{0,04}} \right)^2 = 0,07$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 - 1,3 \cdot 0,07} = 0,968$$

$$\Delta t_x = 2 \cdot \frac{3,2 \sqrt{0,04}}{0,968 \cdot 1,7} = 0,77^\circ C$$

$$v_x = 1,44 \cdot \frac{4,5 \cdot 1,38 \cdot 0,968 \cdot \sqrt{0,04}}{1,7} = 1,02 \text{ м/с}$$

Прийняті повітророзподільники повинні задовольняти наступним умовам:

$$1) v_x \leq v_n,$$

$$V_n = \kappa \cdot V_{p.z}, \text{ м/с}$$

$\kappa = 1,6$ ,  $V_n = 1,6 \cdot 0,05 = 0,08 \text{ м/с} < V_x$ . Значить, умова виконана.

$$2) \Delta t_x \leq \Delta t_n,$$

$\Delta t_n = 2^\circ C > \Delta t_x$ , отже, умова виконана.

### 3.13. Вибір повітророзподільних пристроїв витяжної системи ПВ2

В якості повітророзподільників для видалення повітря з приміщення аеробного залу приймаються ґратки розмірами 150 x 200 мм в кількості 9 штук.

Дійсна швидкість повітря на вході в повітророзподільник, м/с, визначається за формулою 3.18:

$$v_0 = \frac{1240}{3600 \cdot 9 \cdot 0,03} = 1,28 \text{ м/с}$$

### 3.14. Аеродинамічний розрахунок припливно - витяжної системи ПВ2

Розрахунок виконується в наступній послідовності:

1. Площа поперечного перерізу повітроводу, м<sup>2</sup>, на розрахунковій ділянці визначається по формулі:

$$F_{pi} = \frac{L_i}{3600 \cdot v_{pi}}, \quad (3.24)$$

де:  $L_i$  – розрахункова витрата повітря на  $i$ -ій ділянці, м<sup>3</sup>/ч;

$v_{pi}$  – рекомендована швидкість руху повітря на  $i$ -ій ділянці, м/с .

2. По величині  $F_{pi}$  підбираються нормовані розміри повітроводів таким чином, щоб фактична площа поперечного перерізу  $F_i$  приблизно дорівнювала  $F_{pi}$ , тобто  $F_i \approx F_{pi}$ . Результатом розрахунку на цьому етапі є значення  $a_i \times b_i$ , які відповідають прийнятій площі поперечного перерізу  $F_i$ . Для прямокутного повітроводу визначають величину еквівалентного діаметра, м, по формулі:

$$d_{ei} = \frac{2a_i b_i}{a_i + b_i} \quad (3.25)$$

3. Визначається фактичну швидкість руху повітря на ділянці, м/с, по формулі:

$$v_i = \frac{L_i}{3600 F_i} \quad (3.26)$$

4. По величині цієї швидкості визначається динамічний тиск на ділянці, Па:

$$P_{di} = \frac{\rho v_i^2}{2} \quad (3.27)$$

5. Визначаються втрати тиску на тертя на ділянці по формулі:

$$\Delta p_{li} = \lambda \cdot \frac{l}{d_s} \cdot P_{di}, \quad (3.28)$$

де  $l$  - довжина ділянки, м;

$\lambda_i$  - коефіцієнт гідравлічного тертя, обумовлений по формулі:

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{k}{d_s} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (3.29)$$

$k$  - еквівалентна шорсткість стінок повітроводу, м. Для сталених повітроводів 0,0001 м;

$\text{Re}$  - критерій Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d_s}{\nu} \quad (3.30)$$

$v$  - швидкість руху повітря на ділянці, м/с;

$\nu$  - кінематична в'язкість, Па/с.

6. Визначається сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці  $(\sum \zeta)_i$ .

7. Визначаються втрати тиску в місцевих опорах на розрахунковій ділянці по формулі:

$$\Delta p_{.moi} = \sum \zeta \cdot p_{oi}, Pa \quad (3.31)$$

8. Визначаються загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці по формулі:

$$\Delta p_i = \Delta p_{li} + \Delta p_{.moi} \quad (3.32)$$

9. Визначаються втрати тиску в магістралі системи (як суму втрат тиску в розрахункових ділянках магістралі) по формулі:

$$\Delta p_{.mag} = \sum_{i=1}^m \Delta p_i, Pa \quad (2.29)$$

де  $m$  – кількість розрахункових ділянок магістралі.

Після розрахунку магістралі виконується розрахунок відгалужень по відомих тисках у вузлах магістралі (трійниках, хрестовинах) і відомим витратам повітря. Ціль розрахунку полягає в підборі перетинів повітроводів відгалуження, і уточненні фактичних швидкостей повітря.

При цьому втрати тиску у відгалуженні повинні дорівнювати тиску у вузлі (де відгалуження приєднується до магістралі), припустимим вважається відхилення до 15%.

Розрахункова схема системи ПВ2 наведена на рис. 3.2.

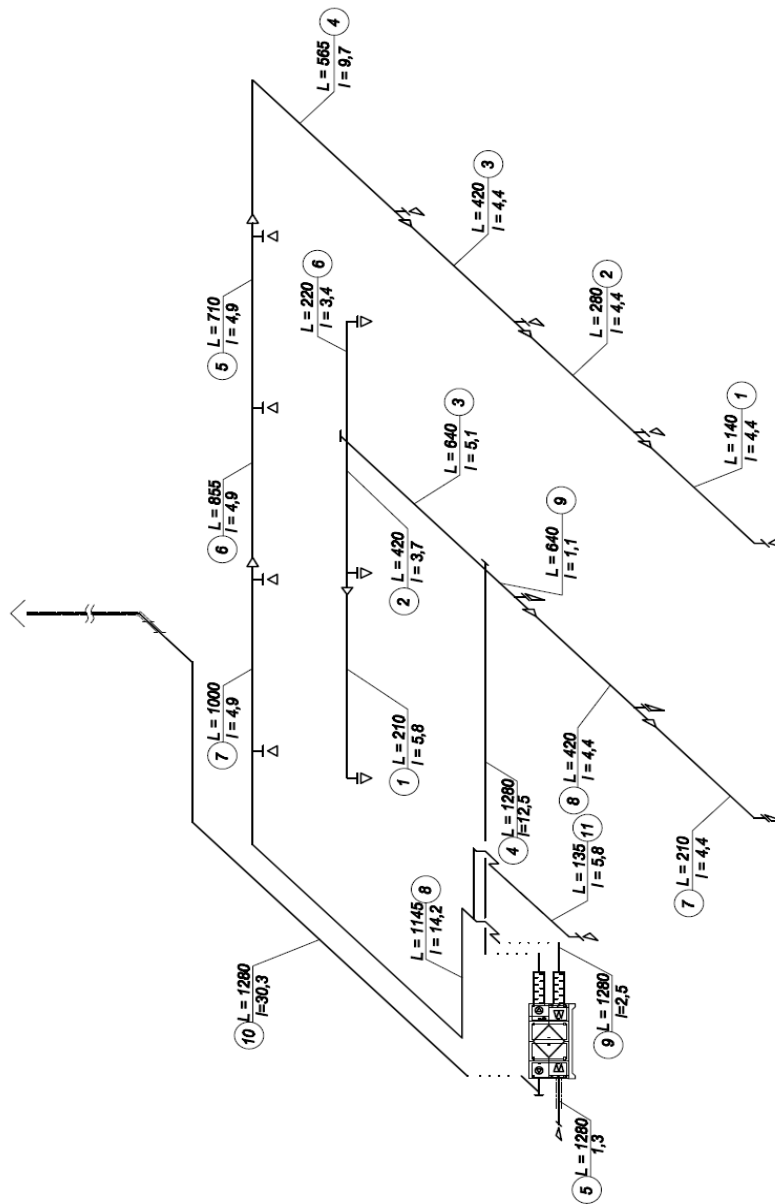


Рис.3.2 Розрахункова схема системи ПВ2

Результати аеродинамічного розрахунку наведені в таблицях 3.4 та 3.5.

