

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології
(факультет)

Теплогазопостачання і вентиляція
(назва випускової кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення і вентиляція 10-поверхового житлового будинку з
прибудованим магазином з зеленим покриттям у м. Луцьку
(назва)

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

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології
(факультет)

Теплогазопостачання і вентиляція
(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

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

**Опалення і вентиляція 10-поверхового житлового будинку з
прибудованим магазином з зеленим покриттям у м. Луцьку**
(назва)

Виконав: Закревська Анастасія Олегівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція
(освітня програма)

Група ТВ-20

Керівник Мілейковський В.О.
(прізвище та ініціали)

доктор технічних наук, професор
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплогазопостачання та вентиляції

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: Теплогазопостачання та вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
(бакалавра, магістра)**

Закревська Анастасія Олегівна
(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: опалення і вентиляція 10-поверхового житлового будинку з прибудованим магазином з зеленим покриттям у м. Луцьку

затверджена наказом ректора КНУБА № 760-2 від «10»05 2024 року

2. Керівник роботи

Мілейковський Віктор Олександрович, д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 20.06.24

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Характеристика об'єкту будівництва

Р. 2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Р. 3. Опалення багатоповерхового житлового будинку

Р. 4. Вентиляція та охолодження повітря магазину

Р. 5. Інтегрування озеленення будівлі в проект систем формування мікроклімату

Р.6. Технологія та організація монтажу інженерних систем і мереж

Р.7. Охорона праці та навколишнього середовища

5.Графічний матеріал за розділами

К. 1.Опалення. План типового поверху, план підвалу, специфікація обладнання СО, принципова схема ІТП, специфікація ІТП, опалювальний прилад сходового холу.

К. 2.Опалення. Схема СО, вузли СО.

К. 3.План системи вентиляції

К. 4.Схеми системи вентиляції

К. 5.План узгодження систем вентиляції та зеленого покриття прибудови

К.6. Монтажне креслення системи припливно-витяжної вентиляції (витяжної частини), комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи.

К.7. Календарний план-графік виконання робіт, сітковий графік монтування систем вентиляції, розрахункова таблиця параметрів сіткового графіка, графік зміни чисельності робітників на об'єкті.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. <u>Характеристика об'єкту будівництва</u>	23.05.2024
Розділ 2. <u>Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій</u>	28.05.2024
Розділ 3. <u>Опалення багатоповерхового житлового будинку</u>	01.06.2024
Розділ 4. <u>Вентиляція та охолодження повітря магазину</u>	06.06.2024
Розділ 5 <u>Інтегрування озеленення будівлі в проєкт систем формування мікроклімату</u>	10.06.2024
Розділ 6. <u>Технологія та організація монтажу інженерних систем і мереж</u>	15.06.2024
Розділ 7. <u>Охорона праці та навколишнього середовища</u>	17.06.2024
Остаточне оформлення роботи	18.06.2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	20.06.2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	21.06.2024
Направлення роботи на рецензування	21.06.2024

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 6	Михайло СЕНЧУК, доцент		
Розділ 7	Ірина КЛІМОВА, доцентка		

Дата видачі завдання 20.05.2024

Зав. кафедри	_____	Костянтин ПРЕДУН
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	Віктор МІЛЕЙКОВСЬКИЙ
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	Анастасія ЗАКРЕВСЬКА
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища.....91

7.1. Загальні положення.....92

7.2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів.....97

7.3. Заходи для уникнення шкідливої та небезпечної дії факторів.....98

Список використаної літератури..... 102

Додатки.....105

Додаток 1. План типового поверху житлового будинку106

Додаток 2. Технічні характеристики радіаторів KERMI.....107

Додаток 3. Технічні характеристики циркуляційного насосу WILO TOP S 50/7.....108

Додаток 4. I-D діаграма вологого повітря для тиску 97 кПа.....109

Інв. № ориг.							<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
								3
Зам. інв. №								
Підпис і дата								
	Зм.	К-ть	Арк.	№док	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

Студент
Керівник

/Анастасія ЗАКРЕВСЬКА
/Віктор МІЛЕЙКОВСЬКИЙ/

Атестаційна випускна робота

Арк.
4

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк. 4
			Зм.	К-ть	Арк.	№ док	

Проектом передбачено розробку системи водяного опалення багатоповерхового житлового будинку та системи вентиляції суміщеної із повітряним опаленням прибудованого магазину у місті Луцьк.

