КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ БЛОКУ ХАРЧУВАННЯ І АКТОВОЇ ЗАЛИ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ У М. КИЄВІ

КОСТЮК ПАВЛО ЛЕОНІДОВИЧ

(прізвище, ім’я та по батькові студента повністю)

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Д.е.н., професор Предун К.М.

«___» _____20___ р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ БЛОКУ ХАРЧУВАННЯ І АКТОВОЇ ЗАЛИ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ У М. КИЄВІ

Виконав студент групи ТВ-22-1

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Костюк Павло Леонідович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник Предун К.М.
(прізвище та ініціали)
д.е.н., професор
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

д.т.н., професор Приймак О.В.

«___»_____20___ р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

КОСТЮК ПАВЛО ЛЕОНІДОВИЧ
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Опалення та вентиляція блоку харчування і актової зали загальноосвітньої школи в м. Києві»
затверджена наказом ректора КНУБА №_ __ від «___»_____ _20___р.

2. Керівник роботи

Предун Костянтин Миронович, д.е.н., професор
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту_____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Загальні дані

Розділ 2.Опалення

Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування

Розділ 4. Автоматика

Розділ 5.Охорона праці

Розділ 6. Енергоефективність

Розділ 7. Організація будівельно – монтажних робіт

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 2. Лист1,3,5,7 (по – поверхові плани будівлі з нанесенням систем опалення, схема обв'язки калориферів припливно – витяжних установок, розрахункова схема системи опалення)

Розділ 3. Листи 2,4,5,6 (по поверхові плани будівлі з нанесенням систем вентиляції і кондиціонування)

Розділ 7. Лист 8 (календарний план виконання робіт з монтажу систем опалення та вентиляції, графіки руху робочих під час виконання монтажу систем опалення та вентиляції, техніко – економічні показники).

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальні дані	
Розділ 2. Опалення	
Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування	
Розділ 4. Автоматика	
Розділ 5. Охорона праці	
Розділ 6. Енергоефективність	
Розділ 7. Організація будівельно – монтажних робіт	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 4	Соболевська Л.Г.		
Розділ 5	Клімова І.В.		
Розділ 7	Сенчук М.П.		

9. Дата видачі завдання_____

Зав. кафедри _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Костюк П.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

<table>
<tr><td colspan="2">РЕЗЮМЕ (summary)
до атестаційної випускної роботи студента:</td><td colspan="5">Костюк Павло Леонідович</td></tr>
<tr><td>Заклад вищої освіти</td><td colspan="6">Київський національний університет будівництва і архітектури</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тема АРБ</td><td colspan="6">Опалення та вентиляція блоку харчування і актової зали загальноосвітньої школи в м. Києві</td></tr>
<tr><td colspan="6">Heating and ventilation of the power supply unit and assembly hall of a comprehensive school in Kyiv</td></tr>
<tr><td>Освітній ступень</td><td colspan="6">Бакалавр</td></tr>
<tr><td>Факультет</td><td colspan="6">Факультет інженерних систем та екології</td></tr>
<tr><td>Кафедра</td><td colspan="6">Теплогазопостачання та вентиляції</td></tr>
<tr><td>Спеціальність</td><td colspan="6">Будівництво та цивільна інженерія</td></tr>
<tr><td>Спеціалізація</td><td colspan="6">Теплогазопостачання та вентиляції</td></tr>
<tr><td>Керівник</td><td colspan="6">Предун Костянтин Миронович, д.е.н., професор</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Обсяг роботи:</td><td colspan="4">Пояснювальна записка</td><td colspan="2" rowspan="2">Креслень формату А1</td></tr>
<tr><td>сторінок</td><td>розділів</td><td>таблиць</td><td>рисунків</td></tr>
<tr><td>76</td><td>7</td><td>7</td><td>15</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Розділ 1. Назва</td><td colspan="6">Загальні дані</td></tr>
<tr><td>Розділ 2. Назва</td><td colspan="6">Опалення</td></tr>
<tr><td>Розділ 3. Назва</td><td colspan="6">Вентиляція</td></tr>
<tr><td>Розділ 4. Назва</td><td colspan="6">Автоматика</td></tr>
<tr><td>Розділ 5. Назва</td><td colspan="6">Охорона праці</td></tr>
<tr><td>Розділ 6. Назва</td><td colspan="6">Енергоефективність</td></tr>
<tr><td>Розділ 7. Назва</td><td colspan="6">Організація будівельно – монтажних робіт</td></tr>
<tr><td>Висновки по роботі:</td><td colspan="6">Запроектовано систему опалення з насосною циркуляцією. В якості теплоносія використовується вода з параметрами 80/60°С. Для забезпечення повітрообміну передбачена припливно – витяжна механічна система вентиляції. Розглянуто питання автоматизації роботи припливно – витяжної установки, охорони праці при проведенні монтажних робіт, енергозбереження в систмах вентиляції, складено календарний графік виконання монтажу систем мікроклімату.</td></tr>
<tr><td colspan="7">лючові слова: система опалення, повітрообмін, кондиціонування, автоматика, енергоефективність, охорона праці
Keywords: heating system, air exchange, air conditioning, automation, energy efficiency, occupational safety</td></tr>
</table>

Керівник _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Костюк П.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___»_____20___ р.

ЗМІСТ

ВСТУП……

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

1.1 Об’єкт для розробки систем опалення, вентиляції та кондиціонування…….

1.2 Параметри зовнішнього повітря……..

1.3 Параметри внутрішнього повітря…….

РОЗДІЛ 2. ОПАЛЕННЯ

2.1 Визначення теплової потужності системи опалення приміщень……

2.2 Характеристика прийнятої системи опалення…….

РОЗДІЛ 3. ВЕНТИЛЯЦІЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ

3.1 Визначення теплонадходжень для основного приміщення прийому їжі…

3.2 Розрахунок кількості вологи, яка надходить в основне приміщення прийому їжі……...

3.3 Визначення повітрообміну в основному приміщенні прийому їжі..

3.4 Аеродинамічний розрахунок припливно – витяжної системи ПВ3..

3.5 Підбір припливно – витяжної установки ПВ3…….

3.6 Визначення повітрообміну в другорядних приміщеннях……..

3.7 Організація повітрообміну в другорядних приміщеннях блоку харчування з актовою залою…….

3.8 Розробка системи кондиціонування для приміщення актової зали…

3.8.1 Підбір обладнання VRF – системи кондиціонування…….

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА

4.1 Призначення системи автоматики……

4.2 Основні компоненти автоматизації систем вентиляції……...

4.3 Переваги автоматизації вентиляційних систем……

4.4 Приклади автоматизованих рішень……..

4.5 Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та водяним нагрівачем……

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Перелік робіт з підвищеною небезпекою…….

5.2 Зони небезпеки та їх огородження……

5.3 Світлова та звукова сигналізація……..

5.4 Знаки безпеки……..

5.5 Засоби захисту від шкідливих і небезпечних факторів……..

5.6 Розрахунок економічної ефективності заходів для запобігання нещасних випадків на будівельному майданчику……

РОЗДІЛ 6. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

6.1 Підвищення енергоефективності систем вентиляції за рахунок використання повітророзподільників різних типів…….

6.2 Підвищення енергоефективності систем вентиляції за рахунок вдосконалення способів розподілу повітря…….

РОЗДІЛ 7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

7.1. Календарне планування монтажних робіт…….

7.2. Основні положення календарного планування……..

7.3. Відомість об’єму робіт та визначення трудовитрат…….

7.4. Техніко – економічні показники монтажних робіт систем мікроклімату……..

ЛІТЕРАТУРА…….

ВСТУП

За останні 10 років в центрі уваги в будівництві знаходяться 2 проблеми:

- підвищення енергетичної ефективності збудованих будівель та будівель, що експлуатуються;

- розробка та впровадження нових систем та принципів енергозабезпечення, тобто створення мікроклімату та його підтримка.

На сьогодні сучасний дім – це складна технічна система, яка повинна враховувати та взаємопов'язувати не тільки вимоги до рівня енергоефективності інженерних систем, але і забезпечення внутрішнього клімату приміщень.

При розробці проєктної документації та будівництві об'єктів простіше вирішувати питання підвищення ефективності використання енергії, коли є можливість обґрунтовувати та обирати оптимальні варіанти проектних рішень. Експлуатація будівель пов'язана зі споживання певної кількості паливно – енергетичних ресурсів. Тому всі держави світу формують і проводять свою політику енергозбереження, в яку включають різний комплекс науково – технічних заходів, які спрямовані на зниження споживання енергії і тих будівлях, які будуються знову, та в тих, які експлуатуються.

Знизити енергоспоживання та збільшити енергетичну ефективність будівель можливо шляхом виконання різних енергозберігаючих заходів, які спрямовані на ефективне використання енергетичних ресурсів різних типів при експлуатації інженерних систем.

РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

1.1. Об’єкт для розробки систем опалення, вентиляції та кондиціонування

Для розробки систем мікроклімату (опалення, вентиляції та кондиціонування повітря) обрано блок харчування з актовою залою загальноосвітньої школи в м. Києві.

До блоку харчування входять наступні приміщення: гардероби для відвідувачів та персоналу, основна зала для прийому їжі, мийні, приміщення для холодильників, кабінет завідувача виробництвом, буфет, приміщення видачі готової продукції, приміщення для розігріву страв. Також до складу блоку харчування входять приміщення санітарного призначення: санвузли, душова, приміщення для умивання та інші.

Також на поверсі розміщенні приміщення медичного призначення, до яких відносяться: кабінети фізіотерапефта та терапефта, стоматолога, кабінет проведення процедур.

На другому поверсі блоку розміщена актова зала для проведення урочистих заходів, артистичні, хол та санвузол.

На третьому поверсі блоку знаходяться дві вентиляційні камери для розміщення вентиляційного обладнання.

1.2. Параметри зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря в теплий та холодний періоди року регламентуються п. 5.13 [1] і наведені в [2].

Обрані параметрів зовнішнього повітря для м. Києва наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри зовнішнього повітря

Період року	t_{ext} , ^0C	I_{ext}, кДж/кг
Теплий	23	53,6
Холодний	-22	-20,7

1.3. Параметри внутрішнього повітря

Основну частину блоку займають приміщення, які відносяться до напряму харчування. Тому параметри внутрішнього повітря прийняті для закладів даного призначення, які регламентуються [3].

В якості основного приміщення об'єкту, для якого обираються температурні параметр внутрішнього повітря, обрано основне приміщення для прийому їжі.

До основних температурних параметрів відносяться: температура повітря в робочій зоні, температури припливного та видаляємого повітря.

В результаті температура повітря в робочі зоні дорівнюватиме:

- для теплого періоду року $t_{wz}^{T} = 20^{o}C$;
- для холодного періоду року $t_{wz}^{X} = 18^{o}C$.

Температура припливного повітря:

- для теплого періоду року $t_{im}^{T} = 23^{o}C$;
- для холодного періоду року:

$$t_{in}^{X} = t_{wz}^{X} - \Delta t \qquad (1.1)$$

де Δt- різниця температур для поглинання надлишків теплоти (Δt=3 ^{o}C).

$t_{in}^{X} = 18 - 3 = 13°C$

Температура видаляємого повітря визначається за рівнянням:

$$t_{l} = t_{wz} + gradt(H - h_{рз}) \qquad (1.2)$$

де $t_{wz.}$- температура повітря в робочій зоні, ^{o}C;

grad t – підвищення температури на 1м висоти робочої зони, $^{0}C/$ м;

H – висота приміщення, м.

- для теплого періоду року:

$$t_l^T = 27 + 2{,}5 \cdot (3{,}5 - 1{,}5) = 32^0 C$$

- для холодного періоду року:

$$t_l^X = 18 + 0{,}8 \cdot (3{,}3 - 1{,}5) = 19{,}4^0 C$$

Всі прийняті та розраховані значення температур повітря в робочій зоні наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Температури внутрішнього повітря

Період року	Температура в робочій зоні, °С	Рухливість повітря в робочій зоні, м/с	Відносна вологість у робочій зоні, %	Температура припливного повітря, °С	Температура повітря, що видаляється, °С
Теплий	27	0,1	65	23	32
Холодний	18	0,1	65	16	19,4

РОЗДІЛ 2
ОПАЛЕННЯ

2.1. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень

Розрахунок теплової потужності системи опалення приміщень здійснюється за методикою, наведеною в [4].

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються за рівнянням

$$\Phi_{T,i} = \Sigma_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \qquad (1.3)$$

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

A_k – площа теплопередачі k-ї будівельної конструкції огороджень приміщення, м^2;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через *k*-ту будівельну конструкцію огородження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м^2·°С.