Таблиця 3.4 - Аеродинамічний розрахунок системи П2

№ ділянки	Витрата повітря, L, м <sup>3</sup> /с	Довжина ділянки, L, м	Орієнтовна швидкість, v <sub>ор</sub> , м/с	Орієнтовна площа перетину, F <sub>ор</sub> , м <sup>2</sup>	a, м	b, м	Фактична площа перетину, F <sub>ф</sub> , м <sup>2</sup>	Еквівалентний діаметр, d <sub>э</sub> , м	Фактична швидкість повітря, v <sub>ф</sub> , м/с	Re	λ	Динамічний тиск, P <sub>д</sub> , Па	Втрати тиску по долині, ΔP <sub>l</sub> , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів Σζ	Втрати тиску в місцевих опорах, ΔP <sub>мс</sub> , Па	Сума втраг тиску на ділянці, ΣΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Магістраль</b>																
1	0,058	5,8	1,5	0,039	0,30	0,15	0,045	0,200	1,30	17215	0,028	1,01	0,83	5,30	5,34	6,17
2	0,117	3,7	2,0	0,058	0,35	0,15	0,053	0,210	2,22	4667	0,038	2,96	2,00	1,3	3,85	5,85
3	0,178	5,1	3,0	0,059	0,35	0,15	0,053	0,210	3,39	47219	0,023	6,88	3,85	1,7	11,70	15,54
4	0,356	12,5	4,0	0,089	0,40	0,20	0,080	0,267	4,44	78698	0,019	11,85	10,48	1,5	17,78	28,26
5	0,356	1,3	4,0	0,089	0,40	0,20	0,080	0,267	4,44	11852	0,163	11,85	9,45	3	35,56	45,00
															<b>РАЗОМ</b>	<b>100,82</b>
<b>Відгалуження</b>																
6	0,061	3,4	1,5	0,041	0,20	0,15	0,030	0,171	2,04	23188	0,027	2,49	1,32	5,5	13,69	15,02
<p>Ув'язування ділянок ділянок (1-2) з відгалуженням 6: <math>\Delta = \frac{15,02 - 12,02}{15,02} = 0,21 &gt; 0,15</math>. Отже, на ділянці 6 необхідна установка дросель-клапану з кутом повороту 10°.</p>																
7	0,061	3,4	1,5	0,041	0,20	0,15	0,030	0,171	2,04	23188	0,027	2,49	1,32	5,5	13,69	15,02
8	0,117	4,4	2,0	0,058	0,30	0,15	0,045	0,200	2,59	34430	0,025	4,03	2,18	1,7	6,86	9,03
9	0,178	1,1	3,0	0,059	0,35	0,20	0,070	0,255	2,54	42926	0,023	3,87	0,39	1,5	5,80	6,19
<p>Ув'язування ділянок (1,2,3.6) з ділянками (7,8,9): <math>\Delta = \frac{42,58 - 30,24}{42,58} = 0,29 &gt; 0,15</math>. Отже, на ділянці 9 необхідна установка дросель-клапану з кутом повороту 20°.</p>																

Таблиця 3.5 - Аеродинамічний розрахунок системи В2

№ ділянки	Витрата повітря, L, м <sup>3</sup> /с	Довжина ділянки, L, м	Орієнтовна швидкість, v <sub>ор</sub> , м/с	Орієнтовна площа перетину, F <sub>ор</sub> , м <sup>2</sup>	a, м	b, м	Фактична площа перетину, F <sub>ф</sub> , м <sup>2</sup>	Еквівалентний діаметр, d <sub>э</sub> , м	Фактична швидкість повітря, v <sub>ф</sub> , м/с	Re	λ	Динамічний тиск, Р <sub>д</sub> , Па	Втрати тиску по долині, ΔР <sub>l</sub> , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів Σζ	Втрати тиску в місцевих опорах, ΔР <sub>мс</sub> , Па	Сума втраг тиску на ділянці, ΣΔР, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Магістраль																
1	0,039	4,4	1,5	0,026	0,20	0,15	0,030	0,171	1,30	14756	0,030	1,01	0,76	5,30	5,34	6,11
2	0,078	4,4	2,0	0,039	0,20	0,20	0,040	0,200	1,94	3889	0,040	2,27	2,00	1,3	2,95	4,95
3	0,117	4,4	2,0	0,058	0,25	0,20	0,050	0,222	2,33	34430	0,024	3,27	1,58	1,5	4,90	6,48
4	0,157	9,7	2,5	0,063	0,30	0,20	0,060	0,240	2,62	41685	0,022	4,11	3,67	2,9	11,91	15,57
5	0,197	4,9	3,0	0,066	0,35	0,20	0,070	0,255	2,82	7172	0,230	4,76	21,13	1,7	8,10	29,22
6	0,238	4,9	3,0	0,079	0,35	0,20	0,070	0,255	3,39	57346	0,022	6,91	2,92	1,8	12,43	15,35
7	0,278	4,9	3,5	0,079	0,40	0,20	0,080	0,267	3,47	61482	0,022	7,23	2,87	1,8	13,02	15,89
8	0,318	14,2	4,0	0,080	0,40	0,20	0,080	0,267	3,98	70397	0,021	9,48	10,63	3,6	34,14	44,77
9	0,356	2,5	4,0	0,089	0,40	0,20	0,080	0,267	4,44	78698	0,021	11,85	2,29	4,8	56,89	59,18
10	0,356	30,3	4,0	0,089	0,40	0,20	0,080	0,267	4,44	78698	0,021	11,85	27,79	6	71,11	98,90
															<b>РАЗОМ</b>	<b>296,42</b>
Відгалуження																
11	0,038	5,8	1,5	0,025	0,20	0,15	0,030	0,171	1,25	14229	0,030	0,94	0,94	9	8,44	9,38

### 3.15. Вибір повітрообробного агрегату системи ПВ2

Вибір припливно – витяжного агрегату здійснювався в програмному комплексі Sistemair. До установки прийнято агрегат для обробки повітря Geniox 10. Результати підбору наведені в додатку Б пояснювальної записки.