Географічна широта, °пн.ш.	52
Барометричний тиск , гПа	970
Кількість поверхів житлового будинку	10
Висота вікон h_v , м	1,5
Висота зовнішніх та балконних дверей h_d , м	2,1
Висота поверху (від підлоги до стелі) $h_{пов}$, м	2,7
Товщина міжповерхового перекриття $\delta_{пер}$, м	0,3
Товщина зовнішніх стін (див. розрахунок), м	0,51
Товщина горіщного перекриття (див. розрахунок), м	0,43
Товщина перекриття над підвалом (див. розрахунок), м	0,517
Джерело тепlopостачання	ТЕЦ
Орієнтація фасаду зі сходовою кліткою	3х
Розрахунковий перепад температур у тепловій мережі T_r-t_o , °С.....	150-60
Розрахунковий перепад температур у системі опалення t_r-t_o , °С.....	80-60
Висота приміщення магазину (від підлоги до стелі) $h_{пов}$, м	5,6
Орієнтація фасаду магазину (основний вхід).....	3х
Площа магазину, м ²	700
Кількість відвідувачів (розрахункова), чол.	400

Опалювальні прилади для житлового будинку прийнято радіатори сталеві KERMI тип 22, 12, 11 та Narbonne V тип 10 (санвузол) з гарнітурою підключення до радіаторів - HERZ – 2000. Для опалення сходової клітини передбачено встановлення конвекторів «Акорд».

Опалення прибудованого магазину передбачається повітряне – суміщене із системою вентиляції – застосовується припливно-витяжний вентиляційний агрегат із функцією рекуперації та підігріву повітря AmberAir 8-KR MD50+ C S.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк. 5
-----	------	------	-------	--------	------	------------------------------------	-----------

Кліматологічні дані щодо розрахункових параметрів зовнішнього повітря прийнято згідно додатку 1 [1].

Таблиця 1.1 Розрахункові дані зовнішнього повітря для холодного періоду року (розрахунок опалення).

Місто	Середня температура за рік $t_{\text{зовн.р}}$, °C	Зона вологості	Температура найхолоднішої доби $t_{\text{зовн.1}}$, °C	Температура найхолоднішої г'ятиденки $t_{\text{зовн.5}}$, °C	Опалювальний сезон		Кількість граусо-днів $S_{\text{о.с.}}$, гр-днів	Кліматична зона
					Середня температура $t_{\text{о.с.}}$, °C	Тривалість $Z_{\text{о.с.}}$, днів		
Луцьк	7,5	Н	-24	-22	0,3	180	3546	I

Таблиця 1.2 Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції.

Період року	Температура $t_{\text{ext.}}$, °C	Ентальпія $t_{\text{ext.}}$, кДж/кг	Вологість $d_{\text{ext.}}$, г/кг	Відносна вологість $\varphi_{\text{ext.}}$, %
Теплий	23	53,6	12,3	74
Холодний	-20	-20,7	0,5	86

Таблиця 1.3 Розрахункові параметри зовнішнього повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження.

Період року	Температура $t_{\text{ext.}}$, °C	Ентальпія $t_{\text{ext.}}$, кДж/кг	Вологість $d_{\text{ext.}}$, г/кг	Відносна вологість $\varphi_{\text{ext.}}$, %
Теплий	27	54,7	11	46
Холодний	-20	-20,7	0,5	86

План типового поверху житлового багатоповерхового будинку наведено в додатку 1.

Інв. № ориг. Підпис і дата Зам. інв. №

Зм.	К-ть	Арк.	Нодок	Підпис	Дата
-----	------	------	-------	--------	------

Атестаційна випускна робота

Арк.
6

Згідно пункту 5.1 [2]: « Для зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4 °С та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}, \quad (1)$$

$$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}, \quad (2)$$

$$\theta_{tb,si,min} > \theta_{si,min} \quad (3)$$

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

R_{qmin} – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

$\Delta\theta_{int-si}$ – різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\Delta\theta_{int-si,max}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\theta_{si,tb,min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С;

$\theta_{si,min}$ – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.»