Розрахунок теплової потужності системи опалення виконується з використанням фактичних значень опорів теплопередачі огороджувальних конструкцій, які характерні для І кліматичної зони [5]:

- зовнішні стіни $R_{ЗС}$=4 (м^2·°К)/Вт;
- горищне перекриття неопалювального горища $R_{ГП}$=6 (м^2·°К)/Вт;
- перекриття над підвалом, що опалюється $R_{ПЛ}$=5 (м^2·°К)/Вт;
- вікна $R_В$=0,9 (м^2·°К)/Вт;
- зовнішні двері $R_{ЗД}$=0,7 (м^2·°К)/Вт.

Розрахунок вентиляційних втрат теплоти опалювального приміщення , Вт, виконується за рівнянням:

$$\Phi_{V,i} = 0{,}34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (1.4)$$

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

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i \ , \quad (1.5)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами [4].

Теплова потужність системи опалення приміщення, Вт, визначається як:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i}, \quad (1.6)$$

Виконання розрахунку здійснюється у вигляді таблиці.

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

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i} + \sum\Phi_{Q,i}, \quad (1.7)$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Теплова потужність системи опалення приміщень блоку харчування з актовою залою

Приміщення			Огороджувальна конструкція					Теплові мости			Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_l	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщень, β_j	Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, $H_{T,i}$, Вт/°С	Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, H_{ij}, Вт/°С	Трансмісійні тепловтрати приміщення, $\Phi_{T,i}$, Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м³/год	Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $\Phi_{V,i}$, Вт	Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), Φ_{Qi}, Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $\Phi_{hl,i}$, Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $\Phi_{HL,i}$, Вт
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i, м²	Температура, $\theta_{int,i}$, °С	Позначення	Довжина, a, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, $A_к$, м²	Коефіцієнт теплопередачі, U_k, Вт/м²*°С	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_к$	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψ_l, Вт/(м.°С)	Довжина теплового мосту, l, м											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 поверх																						
108	21	18	ЗС	3,7	3,3	12,2	0,25	1	0	-	1	-	-	3,05	-	437	69	24		210	-210	647
Гардероб для персоналу			ПЛ			21,0	0,2	1	0	-	1	-	-	4,20	-							
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
														10,92								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
109	11	18	ЗС	3	3,3	9,9	0,25	1	0	-	1	-	-	2,48	-							
Кабінет завідувача виробництвом			ПЛ			11,0	0,2	1	0	-	1	-	-	2,20	-							
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-	300	36	12	445	110	190	635
														8,35								
114	17,8	5	ЗС			5,1	0,25	1	0	-	1	-	-	1,28	-							
Приміщення для завантаження продуктів			ПЛ			17,8	0,2	1	0	-	1	-	-	3,56	-							
			ВД	2,2	2,5	5,5	1,667	1	0	-	1	-	-	9,17	-	280	59	20	399	178	102	501
														14,00								
115	8,14	5	ЗС			6,8	0,25	1	0	-	1	-	-	1,69	-							
Приміщення для зберігання харчових відходів			ЗС	3,3	3,3	10,9	0,25	1	0	-	1	-	-	2,72	-							
			ПЛ			8,1	0,2	1	0	-	1	-	-	1,63								
			ВД	1,5	2,5	3,8	1,667	1	0	-	1	-	-	6,25		332	27	9			332	332
														12,29								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
124	387	16	ЗС			48,4	0,25	1	0	-	1	-	-	12,10	-							
Основне приміщення процедурної			ЗС	18	3,3	59,4	0,25	1	0	-	1	-	-	14,85	-							
			ПЛ			386,6	0,2	1	0	-	1	-	-	77,32	-							
			ВД	2,2	2	4,4	1,667	1	0	-	1	-	-	7,33	-	4937	1276	434	10844	3866	1072	9772
			В	2,2	1,5	16,5	1,111	1	0	-	1	-	-	18,33	-							
														129,93								
134	275	16	ЗС			11,2	0,25	1	0	-	1	-	-	2,80	-							
Хол			ЗС			13,4	0,25	1	0	-	1	-	-	3,35	-							
			ПЛ			275,3	0,2	1	0	-	1	-	-	55,05		2870					2870	2870
			ВД	1,6	2	6,4	1,667	1	0	-	1	-	-	10,67	-							
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
														75,53								
135	21,7	16	ЗС			55,4	0,25	1	0	-	1	-	-	13,86	-							
СК			ПЛ			21,7	0,2	1	0	-	1	-	-	4,33	-							
			ВД	1,6	2	6,4	1,667	1	0	-	1	-	-	10,67	-	1299	72	24	973	217	1082	2055
			ГП			21,7	0,167	1	0	-	1	-	-	3,61	-							
														32,47								
140	17,8	22	ЗС			14,2	0,25	1	0	-	1	-	-	3,55	-							
Кабінет фізіотерапефта			ПЛ			17,8	0,2	1	0	-	1	-	-	3,56								
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-	399	59	20	759	178	221	980
														10,77								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
141	11,6	22	ЗС			4,3	0,25	1	0	-	1	-	-	1,07	-							
Кабінет стоматолога			ПЛ			11,6	0,2	1	0	-	1	-	-	2,32	-							
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-	311	38	13	574	116	195	379
														7,06								
142	11,6	22	ЗС			4,3	0,25	1	0	-	1	-	-	1,07	-							
Кабінет для проведення процедур			ПЛ			11,6	0,2	1	0	-	1	-	-	2,32								
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-	226	38	13	391	116	110	501
														7,06								
143	16,5	22	ЗС			14,2	0,25	1	0	-	1	-	-	3,55	-							
Кабінет терапеіта			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
			ПЛ			16,5	0,2	1	0	-	1	-	-	3,30	-	463	54	19	778	165	298	1075
														10,51								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
144	20,5	22	ЗС			9,2	0,25	1	0	-	1	-	-	2,31	-							
Приміщення чергового			ПЛ			20,5	0,2	1	0	-	1	-	-	4,10	-							
			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-	605				205	810	810
														13,74								
3 поверх																						
311	26,9	16	ЗС			17,2	0,25	1	0	-	1	-	-	4,29	-							
Хол			ЗС	6,8	3,3	22,4	0,25	1	0	-	1	-	-	5,61	-	534	89	30	1027	269	265	1292
			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
														17,23								
303	5,51	20	ЗС			6,9	0,25	1	0	-	1	-	-	1,73	-							
СВ для МГН			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-	189	18	6	216	55	134	350
														5,40								
313	51,2	16	ЗС			29,1	0,25	1	0	-	1	-	-	7,29	-							
Хол			ВД	1,6	2	3,2	1,667	1	0	-	1	-	-	5,33	-	619	169	57	1781	512	107	1887
			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
														19,95								
314	52,7	16	ЗС			16,8	0,25	1	0	-	1	-	-	4,20	-							
ПБЗ			ЗС	4,4	3,3	14,5	0,25	1	0	-	1	-	-	3,63	-	470	174	59	1894	527	-57	1836
			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
														15,16								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
316	35,1	16	ЗС			28,1	0,25	1	0	-	1	-	-	7,01	-	558	116	39	1261	351	207	1468
			В	2,2	1,5	9,9	1,111	1	0	-	1	-	-	11,00	-							
														18,01								
4 поверх																						
405	69,5	10	ЗС			33,0	0,25	1	0	-	1	-	-	8,25	-	597				695	1292	1292
Венткамера			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
			ГП			69,5	0,167	1	0	-	1	-	-	11,58	-							
														27,16								
406	69,5	10	ЗС			33,0	0,25	1	0	-	1	-	-	8,25	-	597				695	1292	1292
Венткамера			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
			ГП			69,5	0,167	1	0	-	1	-	-	11,58	-							
														27,16								

Продовження табл.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
124	387	16	ЗС			48,4	0,25	1	0	-	1	-	-	12,10	-	4448	1276	434	9109	3866	582	9691
Обідня зала			ЗС	18	3,3	59,4	0,25	1	0	-	1	-	-	14,85	-							
			ВД	2,2	2	4,4	1,667	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
			В	2,2	1,5	16,5	1,111	1	0	-	1	-	-	18,33	-							
			ГП			386,6	0,167	1	0	-	1	-	-	64,43	-							
														117,05								
134	275	16	ЗС			11,2	0,25	1	0	-	1	-	-	2,80	-	2522					2522	2522
Хол			ЗС			13,4	0,25	1	0	-	1	-	-	3,35	-							
			ВД	1,6	2	6,4	1,667	1	0	-	1	-	-	10,67	-							
			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
			ГП			275,3	0,167	1	0	-	1	-	-	45,88	-							
														66,36								
135	21,7	16	ЗС			16,8	0,25	1	0	-	1	-	-	4,20	-	702					702	702
СК			ВД	1,6	2	6,4	1,667	1	0	-	1	-	-	10,67	-							
			ГП			21,7	0,167	1	0	-	1	-	-	3,61	-							
														18,48								
140	17,8	22	ЗС			14,2	0,25	1	0	-	1	-	-	3,55	-	448	59	20	839	178	270	1109
Фізіотерапевтичний кабінет			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
			ГП			17,8	0,167	1	0	-	1	-	-	2,97	-							
														10,18								

Продовження табл.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
141	11,6	22	ЗС			4,3	0,25	1	0	-	1	-	-	1,07	-							
Кабінет зубного лікаря			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
			ГП			11,6	0,167	1	0	-	1	-	-	1,94	-	214	38	13	391	116	97	489
														6,68								
142	11,6	22	ЗС			4,3	0,25	1	0	-	1	-	-	1,07	-							
Приміщення для проведення процедур			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
			ГП			11,6	0,167	1	0	-	1	-	-	1,94	-	214	38	13	391	116	97	489
														6,68								
143	16,5	22	ЗС			14,2	0,25	1	0	-	1	-	-	3,55	-							
Терапевтичний кабінет			В	2,2	1,5	3,3	1,111	1	0	-	1	-	-	3,67	-							
			ГП			16,5	0,167	1	0	-	1	-	-	2,75	-	438	54	19	778	165	273	1051
														9,96								
144	20,5	22	ЗС			9,2	0,25	1	0	-	1	-	-	2,31	-							
Приміщення чергового			В	2,2	1,5	6,6	1,111	1	0	-	1	-	-	7,33	-							
			ГП			20,5	0,167	1	0	-	1	-	-	3,42	-	444	68	23	736	205	239	975
														13,06								

2.2. Характеристика прийнятої системи опалення

В усіх опалювальних приміщеннях блоку харчування проєктом передбачена двотрубна, тупікова система опалення з примусовим рухом теплоносія, в якості якого виступає вода з параметрами 80\60°С. Джерело теплоти – тепловий пункт, розміщений в підвальному приміщенні блоку.

Розподілення теплоносія по поверхах здійснюється за допомогою поповерхових розподільників, розміщення яких передбачено в приміщеннях технічного призначення, вестибюлях та холах. Трубопроводи запроєктовані поліетиленові PE-Xc з антидифузійним захистом. З метою зменшення тепловтрат вони ізолюються теплоізоляційним матеріалом K-Flex.

Відключення теплоносія здійснюється за рахунок роботи запірної арматури.

В якості опалювальних приладів проєктом прийняті панельні радіатори Korado з нижнім підключення типу VKL (рис.2.1).



Рис.2.1. Опалювальний прилад Korado з нижнім підключення типу VKL

Вибір типорозміру опалювального приладу здійснюється в залежності від визначеної теплової потужності кожного окремого приміщення і наведеного в таблиці 2.1. При цьому фактична теплова потужність опалювального приладу не повинна бути меншою за розрахункову. Вибір типорозміру радіаторів

здійснювався в програмному комплексі Danfoss в ході виконання гідравлічного розрахунку. Результати підбору наведені на поповерхових планах будівлі (опалення) та на схеми системи опалення, які виступає як результат виконання гідравлічного розрахунку.

Випуск повітря з системи здійснюється за рахунок установки кранів Маєвського на опалювальних приладах та поповерхових розподільниках.

Спуск води з системи опалення – за рахунок дренажних кранів, встановлених в ІТП.

Гідравлічна ув’язка кілець реалізується балансувальними клапанами.

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконано в програмному комплексі Danfoss, результати наведені на графічній частині.

Опалення приміщень актового залу запроєктовано повітряним суміщеним з припливною вентиляцією.

РОЗДІЛ 3
ВЕНТИЛЯЦІЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ

Блок харчування з актовим залом до своєї структури включає два основних приміщення – основне приміщення для прийому їжі та актовий зал. Решта приміщень відноситься до категорії другорядних. По цій причині повітрообмін для цих двох категорій буде визначено по – різному: для основних приміщень – за розрахунок, для другорядних – за кратністю або питомою витратою.

3.1. Визначення теплонадходжень для основного приміщення прийому їжі

Здійснюється розрахунок наступних видів теплонадхожень:

- від людей;
- від джерел штучного освітлення;
- від сонячної радіації;
- від їжі, що остигає.