### 3.14 Акустичний розрахунок припливної частини системи ПВ2

Рівень шуму є істотним критерієм якості систем вентиляції, що необхідно враховувати при проектуванні будівель різного призначення. Акустичний розрахунок припливної системи П2 наведений у формі таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Акустичний розрахунок системи П2

№п/п	Величина, що розраховується	Посилання	Значення величини, що розраховується, Дб, при середньо геометричній частоті октавної смуги, Гц	
1	2	3	4	5
1	$L_{доп} = L_n$ Номер граничного спектра ПС - 50	Табл.17.3 [9]	66	59
2	Виправлення $\Delta L_1$	Табл.17.5 [9]	7	5
3	Виправлення $\Delta L_2$	Табл.17.6 [9]	10,5	5,5
4	Октавний рівень звукової потужності вентилятора	$L_{общ}=73,25дБ$ $\Delta L_p = L_{общ} - \Delta L_1 + \Delta L_2$	81,75	78,75
Зниження рівнів звукової потужності				
Ділянка 4				
5	Зниження шуму при: у повітроводі перетином 400x200 мм довжиною 12,5 м; у плавному повороті	Табл. 17.11 [9]	7,5	5,6
		Табл.17.13 [9]	0	1
Ділянка 9				
6	Зниження шуму при: у повітроводі перетином 350x150 мм довжиною 1,1 м;	Табл. 17.11 [9]	0,66	0,5

7	Сумарне зниження рівня звукової потужності	Сума п. п. 5-6	8,16	7,1
8	Рівні звукової потужності шуму, який надходить від ґраток $L_{pi} - \Delta L_{pi}$	Різниця п. п. 4 та 7	73,59	71,65
9	Різниця рівнів звукової потужності шуму із ґрат, і звукового тиску в розрахунковому місці $L_{pi} - \Delta L_{pi} - L_i$	Рис.17.5 [9]	15,4	15,4
10	Рівні звукового тиску в розрахунковому місці $L_i$	Різниця п. п. 8 та 9	58,19	56,25
12	$10lgm + 5$		5	5
13	Необхідне зниження рівня звукового тиску $\Delta L_{тр}$	Формула 17.6 [9] $\Delta L_{тр} = L_i - L_{доп} + 10lgm + 5$	-2,81	2,25

Установка шумоглушника не потрібна, якщо  $L_{тр} < 0$ . У цьому випадку  $L_{mp}^{125} < 0$ , а при  $L_{mp}^{250} > 0$ . Отже, необхідно встановлювати шумоглушник.. Аналогічно виконується розрахунок для витяжної частини системи, що розглядається. За його результатами теж передбачена установка шумоглушника.

Аналогічний розрахунок виконується і для витяжної частини системи ПВ2. Він також підтверджує необхідність установки шумоглушника.

## РОЗДІЛ 4

### АВТОМАТИКА

#### 4.1. Автоматизація припливно-витяжної установки

Засоби автоматичного регулювання, захисту, контролю і сигналізації забезпечують роботу систем вентиляції та кондиціонування без постійного обслуговуючого персоналу.

Робота вентиляційного обладнання без постійного обслуговуючого персоналу допускається за умови оснащення обладнання системами автоматизації, що забезпечують їхню безаварійну роботу, захист при відключенні електропостачання установок.

Налагодження пристроїв автоматики здійснюється спеціалізованою пусконаладжувальною організацією з наданням технічного звіту про налагоджувальні роботи з параметрами налаштування та регулювання приладів і пристроїв, кресленнями та описами всіх змін які були внесені в схеми.

Після закінчення налагоджувальних робіт проводиться комплексне випробування пристроїв, що перебувають в експлуатації, і засобів протиаварійного захисту.

Розглянута установка ПВ2 комплектується фільтром, водяним повітрянагрівачем, фреоновим охолоджувачем, вентилятором, жалюзійним клапаном, рекуператором, комплектом автоматики.

#### Технічні дані

Споживана потужність щита	не більше 3000 Вт
Габаритні розміри щита	400x400x200 мм
Клас захисту щита	IP 54
Контроль роботи та несправностей	індикаторні лампи

Схема системи автоматики припливно – витяжної установки наведена на рис. 5.1[10] .

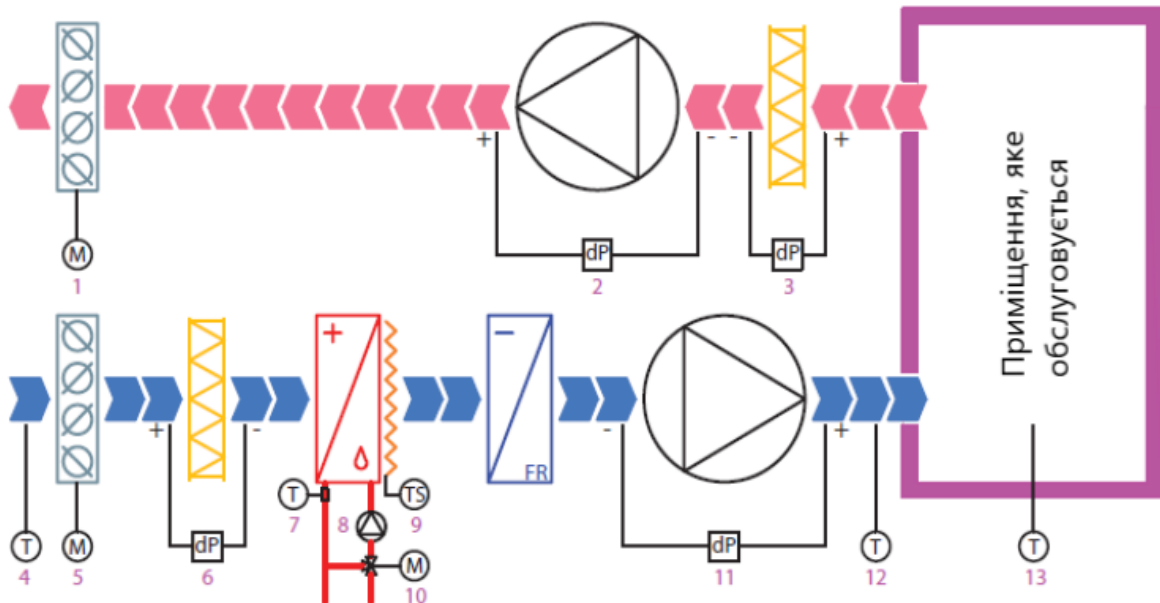


Рис.4.1. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з пластинчастим рекуператором та фреоновим охолоджувачем

### СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

№ поз.	Найменування
1,5	Привод повітряної заслонки
2,11	Диференційне реле тиску (контроль роботи вентилятора)
3,6	Диференційне реле тиску (контроль забруднення фільтра)
4	Датчик температури зовнішнього повітря
7	Датчик температури зворотного теплоносія
8	Циркуляційний насос вузла змішування
9	Термостат захисту від обмерзання повітрянагрівача
10	Привод триходового клапану
12	Канальний датчик температури
13	Датчик температури в приміщенні або виносний пульт управління

## 4.2. Пристрій і робота системи

Система автоматичного управління (далі САУ) системою ПВ2 конструктивно виготовлена в настінному щиті. Уведення в щит кабельних трас здійснюється через гермовводи.

САУ здійснює керування:

- припливним вентилятором;
- витяжним вентилятором;
- циркуляційним насосом;
- рекуператором;
- клапаном повітронагрівача;
- заслінкою зовнішнього повітря.

САУ працює у двох режимах – «Ручний» і «Автоматичний». Вибір режиму роботи здійснюється з меню контролера, встановленого в щиті керування. Вибір режиму «Зима» або «Літо» здійснюється обслуговуючим персоналом з меню контролера. Пуск і зупинка вентиляторів здійснюється кнопками «Пуск», «Стоп», розташованими на двері щита. Також можливо здійснити пуск і зупинку вентиляторів з меню контролера.

У будь-яких режимах роботи «Ручн.», «Авт.», «Зима», «Літо» САУ виконує наступні функції:

- включає/відключає вентилятори по командах обслуговуючого персоналу, що подаються за допомогою кнопок «Пуск», «Стоп», розташованих на двері щита, або з меню контролера;
- при включених вентиляторах здійснюється контроль їхньої роботи;
- здійснюється захист двигунів вентиляторів від перегріву (термоконтакт);
- здійснюється захист двигуна насоса від перегріву (убудований захист);
- відкриває заслінку зовнішнього повітря при включенні вентиляторів, закриває заслінку зовнішнього повітря при їх відключенні;
- виключає вентилятор при пожежі та у випадку виникнення його аварії;

- сигналізує про роботу вентилятора та циркуляційного насоса, а також виникаючих аварійних ситуаціях (індикаторні лампи).