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлових будівель R_{qmin} встановлюється

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ориг.							Арк.
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Атестаційна випускна робота

відповідно до таблиці 1 [2] з врахуванням даних щодо температурної зони експлуатації будівлі (додаток А [2]).

Згідно вимог ДБН В.2.6-31-2021 опір теплопередачі огорожуючих конструкцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного R_{qmin} . Відповідно [3], загальний опір теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій визначається за формулою:

$$R_{заг} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{зовн}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{204} + \frac{\delta_2}{0,1} + \frac{0,1}{0,79} + \frac{1}{23} = 4,00 \frac{m^2K}{Вт}$$

$$\rightarrow \delta_{2min} = 0,3695m \approx 0,37m$$

$$R_{заг} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{204} + \frac{0,37}{0,1} + \frac{0,1}{0,79} + \frac{1}{23} = 4,005 \frac{m^2K}{Вт} > 4,00 \frac{m^2K}{Вт} \Rightarrow \text{умова виконується}$$

Для всіх інших зовнішніх огорожувальних конструкцій проводяться аналогічні розрахунки з врахуванням даних таблиці 1 [2]. Результати розрахунку зведено до таблиці 2.1.

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк. 9
			<i>Атестаційна випускна робота</i>						
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

Таблиця 2.1 Результати розрахунку та підбору огорожувючих конструкцій житлового будинку

Найменування огорожувальної конструкції	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$		Коефіцієнт теплопередачі k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Опис конструкції	Товщина конструкції, м
	R_{qmin}	R_{zar}			
Зовнішня стіна	4,00	4,01	0,250	Залізобетон $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$ $\lambda = 2,04 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$ - $\delta = 0,04 \text{ м}$ + Бетон ніздрюватий $\lambda = 0,1 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$ - $\delta_{ут} = 0,37 \text{ м}$ + Керамзитобетон на керамзитовому піску - $\delta = 0,1 \text{ м}$	0,510
Горище перекриття	6,00	6,12	0,164	Бетон на гравії або щебені з природного каменю $\delta = 0,14 \text{ м}$ + Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,047 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$ - $\delta_{ут} = 0,27 \text{ м}$ + Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,02 \text{ м}$	0,430
Перекриття над підвалом	5,00	5,07	0,198	ліноліум полівінілхлорид на теплоізоляційній підоснові - $\delta = 0,005 \text{ м}$ + Розчин цементно-піщаний $\delta = 0,072 \text{ м}$ + Пароізоляція $0,03 \text{ м}^2\text{С}/\text{Вт}$ + Мінеральні вати на основі базальтового волокна $\lambda = 0,047 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$ - $\delta_{ут} = 0,22 \text{ м}$ + Бетон на гравії або щебені з природного каменю $\delta = 0,22 \text{ м}$	0,517
Вікна та балконні двері	0,90	0,93	1,076	Вікна з двокамерними склопакетами 4і-10-4М1-10-4і	-
Зовнішні стіни	0,70	1,28	0,783	Одинарні металеві двері без утеплювача + Тамбур + Одинарні соснові двері 0,04м	0,040
Внутрішні стіни	-	0,71	1,408	Кладка з порожнистої глиняної цегли $\lambda = 0,52 \text{ Вт}/\text{м}^\circ\text{С}$ - 1ц.	0,250

Для забезпечення єдиної архітектурно-планувальної конструкції споруди, зовнішні стіни та підлогу прибудованого магазину приймаємо із таких же матеріалів, що і для житлового будинку.

Лише для перекриття магазину додатково облаштовується «зелена покрівля» - дивись відповідний розділ проекту. При цьому також покращується критерій енергоефективності будівлі згідно вимог [2].

Атестаційна випускна робота

Арк.
10

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 3
ОПАЛЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Студент
Керівник

/Анастасія ЗАКРЕВСЬКА
/Віктор МІЛЕЙКОВСЬКИЙ/

Атестаційна випускна робота

Арк.
11

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

3.1 Визначення теплової потужності системи опалення окремих приміщень

Для розрахунків при проектуванні водяних систем опалення використано Excel-програму, розроблену кафедрою теплогазопостачання і вентиляції КНУБіА, яка базується на методиці для визначення тепловтрат та теплової потужності системи опалення окремих приміщень.