Кількість теплонадходжень від людей, $Q_л$ Вт, визначається за рівнянням:

$$Q_л = q_ч \cdot n_ч \qquad (3.1)$$

де $q_п$ – повне виділення теплоти від однієї особи, Вт/особу;

n – кількість осіб в приміщенні, осіб.

Для виконання розрахунків приймається, що в основному приміщенні прийому їжі одночасно можуть знаходитись 50 осіб, категорія виконуваних робіт при цьому приймається легкою.

$t_{wz}^{T} = 27\ ^0C$;

$q_ч^{T} = 145$ Вт/люд;

$Q_л^{T} = 145 \cdot 50 = 7250 Вт$

Величина теплонадходжень від джерел штучного освітлення, $Q_{осв}$ Вт, розраховується за рівнянням:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \quad (3.2)$$

де E – питома освітленість, *лк*;

Е=200 лк [6];

F – площа підлоги, яка освітлюється м^2;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення від джерел освітлення, Вт/(м^2/лк);

$q_{осв}$= 0,056 Вт/(м^2/лк);

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення;

$\eta_{осв}$ = 0,45.

$$Q_{осв} = 200 \cdot 386{,}58 \cdot 0{,}056 \cdot 0{,}45 = 1948 Вт$$

Величина теплонадходжень від сонячної радіації , Вт, розраховується за формулою:

$$Q_{с.р.} = F_В \cdot q_В^{с.р.}, \quad (3.3)$$

де $F_п$ - площа вікон, м^2;

$q_В^{с.р.}$ - питомі надходження теплоти від сонячної радіації через вікна, Вт/м^2.

$$Q_{с.р.} = 16{,}5 \cdot 186 = 3069 Вт$$

Кількість теплонадходжень від їжі, що остигає, Вт, визначається за рівнянням:

$$Q_{їжі} = \frac{m \cdot c \cdot (t_п - t_к) \cdot n}{3600 \cdot \tau}, \quad (3.4)$$

де m – середня маса порції, що остигає, кг;

с – теплоємність їжі, кДж/(кг·°С);

$t_п$ – початкова температура їжі, °С;

$t_к$ – кінцева температура їжі, °С;

n – кількість порцій, що остигає, шт;

τ – тривалість, протягом якої їжа остигає,.

$$Q_{їжі} = \frac{0,85 \cdot 3,35 \cdot (80 - 40) \cdot 50}{60 \cdot 4} \cdot 1000 = 27329 Вт$$

Загальна величина теплонадходжень визначається як:

$$\sum Q = Q_л + Q_{осв} + Q_{с.р.} + Q_{їжі} \quad (3.5)$$

$$\sum Q = 7250 + 1948 + 3069 + 27329 = 35996 Вт$$

3.2. Розрахунок кількості вологи, яка надходить в основне приміщення прийому їжі

У відповідності до технічного завдання приготування їжі відбувається не в блоці харчування, а поставляється на замовлення. У складі блюд відсутні перші страви, які могли б виступати в якості джерела вологи.

Тому джерелом надходження вологи для основного приміщення прийому їжі виступають відвідувачі. Кількість вологонадходжень, г/год, визначається за рівнянням:

$$G_{вл} = g \cdot n, \quad (3.6)$$

де n – кількість осіб в приміщенні, осіб;

g, – питоме виділення вологи від однієї особи, г/год·особу.

$$G_{вл} = 150 \cdot 50 = 7500 г / год$$

3.3. Визначення повітрообміну в основному приміщенні прийому їжі

Визначення повітрообміну здійснюється з використанням id – діаграми в наступному порядку:

1. За параметрами зовнішнього повітря в теплий період року $t_{Ext}^{T} = 23\,°C$ і $I_{Ext}^{T} = 53{,}6\,{кДж}/{кг}$ на Id-діаграмі знаходиться положення т. Ext, яка характеризує стан зовнішнього повітря.
2. Визначається чисельне значення кутового коефіцієнта променю процесу, ε^{T}, $кДж/кг$:

$$\varepsilon^{T} = \frac{3600 \cdot Q_{над}^{T}}{G^{T}}, \qquad (3.7)$$

де $Q_{над}^{T}$ - загальні теплонадходження в теплий період, Вт;

G^{T} - загальні вологонадходження в теплий період, кг/год.

$$\varepsilon^{T} = \frac{3600 \cdot 35996}{7500} = 17278\,кДж/кг$$

3. Через т. Ext проводиться промін повітря. На перетинанні з лінією сталих температур $t_{wz}^{T} = 27\,°$ знаходиться положення т. Wz (параметри повітря в робочій зоні), а на перетинанні з $t_{l}^{T} = 32\,°$ - положення т. L (параметри видаляємого повітря).
4. Величин повітрообміну визначається за рівнянням:

$$G_{пр}^{/} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{над}^{T}}{I_{L}^{T} - I_{Ext}^{T}}, \qquad (3.8)$$

де I_{L}^{T}, I_{Ext}^{T} - ентальпія в т.L та т. Ext відповідно.

I_{L}^{T} = 69 кДж/кг;

I_{Ext}^{T} = 53,6 кДж/кг;

$$G_{пр}^{/} = \frac{3{,}6 \cdot 35996}{69 - 53{,}6} = 8414(кг/год).$$

Для асиміляції вологи потрібен повітрообмін в кількості, кг/год:

$$G_{пр}^{//} = \frac{G_{вл}^{T}}{d_{L}^{T} - d_{Ext}^{T}}, \qquad (3.9)$$

де d_{L}^{T}, d_{Ext}^{T} - вологовміст в т.L та т. Ext відповідно.

d_{L}^{T} = 14,1 г/кг$_{св}$;

d_{Ext}^{T} = 13,7 г/кг$_{св}$;

$$G_{пр}^{//} = \frac{7500}{14{,}1 - 13{,}7} = 8333кг/год.$$

Серед отриманих величин в якості розрахункової приймається більша, а саме $G_{пр}^{/} = 8414\,кг/год = 7000м^3/год$

Повітрообмін в актовому залі визначається аналогічно, виходячи з того, що одночасно в приміщенні можуть знаходитись 330 осіб. В результаті в якості розрахункового повітрообміну прийнята 6750 м^3/год.

3.4. Аеродинамічний розрахунок припливно – витяжної системи ПВ1

Аеродинамічний розрахунок виконується в наступному порядку:

1. Мережа повітропроводів поділяється на окремі ділянки, які характеризуються сталістю витрати і швидкості руху повітря.
2. Для кожної ділянки визначається розрахункова площа поперечного перерізу, м^2, за рівнянням:

$$F_{pi} = \frac{L_i}{3600 \cdot v_{pi}}, \qquad (3.10)$$

де L_i – розрахункова витрата повітря на ділянці, м^3/год;

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

3. По величині F_{pi} підбираються нормовані розміри повітроводів так, щоб фактична площа поперечного перерізу F_i приблизно дорівнювала розрахунковій F_{pi}.

Підібрані можуть бути як повітропроводи прямокутного, так і круглого перетину. Для повітропроводів прямокутного перетину визначають величину еквівалентного діаметра, м, за рівнянням:

$$d_{эi} = \frac{2a_i b_i}{a_i + b_i} \tag{3.11}$$

4. Визначається фактичну швидкість руху повітря на кожній ділянці, м/с:

$$v_i = \frac{L_i}{3600 F_i} \tag{3.12}$$

5. Визначається динамічний тиск на кожній ділянці, Па:

$$p_{\partial i} = \frac{\rho v_i^2}{2} \tag{3.13}$$

5. Визначаються втрати тиску на тертя на кожній ділянці:

$$\Delta p_{li} = \lambda \cdot \frac{l}{d_э} \cdot P_{\partial i}, \tag{3.14}$$

де l- довжина ділянки, м;

λ_i – коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$\lambda = 0{,}11\left(\frac{k}{d_э} + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0.25} \qquad (3.15)$$

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

Re - критерій Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot d_э}{\nu} \qquad (3.16)$$

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

ν - кінематична в'язкість, Па/с.

6. Визначається сума коефіцієнтів місцевих опорів на кожній розрахунковій ділянці $(\Sigma\zeta)_i$.
7. Визначаються втрати тиску в місцевих опорах на кожній розрахунковій ділянці по формулі:

$$\Delta p_{мсі} = \sum \zeta \cdot p_{дi}, Па \qquad (3.17)$$

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

$$\Delta p_i = \Delta p_{li} + \Delta p_{мсі} \qquad (3.18)$$

9. Загальні втрати тиску по магістральному напрямку визначаються як сума втрат тисків на всіх розрахункових ділянках, які входять до складу магістралі.

Аеродинамічна схема системи ПВ1 для виконання аеродинамічного розрахунку наведена на рис.3.1.

Аеродинамічний розрахунок виконується в табличній формі – таблиця 3.1.

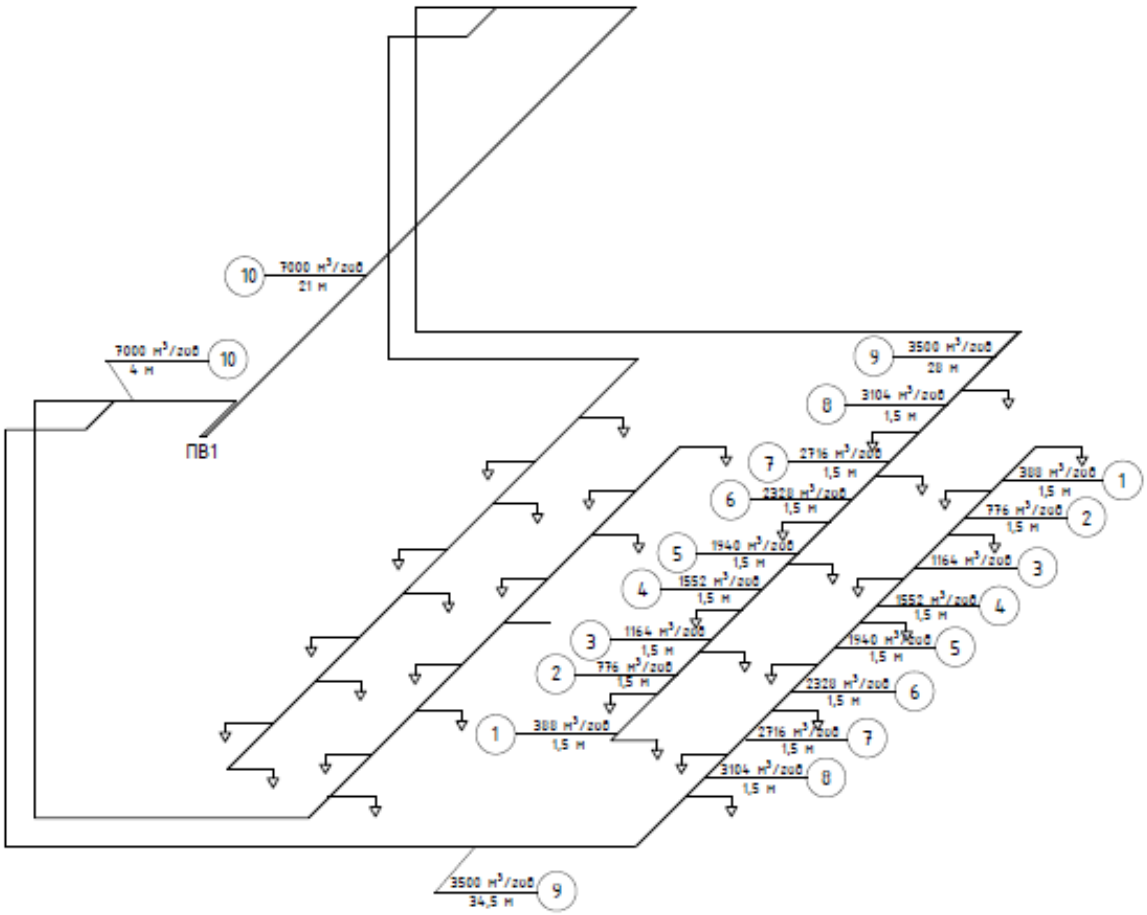


Рис.3.1. Розрахункова схема системи ПВ1

Аналогічно виконується аеродинамічний розрахунок для інших запроектованих вентиляційних систем. Результати розрахунків у вигляді визначених розмірів повітропроводів на ділянках наведені на графічній частині проєкту.