У режимі «Ручн.» САУ додатково виконує наступні функції:

- управляє клапаном повітрянагрівача за допомогою кнопок з меню контролера;

- включає/відключає циркуляційний насос кнопками з меню контролера.

У режимі «Авт.», «Літо» САУ додатково виконує наступні функції:

-при зупинці вентиляторів закриває клапан повітрянагрівача;

-при роботі вентиляторів підтримує температуру повітря в приміщенні на заданому значенні для режиму «Літо», шляхом впливу на клапан повітрянагрівача.

У режимі «Авт.», «Зима» САУ додатково виконує наступні функції:

-підтримує температуру зворотньої води після повітрянагрівача на мінімально можливому рівні при виключеному вентиляторі;

-при подачі команди на включення вентиляторів здійснює n- хвилинний (n- визначається при налагодженні) прогрів повітрянагрівача перед пуском вентилятора, шляхом відкриття клапана на 100%-ний протів через повітрянагрівач;

-при роботі вентиляторів підтримує температуру повітря в приміщенні на заданому значенні для режиму "Зима", шляхом впливу на клапан повітрянагрівача.

У режимі «Зима», у кожному з режимів «Автоматичний» або «Ручний», САУ здійснює захист повітрянагрівача від заморожування (по термостату у повітропроводі після повітрянагрівача і по датчику температури в трубопроводі зворотньої води після повітрянагрівача). У випадку виникнення погрози заморожування виключає вентилятор, відкриває клапан на 100%-ний протік через повітрянагрівач і включає циркуляційний насос.

Додатково в САУ передбачена функція автоматичного перезапуску вентилятора після збою в електроживленні. При необхідності, активізація цієї функції здійснюється з меню контролера.

Циркуляційний насос працює у двох режимах – «Зблокований» й «Зима». Вибір режиму роботи циркуляційного насоса здійснюється з меню контролера.

У режимі «Зима» циркуляційний насос включається при виборі режиму роботи САУ «Зима», відключається при виборі режиму роботи САУ «Літо».

У режимі «Зблокований» циркуляційний насос включається при працюючому вентиляторі і виборі режиму роботи САУ «Зима», або з початком прогріву повітрянагрівача; відключається при працюючому вентиляторі і виборі режиму роботи САУ «Літо», або при відключенні вентиляторів в режимі «Зима».

Циркуляційний насос включається автоматично, залежно від обраного режиму роботи, тільки в режимі роботи САУ «Автоматичний». У режимі роботи САУ «Ручний» включення/відключення циркуляційного насоса здійснюється з меню контролера.

При виникненні погрози заморожування, незалежно від режиму роботи САУ, циркуляційний насос включається, якщо до цього він був відключений. Після деблокування погрози заморожування циркуляційний насос продовжує працювати, якщо до виникнення погрози заморожування він був включений, і відключається, якщо до виникнення погрози заморожування він був відключений.

Сигналізація:

На двері щита розміщені наступні індикаторні лампи:

- «Робота» – сигналізує про роботу вентиляторів (сполучена із кнопкою «Пуск»);
- «Робота насоса» – сигналізує про роботу циркуляційного насоса;
- «Аварія» – узагальнений сигнал аварії/передпускова сигналізація.

#### 4.3. Загальні вказівки по експлуатації системи автоматики

- 1) До роботи із системою допускаються особи, що у повному обсязі ознайомилися з дійсним паспортом і керівництвом по установці та експлуатації контролера, які мають кваліфікацію і досвід роботи із системами автоматичного керування.
- 2) Нормальна робота системи можлива тільки при безперебійному цілодобовому електроживленні.
- 3) До обслуговування системи допускаються особи, що мають кваліфікаційну групу по електробезпечності не нижче 3-й.
- 4) При роботі із системою і її зовнішнім обладнанням необхідно дотримувати вимоги безпеки, зазначені в ПУЕ і ПТБ.
- 5) Налагоджувальні роботи, пов'язані з роботою при включеній напрузі, проводити кількістю осіб, не менш 2-х.

#### 4.4 Підготовка до роботи

- 1) Перед початком експлуатації системи зробити зовнішній огляд щита і контролера на предмет виявлення механічних ушкоджень.
- 2) Перевірити правильність і надійність підключення щита до мережі ~380В.
- 3) Зробити підключення до системи зовнішніх пристроїв, перевірити їхню справність.
- 4) Увімкнути автомат QF1 - автомат живлення вентиляторів.
- 5) Увімкнути автомат SF1 - автомат живлення циркуляційного насоса.
- 6) Увімкнути автомат SF2 - автомат живлення схеми керування і регулювання.
- 7) Увімкніть автомат SF3 - автомат живлення трансформатора для контролера і клапана.

8) Встановити в меню контролера задані значення температури повітря в приміщенні для режимів «Зима», «Літо». Встановити режим роботи САУ «Зима» або «Літо».

9) Встановити режим роботи циркуляційного насоса «Зблокований», або «Зима».

#### 4.5. Порядок роботи

##### 4.5.1. «Ручний» режим

З меню контролера переведіть САУ в ручний режим роботи.

Для запуску вентиляторів натиснути кнопку «Пуск», розташовану на двері щита, або здійснити запуск вентиляторів з меню контролера. При цьому вентилятори включаться, відкриється заслінка зовнішнього повітря, на двері щита займуться лампа «Робота».

Для зупинки вентиляторів натиснути кнопку «Стоп», розташовану на двері щита, або здійснити зупинку вентилятора з меню контролера. При цьому вентилятори відключаться, закриється заслінка зовнішнього повітря, на двері щита згаснуть лампа «Робота».

Керування клапаном повітрянагрівача, а також включення/відключення циркуляційного насоса здійснюються кнопками з меню контролера.

При включенні циркуляційного насоса займуться лампа «Робота насоса», розташована на двері щита, при відключенні циркуляційного насоса лампа «Робота насоса» гасне.

Основний режим керування системою – «Автоматичний». «Ручний» режим необхідно використати тільки для випробування роботи системи, тому що в «Ручному» режимі не здійснюється підтримка температури повітря в приміщенні на заданому значенні.

#### 4.5.2 . «Автоматичний» режим

З меню контролера перевести САУ в автоматичний режим роботи.

Для запуску вентиляторів натиснути кнопку «Пуск», розташовану на двері щита, або здійснити запуск вентиляторів з меню контролера. При цьому, якщо контролер перебуває в режимі «Літо», вентилятори включяться, відкриється заслінка зовнішнього повітря, на двері щита займуться лампа «Робота».

Якщо контролер перебуває в режимі «Зима», вентилятор включиться з n-хвилинною затримкою (n- визначається при налагодженні), необхідної для прогріву повітрянагрівача (клапан відкривається на 100%). Під час прогріву повітрянагрівача здійснюється миготіння лампи «Аварія», розташованої на двері щита.

Для зупинки вентиляторів натиснути кнопку «Стоп», розташовану на двері щита, або здійснити зупинку вентиляторів з меню контролера. При цьому вентилятор відключиться, закриється заслінка зовнішнього повітря, на двері щита згаснуть лампа «Робота».

При працюючих вентиляторах в режимі «Зима», здійснюється автоматична підтримка температури повітря в приміщенні на заданому значенні для режиму «Зима». При працюючих вентиляторах в режимі «Літо», здійснюється автоматична підтримка температури повітря в приміщенні на заданому значенні для режиму «Літо». При непрацюючих вентиляторах в режимі «Зима», здійснюється підтримка температури зворотної води на заданому значенні (визначається при налагодженні). При непрацюючих вентиляторах в режимі «Літо», клапан повітрянагрівача закритий.