Таблиця 3.1 - Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

№ ділянки	Витрата повітря на ділянці, $м^3$/год	Витрата повітря на ділянці, $м^3$/с	Довжина ділянки, м	Орієнтовна швидкість руху повітря на ділянці, м/с	Орієнтовна площа перетину повітропроводу, $м^2$	a, м	b/d, м	Фактична площа перетину повітропроводу, $м^2$	Еквівалентний діаметр, м	Фактична швидкість руху повітря на ділянці, м/с	Критерій Рейнольдса, Re	Коефіцієнт гідравлічного тертя, λ	Динамічний тиск на ділянці, $Р_д$, Па	Втрати тиску по довжині, ΔPl, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, Σζ	Втрати тиску в місцевих опорах, $ΔР_{мс}$, Па	Сума втрат тиску на ділянці. ΣΔР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Видалення (В1)																	
1	388	0,108	1,5	3,0	0,036		0,20	0,031	0,200	3,43	45583	0,023	7,07	1,23	4,20	29,69	30,92
2	776	0,216	1,5	4,0	0,054		0,25	0,049	0,250	4,39	10984	0,031	11,58	2,14	2	23,16	25,31
3	1164	0,323	1,5	4,0	0,081	0,40	0,25	0,100	0,308	3,23	66061	0,021	6,27	0,65	2	12,55	13,19
4	1552	0,431	1,5	4,0	0,108	0,50	0,25	0,125	0,333	3,45	76337	0,020	7,14	0,66	2	14,27	14,93
5	1940	0,539	1,5	4,0	0,135	0,50	0,25	0,125	0,333	4,31	95421	0,020	11,15	0,98	2	22,30	23,29
6	2328	0,647	1,5	4,0	0,162	0,60	0,30	0,180	0,400	3,59	95421	0,019	7,74	0,56	2	15,49	16,05
7	2716	0,754	1,5	4,0	0,189	0,60	0,30	0,180	0,400	4,19	111324	0,153	10,54	6,05	2	21,08	27,13
8	3104	0,862	1,5	4,0	0,216	0,60	0,35	0,210	0,442	4,11	120532	0,018	10,11	0,63	2	20,23	20,86
9	3500	0,972	34,5	4,0	0,243	0,60	0,35	0,210	0,442	4,63	135909	0,018	12,86	18,12	7,5	96,45	114,57
10	7000	1,944	4,0	4,0	0,486	0,80	0,50	0,400	0,615	4,86	198636	0,016	14,18	1,52	3	42,53	44,05
																	330,31
Приплив (П1)																	
1	388	0,108	1,5	3,0	0,036		0,20	0,031	0,200	3,43	45583	0,399	7,07	21,14	4,20	29,69	50,82
2	776	0,216	1,5	4,0	0,054		0,25	0,049	0,250	4,39	72933	0,220	11,58	15,29	2	23,16	38,45
3	1164	0,323	1,5	4,0	0,081	0,40	0,25	0,100	0,308	3,23	66061	0,358	6,27	10,95	2	12,55	23,49
4	1552	0,431	1,5	4,0	0,108	0,50	0,25	0,125	0,333	3,45	76337	0,351	7,14	11,27	2	14,27	25,54
5	1940	0,539	1,5	4,0	0,135	0,50	0,25	0,125	0,333	4,31	95421	0,351	11,15	17,61	2	22,30	39,91

Продовження табл.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	2328	0,647	1,5	4,0	0,162	0,60	0,30	0,180	0,400	3,59	95421	0,335	7,74	9,73	2	15,49	25,22
7	2716	0,754	1,5	4,0	0,189	0,60	0,30	0,180	0,400	4,19	111324	0,153	10,54	6,05	2	21,08	27,13
8	3104	0,862	1,5	4,0	0,216	0,60	0,35	0,210	0,442	4,11	120532	0,327	10,11	11,22	2	20,23	31,45
9	3500	0,972	28,0	4,0	0,243	0,60	0,35	0,210	0,442	4,63	135909	0,327	12,86	266,28	7,5	96,45	362,73
10	7000	1,944	21,0	4,0	0,486	0,80	0,50	0,400	0,615	4,86	198636	0,301	14,18	145,63	3	42,53	188,17
																	812,92

3.5. Підбір припливно – витяжної установки ПВ1

Підбір припливно – витяжної установки здійснюється за наступними параметрами:

- витрата припливного повітря;
- витрата видаляємого повітря;
- втрати тиску у припливній частині;
- втрати тиску у витяжній частині;
- температура зовнішнього повітря в теплий та холодний періоди року;
- температура припливного повітря в теплий та холодний періоди року.

В результаті за допомогою програмного комплексу фірми – виробника для підбору повітрообробних агрегатів прийнята припливно – витяжна установка GreenSTR-9 виробництва Ventservice з роторним рекуператором теплоти видаляємого повітря. Характеристики установки наведені в Додатку А.

Окрім роторного утилізатора теплоти до складу припливно – витяжної установки з боку припливу входять:

- вхідна секція в переднім клапаном;
- фільтр класу G4 з ефективністю очищення 70%;
- рідинний повітронагрівач;
- вентиляторний агрегат припливного повітря;
- кінцевий елемент з гнучкою вставкою.

З боку видалення склад установки наступний;

- кінцевий елемент з гнучкою вставкою;
- фільтр класу G4 з ефективністю очищення 70%;
- вентиляторний агрегат видаляємого повітря;
- вхідна секція в переднім клапаном.

3.6. Визначення повітрообміну в другорядних приміщеннях

Повітрообмін в другорядних приміщеннях блоку харчування з актовою залою з використанням величини кратності повітрообміну, а також за питомою витратою повітря на один сантехнічний прилад.

Повітрообмін з використанням величини кратності повітрообміну визначається за рівнянням:

$$L = k_p \cdot V\,, \qquad (3.19)$$

де V – об'єм приміщення, $м^3$;

k_p – кратність повітрообміну, $1/(м^3 \cdot год)$.

Результати розрахунків повітрообміну для другорядних приміщень об'єкту наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Повітрообмін у другорядних приміщеннях блоку харчування з актовою залою

№ прим	Найменування приміщення	V, $м^3$	k, $1/(м^3/год)$		$L_р$, $м^3$/год		$L_п$, $м^3$/год	
			В	П	П	В	П	В
1	2	3	4	5	6	7	8	9
108	Гардероб персоналу	73,57		1,5	110		110	
111	Душ персоналу		50			50		50
112	Санвузол персоналу		75			75		75
113	Приміщення для зберігання білизни	19,32	3			58		60
114	Приміщення для завантаження продуктів харчування	62,3	3		187		190	
115	Приміщення для харчових відходів	28,49	9		256	256	260	260
116	Мийна тари	23,00	6		138	138	130	130
117	Приміщення для розігріву страв	89,53	2,5		224	224	230	230
119	Приміщення для зберігання напоїв	65,87	2			132		130
120	Приміщення для холодильників	36,54	2			73		70
122	Сортування готової продукції	71,40	2	3	143	214	140	220

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
125	Умивальна		50			50		50
126	Буфет	66,68	3		200	200	200	200
127	Підсобне приміщення	48,97	1			49		50
128	Мийна буфету	19,46	1			19		20
129	Мийна столового посуду	87,61	3	5,5	263	482	260	480
130	Мийна кухонного посуду	52,50	3	6	158	315	150	320
131	Сервізна	42,88	3	4	129	172	130	170
132	Санвузол відвідувачів		75			50		50
133	Санвузол МГН		75			75		75
136	Гардероб	174,58	1,5		262	262	260	260
137	Гардероб	294,56	1,5		442	442	440	440
140	Кабінет фізіотерапевта	62,30	1,5		93	93	100	100
141	Кабінет стоматолога	40,67	2		81	81	80	80
142	Кабінет для проведення процедур	39,03	1,5		59	59	60	60
143	Кабінет терапевта	57,75	1,5		87	87	90	90
144	Приміщення чергового	68,95	1		69	69	70	70

3.7. Організація повітрообміну в другорядних приміщеннях блоку харчування з актовою залою

У другорядних приміщеннях блоку харчування з актовою залою запроектована механічна припливно – витяжна система вентиляції. Всього запроектовано:

- ПВ2 – припливно – витяжна система, яка обслуговує гардеробні;
- ПВ3 – фізкультурно – спортивний зал №2;
- ПВ4 – актовий зал;
- П1 – припливна система, яка обслуговує гардероб персоналу, приміщення для розігріву страв, приміщення сортування готової продукції, мийні кухонного та столового посуду, сервізну, буфет, приміщення завантаження продуктів харчування, мийну тари;
- В1 – витяжна система, яка обслуговує умивальну, буфет, мийну буфету;
- В2 – витяжна система, яка обслуговує приміщення мийних столового та кухонного посуду;

- В3 – витяжна система, яка обслуговує санвузли відвідувачів та МГН;

- В4 – витяжна система, яка обслуговує приміщення мийної тари;

- В5 – витяжна система, яка обслуговує приміщення для холодильників;

- В6 – витяжна система, яка обслуговує приміщення для зберігання напоїв;

- В7 – витяжна система, яка обслуговує санвузол та душ персоналу;

- В8 – витяжна система, яка обслуговує приміщення інвентарної

Подавання повітря у всіх приміщеннях здійснюється зверху – вниз. В якості повітророзподільників приймаються:

- стельові дифузори для основного приміщення прийому їжі;
- анемостати для приміщень медичного призначення, санвузлів, мийних, душових;
- вентиляційні решітки для всіх інших приміщень.

Типорозміри повітророзподільних пристроїв для кожного приміщення зазначені на графічній частині проєкту.

3.8. Розробка системи кондиціонування для приміщення актової зали

У приміщенні актової зали передбачено зниження температури повітря в теплий період року до комфортних показників за рахунок роботи VRF – системи кондиціонування.

VRF – системи кондиціонування являє собою мультизональну систему, де один або декілька зовнішніх блоків обслуговують десятки внутрішніх, індивідуально регулюючи обсяг холодоагенту для кожного приміщення. У таких системах кожний внутрішній блок (настінний, касетний або канальний) налаштовується окремо. У VRF – системах потік холодоагенту регулюється в залежності від реальної потреби в охолодженні або обігріві.

Холодильна потужність приміщення, яка в подальшому використовується для підбору внутрішніх блоків (їх кількості і холодильної

потужності кожного) визначається сумою кількості тепло надходжень від кожного джерела.

Приміщення актової зали розміщено на другому поверсі будівлі, що розглядається. Зі всіх боків контактує з іншими приміщеннями (контакт огороджувальних конструкцій з зовнішнім повітрям відсутній). В результаті цього єдиними видом теплонадходжень в приміщення виступають люди. У відповідності до технічного завдання одночасно в приміщенні можуть перебувати 270 осіб.

Для визначення чисельного значення теплонадходжень від зазначеної кількості людей використовується рівняння (3.1).

В результаті $Q_Л^Т = 145 \cdot 270 = 39150$ Вт

3.8.1. Підбір обладнання VRF – системи кондиціонування

До складу обладнання запроектованої системи кондиціонування входять один зовнішній блок та декілька внутрішніх.

Орієнтуючись на необхідну холодильну потужність приміщення актової зали в якості внутрішніх блоків системи кондиціонування прийнятий касетний внутрішній блок з круговим випуском повітря AM071KN4DEH/TK виробництва SUMSUNG [7] холодильною потужністю 7100 Вт в кількості 4 штук та AM056KN4DEH/TK холодильною потужністю 5600 Вт в кількості 2 штук. Загальна установлена холодильна потужність внутрішніх блоків становить 39 600 Вт і перевищує розрахункову.

Така конструкція внутрішнього блоку забезпечує рівномірне розподілення охолодженого повітря у всіх напрямках.

Безлопатева конструкція м’яко розподіляє прохолодне повітря по приміщенню, забезпечуючи комфортне охолодження без відчуття холодного протягу. Не маючи лопатей, які б блокували потік повітря, кондиціонер також випускає на 25% більше повітря та поширює його далі.

Зовнішній вигляд обладнання наведено на рис. 3.2.



Рис.3.2. Зовнішній вигляд касетного внутрішнього блоку з круговим випуском повітря

Інноваційний додатковий вентилятор дозволяє випускати холодне повітря під набагато меншими кутами. Він створює зону низького тиску навколо випускного отвору, так що прохолодне повітря виходить паралельно до стелі й розсіюється по ширшій площі.

За сумарною встановленою холодильною потужністю здійснюється підбір зовнішнього блоку. В результаті до установки прийнятий зовнішній блок AM140KXVAGH/TK виробництва SUMSUNG [8]. Холодильна потужність обладнання 40 кВт.

Зовнішній вигляд зовнішнього блоку наведено на рис.3.3.



Рис.3.3. Зовнішній вигляд зовнішнього блоку системи кондиціонування AM140KXVAGH/TK

РОЗДІЛ 4
АВТОМАТИКА

4.1. Призначення системи автоматики

Автоматизація систем вентиляції – важливий крок для підтримки оптимальних значень параметрів мікроклімату. Сучасна вентиляційна система з системою автоматизації забезпечує точне регулювання параметрів мікроклімату завдяки датчикам, контролерам та системам диспетчеризації. Автоматична система управління та автоматика систем вентиляції дозволяє автоматично змінювати потужність припливно - витяжних систем залежно від зовнішнього повітря та навантаження на об'єкт.

Сучасні системи автоматизації, такі як smart-вентиляція, щити автоматики, системи автоматики вентиляції забезпечують комфорт, економію та надійність. Автоматику слід враховувати ще на етапі монтажу, щоб системи керування та регулювання продуктивності працювали злагоджено.

Сучасна система вентиляції – це не просто подавання та видалення повітря. Завдяки автоматизації вентиляційні установки здатні самостійно адаптуватися до умов у приміщенні, змінювати режими роботи, реагувати на зміни температури, вологості чи вмісту CO_2.

Автоматизована вентиляція – це комплекс технічних засобів, програм та елементів, що дозволяють оптимізувати процеси регулювання повітрообміну без постійної участі користувача. Такий підхід підвищує ефективність вентиляційних систем, знижує споживання електроенергії та забезпечує стабільний мікроклімат у житлових, комерційних та промислових приміщеннях.

4.2. Основні компоненти автоматизації систем вентиляції

Автоматизація системи вентиляції базується на кількох ключових компонентах: датчиках, контролерах та щитах автоматики вентиляції. Розумна система автоматизації дозволяє підтримувати оптимальні параметри в системі вентиляції та кондиціювання. Контролер обробляє сигнал, отриманий від датчиків, і передає його до систем управління або систем диспетчеризації.

Система автоматизації керує всією системою вентиляції — вентиляторами, системами вентиляції, опалення та кондиціювання. Сучасні системи диспетчеризації вентиляції дають змогу контролювати роботу всієї системи дистанційно.

Автоматизація вентиляції знижує навантаження на системи вентиляції та забезпечує точне регулювання параметрів. Системи автоматики та система обладнання вентиляційних систем дозволяє працювати з максимальною ефективністю.

Серцем будь-якої автоматичної системи керування вентиляцією є набір взаємопов'язаних приладів, кожен з яких виконує свою функцію:

Датчики

Датчики вимірюють фізичні параметри повітря в реальному часі: температуру, рівень CO_2, вологість, тиск у повітроводах. Залежно від значень, система коригує свою роботу.

Контролери

Контролери - це інтелектуальні елементи автоматики, що аналізують дані від датчиків і передають команди на вентиляційні установки. Саме контролери приймають рішення, коли і як змінити режим роботи.

Блоки управління

Ці модулі поєднують усі елементи автоматики систем вентиляції в єдину мережу. Через них налаштовуються режими роботи, створюються сценарії, задаються порогові значення. Деякі блоки можуть працювати з мобільними додатками або системами «розумний будинок».

Регулятори швидкості вентилятора

Такі пристрої дозволяють змінювати продуктивність вентилятора відповідно до поточних потреб — зменшуючи витрати електроенергії та рівень шуму.

У сукупності всі ці елементи системи вентиляції забезпечують точне, стабільне та енергоефективне регулювання повітряного середовища.

4.3. Переваги автоматизації вентиляційних систем

Інтеграція автоматики для систем вентиляції має низку очевидних переваг:

- економія енергії. Завдяки точному регулюванню продуктивності установок та адаптації до зовнішніх умов, автоматизовані системи значно знижують споживання електроенергії. Наприклад, якщо рівень CO_2 у приміщенні в нормі, система переходить у мінімальний режим роботи, не витрачаючи зайві ресурси;
- комфорт та стабільний мікроклімат. Автоматична система вентиляції підтримує оптимальний рівень вологості, температури та свіжості повітря без постійного втручання людини. Це особливо важливо для житлових приміщень, офісів, медичних та освітніх закладів;
- зниження зносу обладнання. Автоматизація процесів вентиляції дозволяє уникати пікових навантажень і продовжити строк служби обладнання завдяки плавному регулюванню і своєчасній адаптації до змін у системах;
- підвищення ефективності експлуатації. Завдяки автоматичному моніторингу, система сама сигналізує про потребу в обслуговуванні, заміні фільтрів чи очищенні вузлів - це знижує ризики несправностей.

4.4. Приклади автоматизованих рішень

Автоматизовані рішення для дому та бізнесу включають щити автоматики вентиляції, що забезпечують повний контроль над роботою вентиляційного обладнання. У приватних будинках системи автоматизації вентиляції дозволяють підтримувати комфортний мікроклімат без постійного втручання користувача. Для бізнесу автоматизація вентиляції включає диспетчеризацію систем вентиляції, що забезпечує контроль з одного центру над великими об’єктами.

Сучасні системи автоматизації адаптовані для різних масштабів - від квартир до офісних будівель. Вони оптимізують витрати енергії та покращують ефективність роботи всіх систем. Впровадження таких рішень - це інвестиція в комфорт, безпеку та економію.

Сучасний ринок пропонує широкий вибір вентиляційних установок з елементами автоматики - від базових моделей до повноцінних рішень для інтелектуального будинку чи бізнес-центру:

- для приватних будинків: компактні рекуператори з автоматичним режимом, які реагують на рівень вологості або присутність людей;
- для офісів: централізовані системи вентиляції з програмованими режимами, що враховують години роботи, зовнішню температуру, тиск і завантаження приміщень;
- для торгових і промислових об’єктів: масштабовані системи з багаторівневою автоматикою, що інтегрується з іншими інженерними системами — опаленням, кондиціюванням, пожежною безпекою.

Усі ці рішення об’єднує одне - автоматизація забезпечує кращу продуктивність при меншому ресурсоспоживанні [9].

4.5. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та водяним нагрівачем

Структурна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та водяним нагрівачем наведена рис.3.1.

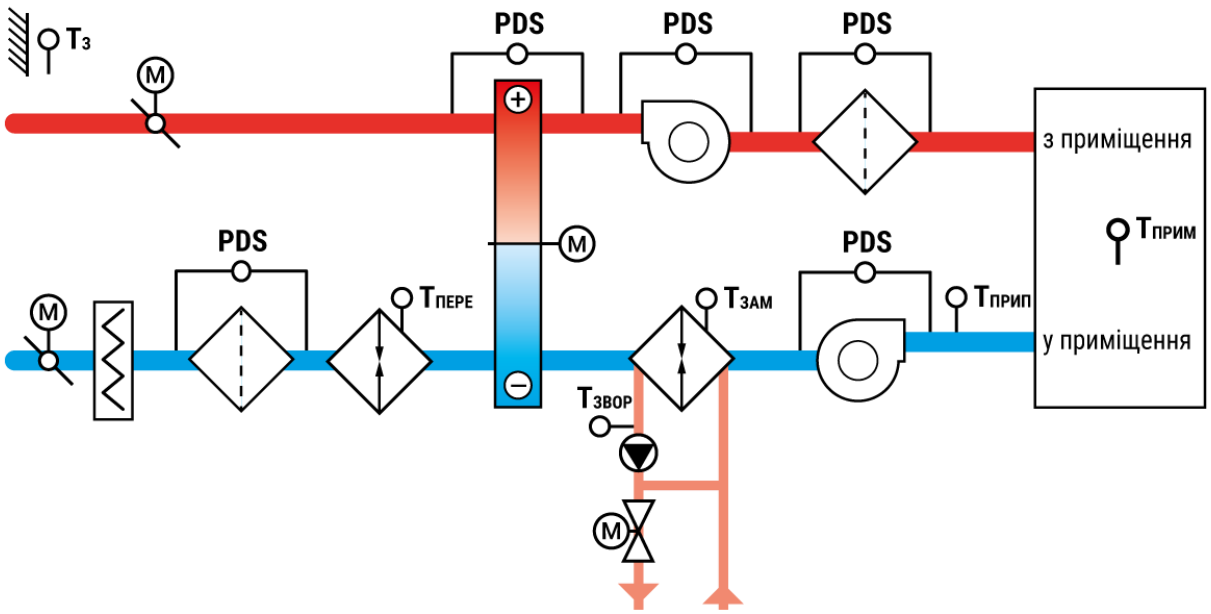


Рис.4.1. Структурна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором та водяним нагрівачем

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Позначка на схемі	Найменування елементу системи автоматики
T_3	Датчик температури зовнішнього повітря
PDS	Реле перепаду тиску (контроль засміченості фільтра припливного повітря, видаляємого повітря, контроль обмерзання рекуператора, контроль роботи вентилятора припливного повітря, вентилятора видаляємого повітря)
$T_{3вор}$	Датчик температури зворотного теплоносія

$T_{Прип}$	Датчик температури припливного повітря
$T_{Прим}$	Датчик температури повітря в приміщенні
М	Електропривід повітряної заслінки припливного повітря, видаляємого повітря, двигуна роторного рекуператора

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Перелік робіт з підвищеною небезпекою

Існують роботи з підвищеною небезпекою, для виконання яких необхідне попереднє спеціальне навчання і щорічна перевірка знань працівників з питань охорони праці.

До переліку входять:

- електрозварювальні;
- верхолазні та роботи, що виконуються на висоті;
- такелажні та стропальні роботи;
- роботи із застосуванням ручних електро- і пневмомашин та інструментів;
- вантажно - розвантажувальні роботи за допомогою машин і механізмів.

Усі ці роботи мають виконувати професійно навчені особи, які пройшли перевірку знань з питань охорони праці й мають задовільний результат.

Шкідливі та небезпечні умови праці часто призводять до підвищеної втоми виконавців, що обов'язково треба врахувати при нормуванні робіт. Тому у низці випадків зменшують тривалість зміни, регулюють перерви, збільшують кількість днів відпустки, запроваджують спеціальне харчування. Вплив зовнішніх умов компенсують спеціальними одягом і взуттям. Для відпочинку відводять спеціальні місця, які обладнують відповідно до вимог санітарних норм.

5.2. Зони небезпеки та їх огородження

Небезпечна зона — це простір, у якому можлива дія на працюючих небезпечного і (або) шкідливого виробничого фактора.

Для того, щоб запобігти з'явленню людини в небезпечній зоні, а також локалізувати цю зону і зменшити її розміри до можливого мінімуму, використовують різні засоби захисту.

Засоби захисту можуть бути:

- об’єктивні (огородження, блокування, запобіжні пристрої та клапани, ізоляція та герметизація, заземлення тощо);
- суб’єктивні (запобіжні знаки і написи, сигналь- ні пристрої, контрольно—вимірювальні прилади, умовне забарвлення об’єктів тощо).

Суб’єктивні засоби не можуть гарантувати надійний захист від дії шкідливих факторів, оскільки стан людини внаслідок втоми, поганого самопочуття, шуму, вібрації тощо може погіршуватися, що пов'язано з небезпекою виникнення нещасного випадку.

Огороджуючи пристрої (об’єктивні засоби) застосовують для ізоляції людини, її частин тіла, одягу від механізмів, що рухаються та обертаються, від небезпечних струмопровідних частин обладнання, яке перебуває під напругою, а також зон високих температур, шкідливих випромінювань і місць, де можливий виліт деталей при їх обробці або внаслідок вибуху.

Огороджуючи пристрої поділяються на стаціонарні, відкидні чи розсувні, знімні та переносні (тимчасові).

Стаціонарні огородження ізолюють небезпечні зони, механізми різних машин і окремі ділянки робочих місць. Всі приводні, передавальні та робочі механізми, якщо це можливо за технологією, розміщуються у корпусі машини.

За конструктивним оформленням стаціонарне огородження виконується як невід’ємна частина машини.

Відкидні чи розсувні огородження (кожухи, футляри, кришки, дверцята тощо) використовуються для укриття систем приводу, робочих та інших механізмів, які вимагають частої наладки, чистки, змащування та оглядів між плановими ремонтами машин і верстатів. Вони приєднуються до нерухомих частин машин (корпусів) за допомогою петель, завіс і можуть відкриватися без допомоги інструмента.

Знімні огородження використовують для укриття приводних, передавальних механізмів, які не потребують наладки, чистки та огляду під час всього міжремонтного періоду роботи обладнання. Такі огородження можуть застосовуватися замість відкидних та розсувних, якщо останні не можна встановити на обладнанні через його конструктивні особливості. Знімні огородження закріплюються на машині або верстаті болтами, гвинтами тощо; щоб їх зняти, потрібен інструмент.

Переносні (тимчасові) огородження використовують при ремонтах та налагодженні для захисту людини від випадкових доторкань до механізмів, що обертаються, струмопровідних частин тощо. Їх застосовують на робочих місцях зварювальників, газорізальників для захисту від дії електродуги та ультрафіолетових променів.

Працювати на обладнанні, з якого знято огородження або воно несправне, забороняється.

5.3. Світлова та звукова сигналізація

Сигналізація призначена для попередження працюючих про пуск і зупинку обладнання, порушення технологічних процесів, аварійну ситуацію. За принципом дії вона може бути світловою, звуковою, кольоровою.