Якщо активізовано функцію автоматичного включення вентиляторів після збою в електроживленні і у момент зникнення живлення, вентилятори були включені у режимі «Автоматичний», то після відновлення живлення буде здійснене автоматичне включення вентиляторів. Включення вентиляторів

здійснюється з n-хвилинною (n- визначається при налагодженні) затримкою, під час якої на дверях щита мигає лампа «Аварія».

#### 4.5.3. Аварійні ситуації

При роботі САУ можливе виникнення наступних аварій:

1. Несправність вентиляторів;
2. Погроза заморожування повітрянагрівача по зворотному теплоносію;
3. Погроза заморожування повітрянагрівача по повітрю;
4. Захист від холодного пуску.

При виникненні будь-яких аварій на двері щита загоряється лампа «Аварія», при цьому розшифровка аварії здійснюється на індикаторі контролера.

Деблокування аварій, що виникли під час роботи системи, здійснюється кнопкою «Стоп», розташованої на двері щита, або з меню контролера.

При виникненні несправності вентиляторів загоряється лампа «Аварія», розташована на двері щита, при цьому вентилятори вимикаються, закривається заслінка зовнішнього повітря, на дверях щита гаснуть лампа «Робота». Після з'ясування та усунення причини несправності необхідно деблокувати аварію, при цьому гасне лампа «Аварія», після чого можна знову запустити установку. Поки лампа «Аварія» не згасне, вентилятори запустити неможливо.

У випадку виникнення погрози заморожування повітрянагрівача по зворотному теплоносію або по повітрю, загоряється лампа «Аварія», розташована на двері щита, при цьому вентилятори вимикаються, закривається заслінка зовнішнього повітря, клапан повітрянагрівача відкривається на 100%-ий протік через повітрянагрівач, включається циркуляційний насос, якщо до цього він був відключений. Після зникнення погрози заморожування необхідно деблокувати аварію, при цьому гасне лампа

«Аварія», після чого можна знову запуснути установку. Поки лампа «Аварія» не згасне, вентилятори запуснути неможливо.

Погроза заморожування аналізується по термостаті повітря за повітрянагрівачем і по датчику температури зворотної води після повітрянагрівача (аварія виникає у випадку, якщо температура зворотної води падає нижче  $n$  °С,  $n$  - визначається при налагодженні, або температура повітря після повітрянагрівача падає нижче встановленої на термостаті).

Погроза заморожування аналізується в режимі «Зима» при будь-якому режимі керування («Авт.» або «Ручн.»). Якщо при виникненні погрози заморожування повітрянагрівача контролер перебував у режимі «Ручн.», то він переходить у режим «Авт.» до зникнення погрози заморожування і деблокування аварії, після деблокування аварії контролер переходить назад у режим «Ручн.», при цьому клапан залишається відкритим на 100%. і циркуляційний насос продовжує працювати, якщо до цього він був включений. Якщо при виникненні погрози заморожування повітрянагрівача контролер перебував у режимі «Авт.», то після деблокування аварії починається підтримка температури зворотної води.

У контролері передбачена функція автоматичного перезапуску вентиляторів після його вимикання у випадку виникнення кожної з погроз заморожування повітрянагрівача. Якщо дозволено функцію перезапуску і в автоматичному режимі роботи контролера (при включеному вентиляторі) виникає кожна з погроз заморожування, то буде здійснена спроба включення вентиляторів після зникнення погрози заморожування. Після відключення вентиляторів спроба включення здійснюється не менш чим через 3 хвилини після відключення (у цей час працює насос і повністю відкритий клапан), після закінчення 3 хвилин здійснюється спроба автоматичного скидання аварії і, якщо вона вдається, то включаються вентилятори (перед включенням вентиляторів здійснюється прогрів повітрянагрівача). Якщо здійснюється спроба перезапуску вентиляторів, то мигає лампа «Аварія» на двері щита. Усього можливі дві спроби включення вентиляторів, тобто якщо вентилятор

відключиться втретє підряд, те перезапуск більше не здійснюється. У цьому випадку, для скидання лічильника спроб, необхідно перевести контролер в «Ручний» режим роботи або відключити функцію автоматичного перезапуску вентиляторів.

Аварія «захист від холодного пуску» виникає у випадку, якщо в автоматичному режимі роботи контролера, наприкінці прогріву повіронагрівача, температура зворотного теплоносія не піднялася вище заданого значення. При виникненні даної аварії загоряється лампа «Аварія» на двері щита, запуск вентиляторів блокується. Зняття аварійної сигналізації «захист від холодного пуску» здійснюється з меню контролера. При цьому гасне лампа «Аварія» на двері щита, після чого можна знову запуснути установку. Поки лампа «Аварія» на двері щита не згасне, установку запуснути неможливо.

Деблокування аварії, що виникла через погрозу заморожування повіронагрівача, можна зробити тільки тоді, коли немає реальної погрози заморожування, тобто коли температура зворотної води стає вище  $n$  °C и температура повітря після повіронагрівача стає вище встановленої на термостаті.

Якщо зупинка обладнання була викликана пожежею (по сигналі «Пожежа» зі схеми пожежної сигналізації), то виникає сигнал аварії установки. Для запуску обладнання після відключення при пожежі, необхідно деблокувати аварію.

## РОЗДІЛ 5

### ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ

#### 5.1. Календарне планування монтажу систем ТГПів

Під календарними планами розуміють проектно-технологічні документи, які встановлюються послідовність, інтенсивність та строки виробництва робіт, а також потребу в ресурсах. Кінцевим результатом календарного планування являється складання розкладу (графіка) плануючих робіт для виконавців будівельних організацій, бригад, змін, що визначають календарні строки початку та закінчення їх виконання, також виявлення кількості потрібних в проміжок часу матеріалів (труб, конструкцій та ін.) і технічних (машин, механізмів) ресурсів.

Головною задачею календарного планування являється складання такого розкладу робіт (календарного плану), який був би оптимальним по прийнятому критерію його оцінки та одностроково задовольнив би межі, що враховують реальні умови виробництва.

Критерій оптимальності календарного плану залежить від періоду планування та конкретних умов виробництва робіт. Для календарного плану виробництва на місяць за критерій оптимальності приймають мінімум простоїв трудових ресурсів та рівномірність їх використання за проміжок часу. При складанні календарного плану враховувались: строки виконання робіт заданих генпідрядником; інтенсивність використання ресурсів, які залежать від можливостей будівель під організації, ресурси, що виділяються в конкретні календарні періоди. Ресурси які використовують для виконання санітарно - технічних та вентиляційних робіт розподіляють на два типи: складські ( матеріали, вироби, деталі і конструкції); не складські (трудові ресурси, машини і механізми).

Для складання календарного плану необхідно: перелік об'єктів будівництва і характеристики, які необхідно виконати. До них відносяться

об'єми, працеемність, ціна робіт, види і кількість ресурсів, які можна реально використати на конкретні календарні періоди(трудові ресурси, їх чисельність та кваліфікований склад, інтенсивність використання ресурсів, на кожному об'єкті і види робіт).

Також задається технологічна послідовність виконання робіт. В календарному плануванні вирішуються слідуєчі задачі: часові, ресурсні і кошторисні. При рішенні часових задач визначають розклад робіт, тобто встановлюють строки початку та закінчення робіт, мінімальність їх продовження.