Світлову сигналізацію використовують на транспортних засобах, в електроустановках, на пультах керування напівавтоматичними та автоматичними лініями.

Сигнальні пристрої контролюють температуру, тиск, швидкість руху,

вміст у повітрі шкідливих речовин, шум, вібрацію, рівень шкідливих випромінювань тощо.

За функціональним призначенням сигнальні пристрої поділяються на такі:

- аварійні (сповіщають про виникнення небезпечного режиму під час роботи);
- інформаційні (інформують про вид і значення параметрів, що визначають безпеку);
- запобіжні (попереджують про необхідність дотримання вимог безпеки).
- засоби світлової сигналізації обладнуються світлофільтрами червоного, жовтого, зеленого та синього кольорів.

Звукова сигналізація у вигляді сирен, гудків, дзвінків, зумерів, ревунів, свистків використовується на машинах з невеликим рівнем шуму.

Сигнальні звукові та світлові пристрої розташовують так, щоб на ділянці роботи обслуговуючого персоналу звукові сигнали було добре чути, а світлові - добре видно. На робочих місцях вивішуються таблиці сигналів та інструкції про порядок пуску і зупинки обладнання.

5.4. Знаки безпеки

Знаки безпеки призначені для привертання уваги працюючих до безпосередньої або можливої небезпеки, припису чи дозволу на виконання відповідних дій з метою забезпечення безпеки, а також для отримання необхідної інформації.

Якщо знак безпеки встановлено на воротах або вхідних дверях приміщення , при в’їзді на об’єкт або дільницю, це означає, що дія знаку поширюється на все приміщення, об’єкт або дільницю.

Знаки безпеки повинні контрастно виділятись серед довкілля і бути в полі зору людей, яких вони стосуються. Форма, розмір і колір знаків

безпеки мають відповідати чинним стандартам.

Знаки безпеки можуть бути:

- заборонні (використовують червоний колір);
- попереджувальні (використовують жовтий колір);
- приписувальні (зелений);
- вказівні (синій).

Заборонний знак відкритого вогню використовуються тоді, коли необхідно заборонити роботи з використанням відкритого (огню, оскільки це може призвести до пожежі або вибуху).

У пояснювальному написі знаку завжди є слово «Заборонено», наприклад: «ЗАБОРОНЕНО ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ВОГНЮ», «ЗАБОРОНЕНО ПАЛИТИ»

Знаки електробезпеки використовують для заборони робіт або дій поблизу кабельних ліній або ліній електропередач, а також робіт з електрообладнанням, які можуть призвести до аварії або електротравматизму.

Пояснювальні написи розпочинають словом «СТІЙ», наприклад: «СТІЙ! ОБРИВ КАБЕЛЮ. НЕ ПІДХОДИТИ».

Попереджувальні знаки призначені для попередження про можливу небезпеку. До знаку може входити пояснювальний напис, який залежить від конкретних умов, наприклад: «НЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА. ПРАЦЮЄ КРАН».

Знаки небезпеки падіння необхідно встановлювати поблизу відкритих та неогороджених ям. Котлованів. Основне слово на таких знаках «БЕРЕЖИСЬ». Наприклад: «БЕРЕЖИСЬ. КОТЛОВАН».

Знаки небезпеки поранення попереджують про небезпеку, що пов’язана з гострими предметами. Арматурою тощо. Основне слово «ОБЕРЕЖНО». Наприклад: «ОБЕРЕЖНО. ГОСТРІ ПРЕДМЕТИ».

Знаки небезпеки руху попереджують про небезпеку, пов'язану з рухом транспорту, будівельних машин тощо. Наприклад: «БЕРЕЖИСЬ. РУХ ТРАНСПОРТУ» АБО «БЕРЕЖИСЬ. ЕЛЕКТРОТКАРИ».

Приписувальні знаки призначені для дозволу відповідних дій працюючих тільки після виконання конкретних вимог безпеки (обов'язкове використання засобів індивідуального захисту), вимог пожежного захисту.

Знаки із зазначенням засобів індивідуального захисту вміщують приписи щодо обов'язкового використання запобіжних поясів, касок, окулярів, тощо. Кожен знак має символічне зображення відповідного засобу індивідуального захисту. Наприклад: «ТУТ ПРАЦЮВАТИ У ЗАПОБІЖНОМУ ПОЯСІ».

Вказівні знаки призначені для зазначення місцезнаходження різних об'єктів і пристроїв, пунктів питної води, пожежних кранів, сховищ тощо. На вказівних знаках можуть бути такі пояснювальні слова: «БЕЗПЕЧНИЙ ПРОХІД ЛІВОРУЧ», «ЗАПАСНИЙ ВИХІД».

5.5. Засоби захисту від шкідливих і небезпечних факторів

З метою запобігання або зменшення впливу на працюючих шкідливих і небезпечних виробничих факторів застосовують засоби колективного та індивідуального захисту.

Засоби захисту працюючих за призначенням поділяються на дві категорії:

- засоби колективного захисту;
- засоби індивідуального захисту.

Засоби колективного захисту призначені для:

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць (вентиляція, кондиціонування, опалення, автоматичний контроль і сигналізація);
- нормалізації освітлення виробничих приміщень і робочих місць (джерела світла, освітлювальні прилади, світлозахисне обладнання, світлофільтри);
- захисту від іонізуючих, інфрачервоних, ультрафіолетових,

електромагнітних, лазерних, магнітних та електричних полів (огородження, герметизація, знаки безпеки, автоматичний контроль і сигналізація, дистанційне керування тощо);

- захисту від шуму, вібрації (огородження, звукоізоляція, віброізоляція);
- захисту від ураження електричним струмом (різні види огородження, захисне заземлення, автоматичне відключення, дистанційне керування);
- захисту від дії механічних факторів (огородження, автоматичний контроль і сигналізація, знаки безпеки);
- захисту від хімічних факторів (огородження, герметизація, вентиляція та очищення повітря, дистанційне керування, знаки безпеки);
- захисту від високих і низьких температур навколишнього середовища (огородження, автоматичний контроль і сигналізація, термоізоляція, дистанційне керування).

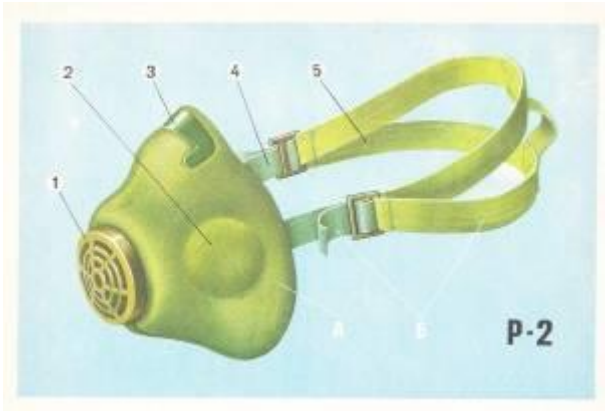
Створення на робочому місці сприятливих і безпечних умов праці тісно пов'язане із забезпеченням робітників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту, залежно від призначення, поділяються на такі:

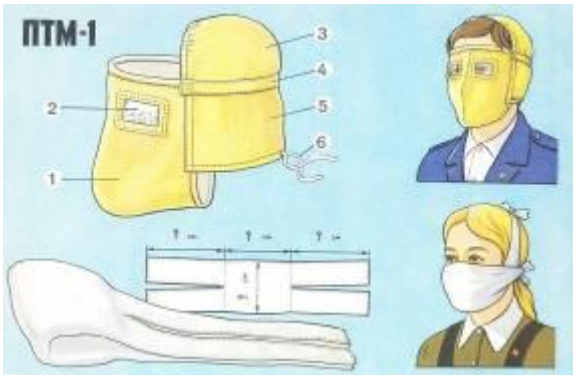
- ізолюючі костюми (пневмокостюми, скафандри);
- засоби захисту органів дихання (протигази, респіратори, пневмошоломи, пневмомаски) (рис. 5.1.)



а) протигаз



б) респіратор



в) протипилова тканева маска та ватно-марлева пов’язка

Рис.5.1. Засоби захисту органів дихання

- спеціальний одяг (комбінезони, куртки, штани, костюм и, ха- лати, плащі, кожухи, фартухи, жилети, нарукавники);
- спеціальне взуття (чоботи, черевики, боти, бахіли);
- засоби захисту рук (рукавиці, рукавички) (рис. 5.2);



Рис.5.2. Засоби захисту рук

- засоби захисту очей (захисні окуляри) та обличчя (рис. 5.3);



Рис.5.3. Захисні засоби очей та обличчя: захисні окуляри відкритого типу, захисні окуляри закритого типу, захисна маска, шолом для обличчя, ручний щиток

- засоби захисту голови (каски, шоломи, шапки, берети) (рис.5.4);



Рис.5.4. Захисна каска

- засоби захисту від падіння з висоти тощо (запобіжні пояси, діелектричні килимки, ручні захвати, маніпулятори) ;
- засоби захисту органів слуху (протишумові шоломи, навушники, вкладиші) (рис. 5.5);



Рис. 5.5. Засоби захисту органів слуху: беруші або вкладиші, протишумні навушники

- захисні дерматологічні засоби (різні змиваючи розчини, пасти, креми, мазі) [10,11].

5.6. Розрахунок економічної ефективності заходів для запобігання нещасних випадків на будівельному майданчику

В результаті здійснення комплексу заходів з охорони праці вдалося зменшити втрати робочого часу на підприємстві за рахунок зниження травматизму та захворюваності. Розрахувати економічну ефективність заходів з охорони праці.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для виконання розрахунків

Найменування показника	Базовий рік	Звітній рік
Кількість люд.-днів, втрачених за рахунок травматизму та захворюваності	450	240
Середня денна заробітна плата одного працівника, грн.	2800	3000
Кількість люд.-днів непрацездатності за інвалідністю	50	20
Витрати на підприємстві для попередження нещасних випадків, грн	550 000	600 000

Матеріальні наслідки травматизму визначаються за рівнянням:

$$Мн = Дт \cdot S \cdot Ф, \quad (5.1)$$

де Дт - кількість людино-днів непрацездатності в потерпілих з втратою працездатності на 1 день і більше, тимчасова непрацездатність яких закінчилась у звітному році;

S - середня денна заробітна плата одного працівника;

Ф - коефіцієнт матеріальних наслідків (страхові внески, штрафи, матеріальні втрати); Ф = 2.

$$М_Н = 240 \cdot 3000 \cdot 2 = 1\,440\,000 \text{ грн}$$

Умовні річні втрати додаткового продукту $У_в$ можуть бути визначені як:

$$Ув = (Дт + Ді + Дс) \cdot S, \quad (5.2)$$

де Ді - кількість людино-днів непрацездатності за рік внаслідок інвалідності;

Дс - кількість людино-днів у році, які недопрацьовані через смертельні випадки.

$У_в = (240 + 20 + 0) \cdot 300 = 780\,000$ грн

Загальна сума матеріальних наслідків від нещасних випадків з урахуванням умовних витрат додаткового продукту за рік:

$$Мнв = Мн + Ув \quad (5.3)$$

$М_{нв} = 1\,440\,000 + 780\,000 = 2\,220\,000$грн

Економічна ефективність заходів з охорони праці:

$$E = Q – Eн (K_2 – K_1), \quad (5.4)$$

де Q - річна економія внаслідок зниження виробничого травматизму і окремих статей собівартості, грн;

$Е_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності заходів охорони праці, $Е_н = 0{,}08$;

К1, К2 - витрати для впровадження заходів для попередження нещасних випадків за попередній і звітний роки.

Річна економія внаслідок зниження виробничого травматизму і окремих статей собівартості

$$Q = Мн_1 – Мн_2, \quad (5.5)$$

де $Мн_1$–$Мн_2$ - матеріальні наслідки виробничого травматизму в попередньому і звітному роках, грн

$М_{Н1} = 450 \cdot 2800 \cdot 2 = 2\,520\,000$ грн

$\mathrm{М}_{\mathrm{Н2}} = 1\ \ 440\ 000$ грн

$Q = 2\ 520\ 000 -\ \ 1\ \ 440\ 000 = 1\ 080\ 000$ грн

$E = 1\ 080\ 000 - 0.08 \cdot (600\ 000 - 550\ 000) = 1\ 076\ 000$ грн

Термін окупності витрат на охорону праці:

$$\mathrm{Т} = \frac{\mathrm{К}_2}{Q} \tag{5.6}$$

$$\mathrm{Т} = \frac{600\ 000}{1\ 080\ 000} = 0.55 \text{ року}$$

Економічна ефективність заходів:

$$\mathrm{Е} = \frac{Q}{K_2} \tag{5.7}$$

$$T = \frac{1\ 080\ 000}{600\ 000} = 1.8$$

РОЗДІЛ 6
ЕНРЕГОЕФЕКТИВНІСТЬ

6.1. Підвищення енергоефективності систем вентиляції за рахунок використання повітророзподільників різних типів

Одним із шляхів підвищення енергоефективності систем вентиляції та кондиціонування є вдосконалення способів і засобів повітророзподілення. Підсистема повітророзподілення – це єдина підсистема, яка одночасно впливає на всі техніко-економічні (витрати тепла, холоду, повітря, води на зволоження) та експлуатаційно-енергетичні показники (витрати електроенергії, матеріали).