Ресурсні задачі виникають при необхідності врахувати границі на використання трудових, матеріально – технічних або фінансових ресурсів. Вони вирішуються шляхом врахування потребностей в ресурсів та раціонального розподілення наявних або потрапляючи на об'єкт будівництва ресурсів. Будівельні задачі календарного планування направлені на урахування таких показників як кошторис, заробітна плата, трудові затрати, ці показники розглядаються як особливі види ресурсів і вирішуються шляхом урахування їх потреб і розподілення.

Складаючи календарні плани санітарно – технічних робіт їх потрібно ув'язати з загально – будівельними роботами. Ця ув'язка полягає в тому, що тривалість та інтенсивність санітарно – технічних робіт залежить від запроектованого календарного плану будівельно – монтажних робіт по зведенню об'єкту.

Розробку календарного плану по монтажу систем ТГПіВ виконують в наступній послідовності:

1. Аналізують вихідні дані для проектування;
2. Складають номенклатуру (перелік) і послідовність монтажних процесів, необхідних для монтажу системи ТГПіВ
3. Підраховують об'єми робіт;
4. Вибирають методи виробництва робіт та основні будівельні машини;

5. Визначають потрібну кількість машино - змін та працевтрати для виконання монтажних робіт;
6. Визначають склад бригад, підраховують тривалість виконання кожного виду робіт і ув'язують їх виконання в проміжок часу.

При складанні календарного плану внутрішніх систем ТГПіВ основними являються : виконання технологічної послідовності санітарно – технічних робіт, виконання ритму загально – будівельних робіт на об'єкті та строків заданих ген підрядною будівельною організацією.

## 5.2. Відомість об'єму робіт та трудовитрат

Калькуляція витрат праці складається на підставі:

- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція і кондиціонування»;
- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішні прилади»;
- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16 «Трубопроводи внутрішні»;
- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи». Збірник 26 «Теплоізоляційні роботи.

При цьому роботи групуються в потоки. По кожному потоці підраховується сумарна трудомісткість робіт. Дані й результати розрахунків зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Виробнича калькуляція праці

Обґрунтування по ДБН	Роботи	Обсяг робіт		Норма часу на 1 вим. один. люд-год.	Трудовитрати на весь обсяг робіт люд.-год.	Трудовитрати, люд./день
		Од. вим.	Кількість			
1	2	3	4	5	6	7
<b>Опалення</b>						
<b>1. Установка радіаторних приладів</b>						
16-6-3	Установка радіаторів сталевих	100 кВт	385 кВт	96,92	373,14	46,8
<b>2. Прокладання трубопроводів опалення</b>						
16-6-2	Ø20x2,3	100 м	1,29 м	48,71	62,83	7,85
16-6-3	Ø25x2	100 м	0,642 м	48,71	31,17	3,89
16-6-4	Ø32x3	100 м	1,4 м	48,71	68,19	8,52
				ВСЬОГО		20,26
<b>3. Теплоізоляція трубопроводів</b>						
26-11-11	Ізоляція трубопроводів трубками із спіненого каучуку, поліетилену	10 м трубопроводу	34	3,52	119,68	14,96
<b>4. Установка термостатичної арматури</b>						
16-15-1	Діаметром до 25 мм	1 шт	48	1,41	67,68	8,46
<b>5. Установка балансувальної і запірної арматури</b>						
16-15-1	Діаметром до 25 мм	1 шт	16	1,41	22,56	2,82
<b>6. Гідравлічні випробування трубопроводів</b>						
16-29-1	Діаметром до 50 мм	100 м	3,33	8,22	27,37	3,4
<b>Вентиляція</b>						
<b>1. Установка припливного устаткування</b>						
20-42-1	Продуктивністю до 10 м <sup>3</sup> /год	1 шт.	6	68,17	409,02	51,13
<b>2. Установка вентиляторів радіальних</b>						
20-31-1	Масою до 0,05 т	1 шт.	12	10,2	122,4	15,3
<b>3. Прокладання повітроводів з листової сталі класу Н</b>						
20-1-1	Діаметром до 200 мм	100 м <sup>2</sup>	0,545	261,8	142,7	
20-1-4	Діаметром до 250 мм	100 м <sup>2</sup>	0,38	261,8	99,5	
20-1-2	Периметром до 600мм	100 м <sup>2</sup>	2,41	261,8	631,2	
20-1-3	Периметром до 800, 1000 мм	100 м <sup>2</sup>	0,08	239,7	19,2	
				ВСЬОГО	892,6	111,58
<b>4. Установка жалюзійних ґраток</b>						
20-11-1	Площа яких у світлі становить до 0,25 м <sup>2</sup>	1 шт.	121	1,82	220,22	27,5
<b>5. Установка клапанів повітряних</b>						

20-15-1	Діаметром до 250 мм	1 шт.	5	2,41	12,05	
20-15-6	Периметром до 1000 мм	1 шт.	4	2,41	9,64	
				ВСЬОГО	21,69	2,7
6. Установка над шахтами зонтів із листової сталі						
20-20-1	Діаметром 200 мм	1 шт	9	0,61	5,49	
20-20-2	Діаметром 250 мм	1 шт	2	0,61	1,22	
20-21-1	Периметром 1000 мм	1 шт	4	0,83	3,32	
20-21-2	Периметром 1000 мм	1 шт	1	1,31	1,31	
				ВСЬОГО	11,34	1,42
7. Установлення вузлів проходу витяжних вентиляційних шахт						
20-24-1	Патрубка до 250 мм	10 вузлів	0,6	43,86	26,31	
8. Установка глушників шуму вентиляційних установок						
20-26-9	Перерізом 400x300 мм	1 шт	6	3,09	18,54	
20-25-2	Діаметром 200 мм	1 шт	2	1,85	3,7	
				ВСЬОГО	22,24	2,78

### 5.3 Техніко-економічні показники

#### 5.3.1 Для організації робіт під час монтажу систем вентиляції

До техніко-економічних показників відносяться:

- загальний об'єм робіт 341,5 м<sup>2</sup> повітропроводів;
- проектна тривалість монтажних робіт Тс=20 днів;
- витрата праці Q = 212,41 люд.-дн;
- виробіток у натуральних показниках F / Q = 341,5/212,41 = 1,61 м<sup>2</sup>/ (люд.-дн).
- коефіцієнт використання робітників у часі:

$$k = \frac{R_{\max}}{R_{\text{ср}}} \quad (5.1)$$

де R<sub>ср</sub> - середня кількість робітників, визначається з вираження:

$$R_{\text{ср}} = \frac{Q}{T} = \frac{212,41}{20} = 11_{\text{чол}} \quad (5.2)$$

$$k = \frac{14}{11} = 1,27$$

### 5.3.2 Для організації робіт під час монтажу систем опалення

До техніко-економічних показників відносяться:

- загальний об'єм робіт 333,2 м трубопроводів;
- проектна тривалість монтажних робіт  $T_c=9$  днів;
- витрата праці  $Q = 96,7$  люд.-дн;
- виробіток у натуральних показниках  $L / Q = 333,2/96,7 = 3,44$  м/ (люд.-дн).

$$R_{cp} = \frac{Q}{T} = \frac{96,7}{9} = 11 \text{чол}$$

$$k = \frac{14}{11} = 1,27$$

## 5.4 Технологія монтажу системи вентиляції

### 5.4.1 Підготовка об'єктів до монтажу санітарно – технічних систем

Роботи з монтажу санітарно – технічних систем можуть розпочатись, якщо об'єкт або його частина мають певну будівельну готовність: на об'єкті закінчені попередні робочі процеси, підготовлені робочі місця, є вантажопідйомні механізми, підготовлені місця складування (в зоні дії вантажопідйомних механізмів), а також побутові і службові приміщення. Готовність об'єкта до монтажу санітарно – технічних систем оформляється актом.

До початку монтажу сантехнічних систем повинні бути виконані такі загально будівельні роботи:

- у приміщеннях, що розташовані вище від нульової відмітки, наявні міжповерхові та горищне перекриття, сходові марші, перегородки, основи і фундаменти під сантехнічне обладнання; залишені або пробиті отвори, рівчаки для прокладання трубопроводів; залишені монтажні отвори в стінах, перекриттях та перегородках для подання великогабаритних вузлів та обладнання до місця монтажу; встановлені в будівельних конструкціях

закладні деталі для прикріплення трубопроводів; виконана підготовка під покриття підлоги; засклені приміщення; освітлені місця виконання робіт;

- в приміщеннях, що розташовані нижче від нульової відмітки та поряд з об'єктом повинні бути виконані: відлогові канали, фундаменти і майданчики для встановлення обладнання; будівельні конструкції для прокладання трубопроводів і встановлення сантехнічного обладнання; викопані траншеї для випусків каналізації до перших від будинку колодязів та збудовані колодязі з лотками;

- у санвузлах повинні бути наявні перегородки, поштукатурені стіни та стелі; до встановлення сантехнічних приладів – виконана бути виконана гідроізоляція підлоги, покриття підлоги.

#### 5.4.2 Монтажне проектування систем ТГПіВ

У робочих кресленнях санітарно – технічних систем, що розроблені проектними організаціями, ступінь деталізація елементів недостатній для їх заводського виготовлення та наступного збирання та монтажу. У зв'язку з цим необхідне монтажне проектування.

Розробляючи монтажні ескізи, креслення та виконуючи заміри використовують наступні поняття:

деталь – частина трубопроводу, яка не має з'єднань (відрізок труби, фланець, відвід тощо), а також пристрої для закріплення трубопроводу (опора, підвіска тощо);

елемент – складається з трьох – чотирьох деталей, що з'єднані зварюванням, різью та іншим способом (трубопровід с фланцями, трубопровід з одним – двома відводами тощо);

вузол – поєднання декількох деталей з використанням розбірних і нерозбірних з'єднань, що обмежене транспортними габаритами; вузли поділяються на плоскі і просторові;

блок – з'єднання декількох трубних вузлів або вузлів та приладів;

секція – з'єднання декількох труб одного діаметра;

ланка – частина зовнішнього трубопроводу, що складається з декількох співвісно з'єднаних труб;

монтажне положення приладу приладу, обладнання, трубопроводу - це таке їх розташування відносно будівельних конструкцій та іншого об'єкта, яке забезпечує зручність монтажу і безпечну експлуатацію;

будівельна довжина - розмір, що визначає положення деталі трубопроводу або вузла щодо суміжної деталі чи обладнання систем (наприклад, відстань від осі приладу або відстань між центрами з'єднувальних частин, арматури, відгалужень);

монтажна довжина - дійсна довжина деталі без з'єднувальних частин; монтажна довжина даної менша від її будівельної довжини на розмір скидів  $X$ ;

заготівельна довжина – повна довжина відрізка прямої труби, що необхідна для виготовлення вигнутої чи прямої деталі; у прямих не зігнутих деталях монтажна і заготівельна довжини однакові. Заготівельні довжини зігнутих деталей визначають за формулами.

#### 5.4.3 Основні принципи монтажних робіт

Монтаж систем ТГПіВ складається з підготовчих і основних процесів. В підготовчі процеси входять транспортування, складування і укрупнювальне збирання. Основні процеси – це підготовка до піднімання конструкцій, їх вивіряння і тимчасове закріплення, стаціонарне закріплення в проектному положенні, а також протикорозійний і теплотехнічний захист.

В залежності від ступеня укрупнювання збірних елементів розрізняють такі методи монтажу:

- дрібно елементний (з окремих конструктивних деталей);
- по елементний (з конструктивних укрупнених елементів);
- блоковий (з геометрично незмінних блоків, що попередньо зібрані з окремих конструктивних елементів);
- комплектно – блоковий монтаж.

Суть комплектно – блокового методу монтажу полягає в тому, що на стадії проектування об'єкт розділяють на багато габаритні, транспортабельні, укомплектовані обладнанням монтажні блоки, які можуть бути плоскими і просторовими.

Існують такі варіанти організації монтажних робіт:

- доставання конструкцій з заводу або майданчика укрупнювального збирання чи попереднього їх складування на об'єкті в зону дії монтажного механізму;
- доставання укрупнених конструкцій із заводів і їх монтаж безпосередньо з транспортних засобів;
- доставання на об'єкт лінійних і плоских конструкцій, наземне збирання з них просторових блоків в зоні дії монтажного механізму;
- виготовлення конструкцій безпосередньо в зоні дії монтажного механізму.

Ці варіанти можна комбінувати.

Конструкції ТГП завозять до місць складування або в зону монтажу переважно автомобільним транспортом. Основними технологічними умовами під час перевезення є забезпечення їх цілісності, а також доставку у послідовності та в терміни, що вказують на графіку виконання монтажних робіт.

Монтажний проект системи вентиляції містить: аксонометричну схему кожної вентиляційної системи, що виконана без масштабу в одну лінію із зазначенням розмірів поперечних перерізів повітропроводу, номера кожної деталі, відміток і прив'язок повітропроводів до осей та поверхонь будівельних конструкцій; комплектувальну відомість з переліком всіх деталей, їх розмірами, характеристиками; ескізи нормалізованих фасонних елементів повітропроводів з усіма необхідними для виготовлення розмірами; специфікацію матеріалів; перелік типових комплектувальних виробів, зокрема вид і кількість засобів кріплення.

## 5.5. Розробка монтажного проекту системи П4

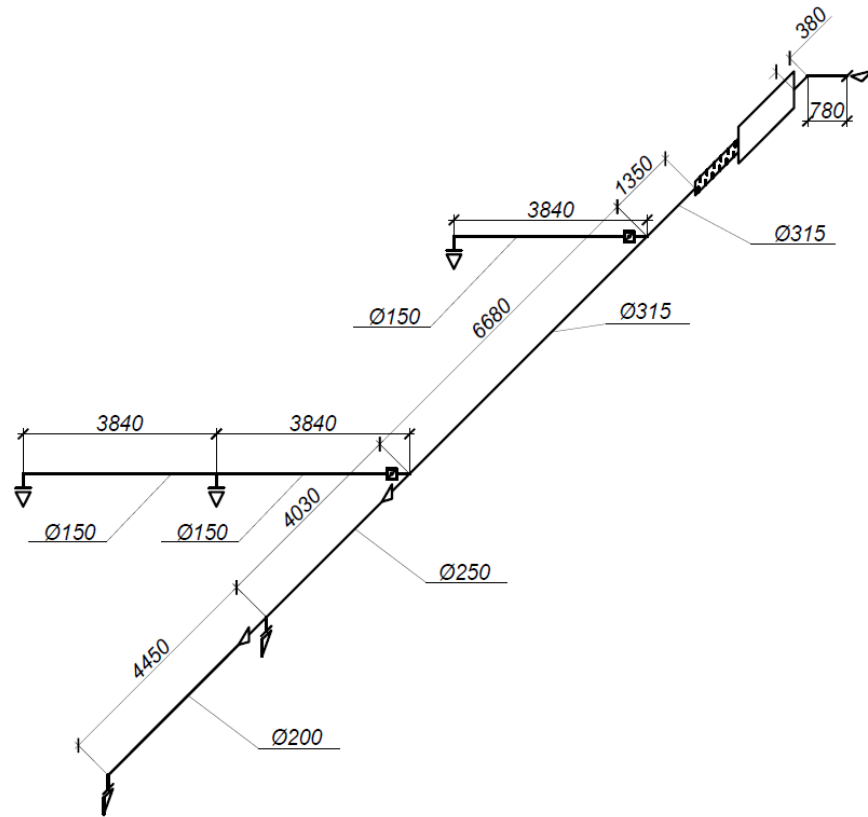


Рис.5.1. Розрахункова схема системи П4

### 1. Визначення розмірів прямих ділянок

Ділянка 1:  $L_{\text{буд}} = 780\text{мм}$ ;  $\text{Ø}315$

$$L_{\text{пр.діл}} = L_{\text{буд}} - u$$

$$L_{\text{пр.діл}} = 780 - 400 = 380\text{мм}$$

Ділянка 2:  $L_{\text{буд}} = 1350\text{мм}$ ;  $\text{Ø}315\text{мм}$ ;