При неправильному виборі способів повітророзподілення енергоефективність системи вентиляції та кондиціонування (СКВ) може виявитися низькою навіть при передових енергозберігаючих схемах обробки повітря, закладених у проекті. Наприклад, при повітряному підігріванні і невдало організованому випуску нагрітого повітря можуть утворюватися застійні зони з підвищеними температурами і концентрацією газових виділень або при подачі холодного повітря – зони з підвищеною рухливістю повітря, що викликає небажане відчуття протягу. Може спостерігатися значне розшарування повітря по висоті приміщення.

Існують різні шляхи підвищення енергоефективності при організації повітрообміну в приміщеннях: традиційно і широко використовуються повітророзподільники, що формують закриті струмини для системи вентиляції, що перемішує, та низькошвидкісні повітророзподільники – для системи витісняючої вентиляції.

Відомо, що закриті струмини у зв'язку з високою інтенсивністю нагнітання температури і швидкості дозволяють реально зменшити розрахункову витрату припливного повітря за рахунок збільшення надлишкової температури повітря на витоку. Для будівель з надлишками

теплоти на рівні 300 кВт підвищення Δt_0 на 5°С дозволяє скоротити енергоресурси на 11% при одночасному зниженні капітальних витрат на 13%, будівельних площ на 10,5%.

Найбільше розповсюдження у 80-е роки отримали повітророзподільники (типу ВЕС та ВЕП) з плосколопаточными закручувачами. Саме такий тип конструкції повітророзподільників визнавався найбільш ефективним для роздачі великих об'ємів повітря (нагрітого або охолодженого) у виробничих приміщеннях. З'явилась можливість отримати значний економічний ефект від скорочення витрат припливного повітря при будівництві великих промислових гігантів-новобудов.

На сьогодні розроблені і успішно застосовуються нові типи повітророзподільників, що формують припливні струмини, що закручуються (рис. 6.1):

- панельні повітророзподільники турбулізуючого типу ВКТ з поворотними пластиковими комірками, розташованими в круглих отворах по концентричним колам на панелі;
- повітророзподільники панельні вихрові типу ВПВ з поворотними направляючими комірками, розташованими в прямокутних отворах по радіальній схемі на панелі.

У приміщеннях з надлишком тепла та забрудненнями в робочій зоні ефективніше подавати охолоджене повітря з низькою швидкістю безпосередньо в робочу зону, що генерує тепло, за допомогою систем витісняючої вентиляції, таких як ВНП, ВНК, ВНВ, ВНЛ та ВНУ (рис. 6.2). Це призведе до того, що тепле повітря разом з різними шкідливими домішками підніметься конвективними потоками до верхньої, незайнятої зони приміщення, звідки воно видаляється через витяжні установки, розташовані біля стелі. Це підтримує розрахункову температуру повітря не по всій висоті приміщення, як у випадку змішувальних систем, а лише в нижній, робочій зоні.

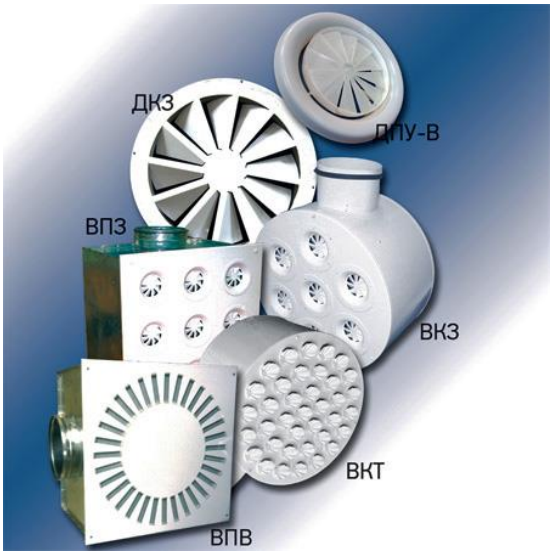


Рис.6.1. Повітророзподільники, які формують потоки, що закручуються

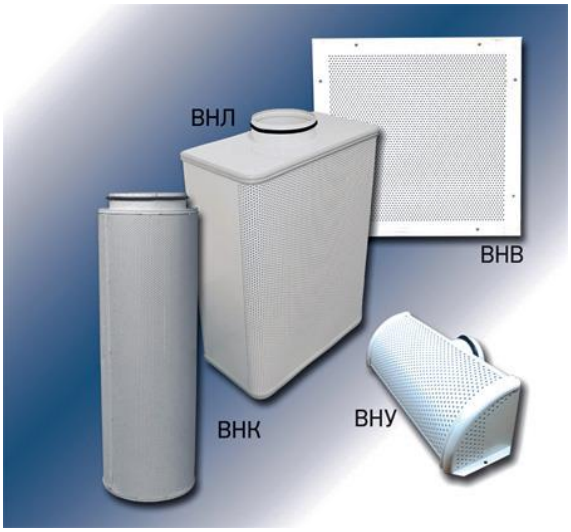


Рис.6.2. Повітророзподільники для витісняючої вентиляції

На вигляд всі аналоги повітророзподільників для витісняючої вентиляції дуже схожі: це - циліндричний або прямокутний перфорований короб, куди зазвичай зверху подається охолоджене повітря і через перфорацію направляється в робочу зону. Складнощі криються у «начинці» виробу.

Витісняюча вентиляція у ряді випадків дозволяє скоротити витрати енергії на охолодження повітря СКП до 40%.

Підтримка заданого мікроклімату при мінімумі енерговитрат забезпечується також за рахунок застосування систем вентиляції та

кондиціонування із змінною витратою повітря та максимальним використанням потенціалу зовнішнього повітря. Зі зростанням теплонадлишків у приміщенні для підтримки заданих параметрів повітряного середовища у робочій зоні зі змінною витратою засоби автоматичного регулювання повинні збільшити подачу припливного повітря, а при зниженні – зменшити. Сучасний рівень диспетчеризації та систем автоматики дозволяє успішно вирішувати питання автоматичного регулювання витрати повітря за потребою для підтримки необхідних температури, концентрації CO_2, вологості та інших параметрів. Тому в останні роки відновився інтерес до систем зі змінною витратою повітря (кількісне регулювання).

Однак однією з причин, що перешкоджає поширенню методу кількісного регулювання, досі є відсутність спеціальних повітророзподільників для цих систем. Зміна витрати повітря, тобто швидкості випуску повітря з повітророзподільників у системах VAV призводить до зміни співвідношення гравітаційних та інерційних сил у припливних неізотермічних струменях. При зміні співвідношення гравітаційних та інерційних сил може змінюватися траєкторія струменя, місце відриву струменя, що настилається від поверхні стелі або підлоги, збільшуватися або зменшуватися інтенсивність згасання швидкостей або надлишкових температур у припливних струменях. Важливо забезпечити сталість параметрів у місці надходження струменя в робочу зону, незалежно від коливань теплового навантаження об’ємом приміщення. Це можна реалізувати лише за допомогою регульованих повітророзподільників спеціального конструктивного виконання, наприклад, типу ПРМЗ (рис. 6.3).

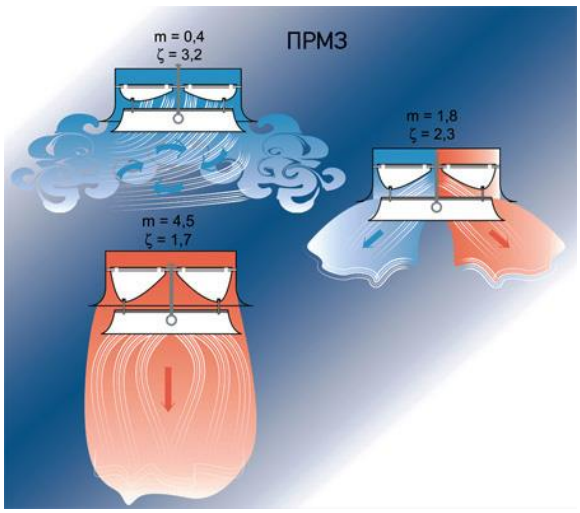


Рис.6.3. Повітророзподільник для VAV - системи вентиляції

Охолоджене повітря раціонально подавати горизонтальним віяловим струменем, а тепле - вертикальним прямоточним. У таких системах вдається знизити річні експлуатаційні витрати на 15–20% та більше порівняно із системами якісного регулювання.

6.2. Підвищення енергоефективності систем вентиляції за рахунок вдосконалення способів розподілу повітря

За останні роки з'явилися нові шляхи підвищення енергоефективності систем вентиляції та кондиціювання повітря за рахунок вдосконалення способів розподілу повітря. Серед них заслуговують на увагу два нові напрямки:

- підвищення якості комфортного довкілля людини за рахунок використання пульсуючих припливних потоків при більш високих значеннях температури («динамічний мікроклімат»);
- локальна вентиляція та кондиціювання повітря персонального робочого місця.

«Динамічний мікроклімат» – поняття, що визначає такий стан повітряного середовища, при якому його основні фізичні параметри (температура, швидкість і напрям припливного повітря) змінюються в

оптимальних-комфортних для людини діапазонах. При змінному характері рухливості повітря за величиною та напрямом людина здатна відчувати комфорт при більш високих значеннях температури, в чому і криється можливість економії витрат на споживання холоду за «динамічного мікроклімату».

Створення «динамічного мікроклімату» за більш високої комфортної температури дозволяє отримати економію витрат на споживання холоду. Відомо, що при підвищенні комфортної температури на 1С можна зменшити споживання холоду приблизно на 20% і знизити витрату припливного повітря.

Створено серію формуючих «динамічний мікроклімат» інноваційних повітророзподільників (рис. 6.4), що мають різне виконання залежно від завдань повітророзподілу та забезпечують зниження енерговитрат не менше ніж на 20%.

Розроблені повітророзподільники, названі «генераторами комфорту» – ВГК, – мають принципово нову властивість – автоколивальний рух припливних струменів, що циклічно повторюється з частотою 5–20 Гц без деталей, що рухаються.

Серія розподільників повітря ВГК складається з 3 типів: настінні, стельові, панельні.

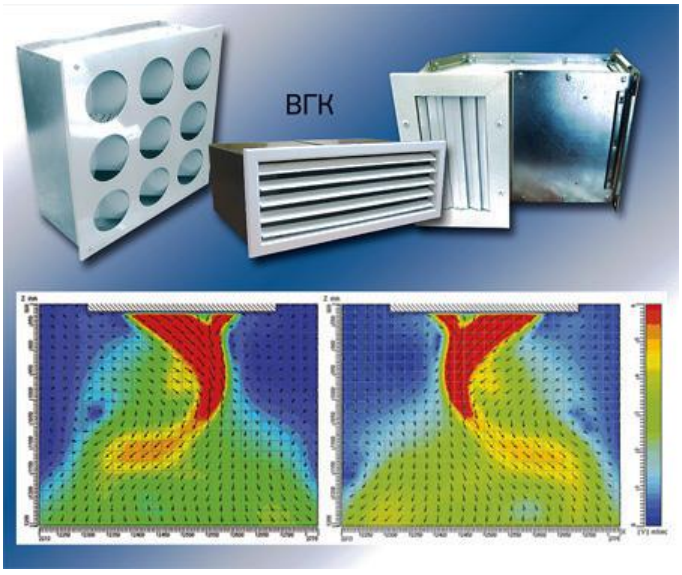


Рис. 6.4. Повітророзподільники, що формують «динамічний мікроклімат»

За результатами чисельного моделювання (CFD) за допомогою програмного пакету Coolit та фізичних експериментів на аеродинамічному та акустичному стендах отримано великий комплекс нової інформації:

- наявність пульсуючого повітряного потоку без деталей, що рухаються;
- збільшений кут повного розкриття струменя до 120 °;
- підвищена інтенсивність згасання швидкості та надмірної температури припливного струменя;
- зменшена далекобійність повітряного струменя (~ у 3 рази порівняно з прямоточним струменем);
- зменшена площа застійних зон у приміщенні;
- підвищене заглушення шуму від вентилятора, особливо низькочастотної області;
- можливе підвищення температури повітря в приміщенні на 1÷2°С із збереженням відчуття комфорту та, як наслідок, зменшення споживання холоду на систему кондиціювання.

В останні роки великий інтерес, особливо за кордоном, викликала локальна система кондиціювання повітря в офісних будинках через можливість суттєвої економії енергоресурсів. Пікові навантаження на теплову та електричну енергію в системах ОВК можуть бути знижені на 40%.

Локальна система вентиляції та кондиціювання може розглядатися як рішення щодо запобігання розповсюдженню повітряних інфекцій, особливо якщо оснастити систему вентиляції індивідуальною витяжкою у верхній частині, прямо позаду людини (рис. 6.5). Тоді не тільки поліпшиться якість повітря, що вдихається, але і забруднений, що видихається, не буде поширюватися по приміщенню.

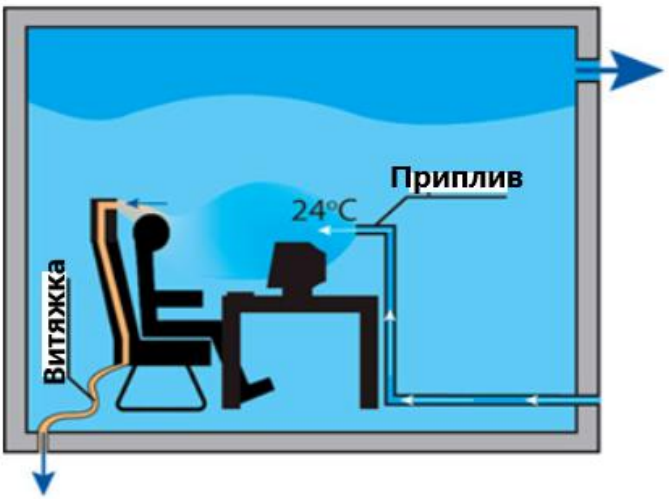


Рис. 6.5. Локальна система кондиціонування

За кордоном (Данія, Німеччина, Норвегія, Румунія, Франція та ін.) широко вивчається вплив локальної вентиляції та кондиціонування повітря на комфортний стан людини за допомогою CFD-моделювання та інструментальних вимірювань на людях та манекенах.

Локальне подавання припливного повітря в зону перебування людини в залежності від призначення приміщення та виду забруднень дозволяє, як стверджують фахівці, знизити витрату зовнішнього повітря до 50% [12].

РОЗДІЛ 7
ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

7.1. Календарне планування монтажних робіт

Календарне планування є невід'ємним елементом організації монтажних робіт на всіх його етапах і рівнях. Нормальний хід робіт можливий тільки тоді, коли завчасно продумано, в якій послідовності будуть вестися роботи, яка кількість робітників, машин, механізмів та інших ресурсів буде потрібна для кожної роботи. Відсутність календарного планування або некоректне його складання призводить до непогодженість дій виконавців, перебоїв в їхній роботі, затягування термінів виконання робіт і, звичайно, їх подорожчання. Календарний план виконання монтажних робіт виконує функцію розкладу робіт у рамках прийнятої тривалості будівництва. Обстановка на об’єкті проведення монтажних робіт протягом всього періоду будівництва може змінюватись і вимагати істотного коректування розробленого календарного плану, проте при будь-яких ситуаціях керівник будівництва повинен чітко собі уявляти, що потрібно робити в найближчі дні, тижні, місяці. Тривалість виконання монтажних робіт призначається, як правило, за нормами в залежності від розмірів систем мікроклімату, що монтуються, і їх складності. В окремих випадках тривалість виконання монтажних робіт може плануватися відмінною від нормативної (найчастіше у бік жорсткості строків), якщо цього вимагають потреби виробництва, спеціальні умови, природоохоронні програми та інші. Для об'єктів, що зводяться у складних природних умовах, припустиме збільшення тривалості монтажу систем ОВК, але це завжди належним чином повинне бути обґрунтовано. У будівельній практиці часто застосовують спрощені методи планування, коли, наприклад, складається лише перелік робіт зі строками їхнього виконання без належної оптимізації. Однак таке планування

припустиме тільки при вирішенні невеликих поточних завдань в ході будівництва.

При плануванні більших об'єктів робіт на весь період будівництва потрібна ретельна робота з вибору найбільш доцільної послідовності будівельно – монтажних робіт, їхньої тривалості, числа учасників. З цих причин у будівництві знаходять застосування різні форми календарного планування, що дозволяють по-своєму оптимізувати планований хід робіт, можливість маневрів і т.д.:

• лінійні календарні графіки;

• сіткові графіки.

Крім того, залежно від широти розв'язуваних завдань, необхідного ступеня деталізації рішень існують різні види календарних планів, що знаходять застосування на різних рівнях планування. При розробці календарних планів найкращих результатів досягають, коли складають кілька варіантів календарного плану і вибирають найбільш ефективний.

7.2. Основні положення календарного планування

Календарний план - це такий проектно-технологічний документ, що визначає послідовність, інтенсивність і тривалість провадження робіт, їх взаємозв'язку, а також потребу (з розподілом у часі) в матеріальних, технічних, трудових, фінансових та інших ресурсах, використовуваних у будівництві.

В основу складання раціональних календарних планів виконання монтажних робіт покладена нормалізована технологія монтажу. Основне завдання календарного планування полягає у складанні таких розкладів виконання робіт, які б задовольняли всі обмеження, що відображають у технологічних моделях будівництва об'єктів, взаємозв'язки, строки інтенсивності ведення робіт, а також раціональний порядок використання ресурсів.

Якщо заздалегідь сформульований критерій якості календарного плану (скажімо, мінімальна тривалість виконання робіт або максимальна рівномірність використання бригад робітників і будівельних машин), то найкращим вважається календарний план, оптимальний за цим критерієм. Вирішення завдань календарного планування на основі таких технологічних моделей, які враховують потребу робіт у конкретних ресурсах, одночасно дозволяє найбільш ефективно розподілити ці ресурси на окремих об'єктах, а також по будівельній організації в цілому.

Організація і планування монтажних робіт припускають узгодження робіт у часі й просторі, тобто розробку моделі виконання погодженого в часі й просторі комплексу робіт з метою досягнення високих техніко-економічних показників будівельного виробництва.

7.3. Відомість об’єму робіт та визначення трудовитрат

Калькуляція витрат праці на монтаж систем опалення та вентиляції складається на підставі:

- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 15 «Внутрішні санітарно – технічні роботи»;
- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання»;
- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування повітря»;

При цьому роботи групуються в потоки. По кожному потоку підраховується сумарна трудомісткість робіт. Результати розрахунків зводяться в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Виробнича калькуляція праці

Обґрун-тування по ДБН	Роботи	Обсяг робіт		Норма часу на 1 вим. один. люд-год.	Трудо-витрати на весь обсяг робіт люд.-год.	Трудов итрати, люд./ день
		Од. вим.	Кіл-кість			
ВЕНТИЛЯЦІЯ						
1. Установка камер припливних типових						
20-42-1	Продуктивністю до 10 $м^3$/год	1 шт.	5	68,17	340,85	42,61
2. Установка глушників шуму						
20-27-7	Пластинчастих	шт	9	1,65	14,85	1,86
3. Установка вентиляторів радіальних						
20-31-1	Масою до 0,05 кг	шт.	7	10,2	71,4	8,93
4. Прокладання повітроводів						
20-1-1	Діаметром до 200 мм	100 $м^2$	1,05	261,8	274,89	
20-1-4	до 250 мм	100 $м^2$	0,157	261,8	41,10	
20-1-3	Периметром 800,1000 мм	100 $м^2$	0,093	239,7	22,29	
20-1-10	від 1100 до 1600 мм	100 $м^2$	0,65	207,4	133,81	
20-1-11	до 2400 мм	100 $м^2$	0,96	156,06	149,82	
20-1-12	До 3200 мм	100 $м^2$	0,31	126,14	58,94	
				РАЗОМ	680,85	85,12
5. Установка повітророзподільників						
20-10-1	Масою до 20 кг	1 шт.	69	2,07	142,83	17,85
6. Установка гарт жалюзійних						
20-11-1	Площею в просвіті до 0,25 $м^2$	1 шт.	36	1,82	65,52	8,19
6. Установка заслінок повітряних уніфікованих						
20-14-1	Діаметром до 250 мм	1 шт.	66	1,8	118,8	
20-14-6	Периметром до 1000 мм	1 шт	10	1,8	18	
				РАЗОМ	136,8	17,1
7. Установка клапанів						
20-13-1	Діаметром до 355 мм	1 клапан	67	1,75	117,25	
20-13-7	Периметром до 2400 мм	1 клапан	14	3,25	45,5	
				РАЗОМ	162,75	20,34
7. Установка клапанів вогнезатримуючих						
20-13-16	До 3200 мм	1 шт	7	9,28	64,96	8,12
ОПАЛЕННЯ						
1. Установка гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб						
18-15-1	Діаметром корпусу 108 мм	1 шт	4	11,25	45	5,63
2. Установка радіаторів сталевих						
18-6-2		100 кВт	4,3	111,46	479,28	59,91

3. Прокладання трубопроводів з труб поліетиленових напірних						
15-19-1	Діаметром 20 мм	100 м	1,82	5,35	9,74	
15-19-2	Діаметром 25 мм	100 м	2,74	0,5	1,37	
15-19-4	Діаметром 40 мм	100 м	1,66	0,06	0,1	
15-19-5	Діаметром 50 мм	100 м	1,34	0,2	0,27	
				РАЗОМ	11,48	1,45
8. Установка клапанів на трубопроводах						
15-20-1	Діаметром до 25 мм	100 шт	0,06	277,15	16,63	
15-20-2	Від 25 до 50 мм	100 шт	0,02	277,15	5,54	
				РАЗОМ	22,17	2,77
18-15-10	Установка повітровідвідників	1 шт	1,66	8	13,28	1,66

7.4. Техніко – економічні показники монтажних робіт систем мікроклімату

Техніко - економічні показники монтажних робіт систем вентиляції:

- загальний об'єм робіт – 322 м^2 повітропроводів;
- проєктна тривалість монтажних робіт Тс=22 днів;
- трудомісткість робіт Q = 202 люд.-днів;
- виробіток у натуральних показниках $\frac{L}{Q} = \frac{322}{202} = 1{,}59(м^2 \cdot люд)/день$
- коефіцієнт використання робочої сили в часі:

$$k = \frac{R_{max}}{R_{ср}} \qquad (7.1)$$

де $R_{ср}$ – середня кількість робітників визначається як:

$$R_{ср} = \frac{Q}{T} \qquad (7.2)$$

$$R_{ср} = \frac{202}{22} = 10 осіб$$

$$k = \frac{14}{10} = 1{,}4.$$

Техніко - економічні показники монтажних робіт систем опалення:

- загальний об’єм робіт – 430 кВт (потужність опалювальних приладів);
- проєктна тривалість монтажних робіт Тс=15 днів;
- трудомісткість робіт Q = 69 люд.-днів;
- виробіток у натуральних показниках $\frac{L}{Q} = \frac{430}{69} = 6{,}23(кВт \cdot люд)/день$
- середня кількість робітників $\frac{Q}{T} = \frac{69}{15} = 4$
- коефіцієнт використання робочої сили в часі $k = \frac{5}{4} = 1{,}25.$

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с
3. ДБН В. 2.2 – 25:2009 і «Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Із зміною №1 та зміною №2». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2020. – 57 с.
4. 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.
5. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2022. – 27 с.
6. 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 р. - 255 с.
7. Касетний DVM із круговим випуском повітря. URL: https://www.samsung.com/ua/business/system-air-conditioners/vrf-dvm/360-cassette-dvm-am071kn4deh-tk/?srsltid=AfmBOormkE5Sazb6ukpaHohZlK0NzRNgDo9qeYhTc3RErWg8T2EdxKDC
8. Зовнішній блок 3Ф/380В міні VRF системи DVM S Eco. URL: https://www.samsung.com/ru/business/system-air-conditioners/vrf-dvm/ac-dvm-amxxxkxmdgh-am140kxmdgh-tk/
9. Автоматизація вентиляційних систем: зручно, ефективно, економно. URL: https://ventilator.ua/blog/avtomatyzatsiia-ventyliatsiinykh-system-zruchno-efektyvno-ekonomno/

10. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. для нроф. - техп. навч. закладів. – 2-ге вид., допов., перероб. - К. : Вікторія, 2001. 192 с.
11. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: підручник /В.Ц. Жидецький; Афіша. – Л.: 2005 р. – 319 с.
12. Шляхи підвищення енергоефективності способів повітророзподілення. URL: https://planetaklimata.com.ua/articles/?msg=1404
13. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 15 «Внутрішні санітарно – технічні роботи» - К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2021. – 141 с.
14. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання» - К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2021. – 53 с.
15. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування» - К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2021. – 147 с.