$$L_{\text{пр.діл}} = L_{\text{буд}} - u$$

$$L_{\text{пр.діл}} = 1350 - 400 = 950\text{мм}$$

Ділянка 3:  $L_{\text{буд}} = 6680\text{мм}$ ;  $\varnothing 315\text{ мм}$ ;

$$L_{\text{нр.діл}} = L_{\text{буд}} - u - u$$

$$L_{\text{нр.діл}} = 6680 - 400 - 400 = 5880\text{мм}$$

Так як визначена довжина перевищує 2500 мм, пряма ділянка розбивається на 3 ділянки: 2 нормалізованих довжиною  $L_{1\text{нр.діл}} = 2500\text{ мм}$  і ненормалізовану -  $L_{2\text{нр.діл}} = 880\text{мм}$ .

Ділянка 4:  $L_{\text{буд}} = 4030\text{мм}$ ;  $\varnothing 250$

$$L_{\text{нр.діл}} = L_{\text{буд}} - u - u - l$$

$$L_{\text{нр.діл}} = 4030 - 400 - 400 - 119 = 3111\text{мм}$$

Так як визначена довжина перевищує 2500 мм, пряму ділянку розбивається на 2 ділянки: 1 нормалізовану довжиною  $L_{1\text{нр.діл}} = 2500\text{ мм}$  і ненормалізовану -  $L_{2\text{нр.діл}} = 611\text{ мм}$ .

Ділянка 5:  $L_{\text{буд}} = 4450\text{мм}$ ;  $\varnothing 200$

$$L_{\text{нр.діл}} = L_{\text{буд}} - u - l$$

$$L_{\text{нр.діл}} = 4450 - 400 - 100 = 3950\text{мм}$$

Так як визначена довжина перевищує 2500 мм, пряму ділянку розбивається на 2 ділянки: 1 нормалізовану довжиною  $L_{1\text{нр.діл}} = 2500\text{ мм}$  і ненормалізовану -  $L_{2\text{нр.діл}} = 1450\text{ мм}$ .

Ділянка 6:  $L_{\text{буд}} = 3840\text{мм}$ ;  $\varnothing 150\text{ мм}$ ;

$$L_{\text{нр.діл}} = L_{\text{буд}} - u - l$$

$$L_{\text{нр.діл}} = 3840 - 400 - 115 = 3325\text{мм}$$

Так як визначена довжина перевищує 2500 мм, пряму ділянку розбивається на 2 ділянки: 1 нормалізовану довжиною  $L_{1\text{нр.діл}} = 2500\text{ мм}$  і ненормалізовану -  $L_{2\text{нр.діл}} = 825\text{ мм}$ .

Ділянка 7:  $L_{\text{буд}} = 3840\text{мм}$ ;  $\text{Ø}150\text{ мм}$ ;

$$L_{\text{нр.діл}} = L_{\text{буд}} - u - l$$

$$L_{\text{нр.діл}} = 3840 - 400 - 115 = 3325\text{мм}$$

Так як визначена довжина перевищує 2500 мм, пряму ділянку розбивається на 2 ділянки: 1 нормалізовану довжиною  $L_{1\text{нр.діл}} = 2500\text{ мм}$  і ненормалізовану -  $L_{2\text{нр.діл}} = 825\text{ мм}$ .

Ділянка 8:  $L_{\text{буд}} = 3840\text{мм}$ ;  $\text{Ø}150\text{ мм}$ ;

$$L_{\text{нр.діл}} = L_{\text{буд}} - u$$

$$L_{\text{нр.діл}} = 3840 - 400 = 3440\text{мм}$$

Так як визначена довжина перевищує 2500 мм, пряму ділянку розбивається на 2 ділянки: 1 нормалізовану довжиною  $L_{1\text{нр.діл}} = 2500\text{ мм}$  і ненормалізовану -  $L_{2\text{нр.діл}} = 940\text{ мм}$ .

Таблиця 5.1 – Комплектувальна відомість деталей системи П4

№ ділянки	Позначення	Найменування деталі	Розмір перерізу			Довжина, мм	Кількість, шт	Центр. кут, гр.	Площа поверхні, м <sup>2</sup>		Примітка
			Круглий	Прямокутний					Одиниці	Загальна	
			d, мм	a, мм	b, мм						
1	—	пряма ділянка	Ø315			380	1		0,99	0,38	δ=0,5
2	—	пряма ділянка	Ø315			950	1		0,99	0,94	δ=0,5
3	—	пряма ділянка	Ø315			2500	2		2,47	4,94	δ=0,5
4	—	пряма ділянка	Ø250			2500	1		1,96	1,96	δ=0,5

5	—	пряма ділянка	250			611	1		1,96	0,47	$\delta=0,5$
6	—	пряма ділянка	200			2500	1		1,57	1,57	$\delta=0,5$
7	—	пряма ділянка	200			1450	1		1,57	0,91	$\delta=0,5$
8	—	пряма ділянка	150			2500	3		1,18	3,54	$\delta=0,5$
9	—	пряма ділянка	150			825	2		1,18	0,78	$\delta=0,5$
10	—	пряма ділянка	150			940	1		1,18	0,44	$\delta=0,5$
11	↷	відвід	315				1		0,67	0,67	$\delta=0,5$
12	↷	відвід	200				1		0,28	0,28	$\delta=0,5$
13	↷	відвід	150				2		0,19	0,38	$\delta=0,5$
14	→	перехід	315x250			119	1		0,2	0,2	$\delta=0,5$
13	→	перехід	250x200			99	1		0,16	0,16	$\delta=0,5$

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
2. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
3. ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні та фізкультурно – оздоровчі споруди». – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 105 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово – комунального господарства України, 2006. – 73 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 27 с.
6. Методичні вказівки «Визначення теплової потужності системи опалення» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія.» (спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція»)/ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
7. Каталог продукції PURMO [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.purmo.com/ua/produkti/panelyni-radiatori/purmo-ventil-compact.htm#tab-tekhnichni-dani>
8. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель :навчальний посібник Для студ. вищ. навч.закл. / П.Л. Зінич; Київськ. нац.. ун-т буд-ва і архіт. – К.: 2002, 255 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.

10. Системы автоматического управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://vents.ua/uploads/download/automaticcatalogue012016rus.pdf>
11. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування повітря» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 148 с.
12. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 53 с.
13. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16 «Трубопроводи внутрішні» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 81 с.
14. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 26 «Теплоізоляційні роботи» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 82 с.