Для прикладу наведено розрахунок житлової кімнати №101 на першому поверсі. Інші приміщення розраховуються аналогічно і можуть бути виконані шляхом копіювання відповідних строк розрахунку тепловтрат через огорожувальні конструкції, попередньо обчислених приміщень та подальшого корегування і прив'язки їх до розмірів на плані будівлі та вихідних даних.

Для зручності та наочності прив'язок та посилань в програмі Excel викреслено каркас плану типового поверху будинку з нанесенням розмірів приміщень по осям та орієнтації будівлі на сторони світу.

Таблиця 3.1 Орієнтація за сторонами світу та зовнішні розміри огорожуючих конструкцій житлового будинку

							3x								
		3,9	3,4	3,4	3,18	3,83	3,5	2,8	2,8	3,2	2,9	3,1	3,9	2,7	
	7,1	01	02	03	04	05	A1	A2	06	07	08	09	10	11	
Пд														12	Пн
	6,8	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	
							Cx								

Розраховуємо сумарний коефіцієнт додаткових тепловтрат $\Sigma\beta$ згідно даних [1] $e_k = e_l = 1 + \Sigma\beta$. Даний розрахунок представлено в [4] та [5].

Результати обчислень зведено до таблиць 3.2 – 3.5.

Таблиця 3.2 Коефіцієнт β_v відносно швидкості вітру і повторюваності

	П<15%	П≥15%
V<5м/с	0,00	0,05
V≥5м/с	0,00	0,10

Атестаційна випускна робота

Арк.
12

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Таблиця 3.3 Додаткові тепловтрати β_v через зовнішні огороження за напрямками та повторюваністю вітру в м.Луцьк

	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПлЗ	З	ПнЗ
Повторювальність вітру, %	4,6	3,5	10,3	13,1	15,4	16,4	26,1	10,6
Швидкість вітру V, м/с	3,4	3,0	3,9	3,9	4,0	4,5	4,9	4,5
Коефіцієнт β_v	0	0	0	0	0,05	0,05	0,10	0

Таблиця 3.4 Коефіцієнт β_n , що враховує поверховість будівель

β_n розрахункове	$10 \leq N \leq 15$	$N \geq 16$
0.10	0.10	0.20
0.10	0.10	0.20
0.05	0.05	0.15
0	0	0.10
0	0	0

Таблиця 3.5 Додаткові тепловтрати $\Sigma \beta$ через огорожуючі конструкції

	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПлЗ	З	ПнЗ
1 поверх	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,10
2 поверх	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,10
3 поверх	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,15	0,05
4 поверх	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,00
Типовий поверх	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,00

Дані зовнішніх огорожень для розрахункових приміщень занесено до таблиці, де розраховуються проміжні показники для подальшого визначення теплової потужності системи опалення для приміщень та будинку в цілому.

В колонці 1 вказується номер приміщення та його найменування. Останні дві цифри в нумерації приміщень вказують на номер приміщення на плані; перші цифри - на поверх будівлі. Найменування вказано в скороченій формі: ЖК – житлова кімната, КХ – кухня, СХ – сходовая клітка, ЛХ – ліфтовий хол тощо.

Атестаційна випускна робота

Арк.
13

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Таблиця 3.6 Розрахунок тепловтрат приміщень багатоповерхового будинку

Приміщення			Огороджувальна конструкція					Теплові мости				Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, еі	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), βн	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні характеристики трансмісійних тепловтрат опал. прям. через ОК до трансмісійні тепловтрати приміщення, ФТ _г , Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, V _{мін} , л/с	Характеристика інфльтраційних тепловтрат приміщення, H _в , Вт/°С	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), Ф _в , Вт	Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надохж.), Ф _п , Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), Ф _н , Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, Ф _н , Вт			
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, А, м ²	Температура, Ф _н , °С	Позначення	Орієнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), б(в), м	Площа, А _к , м ²	Коефіцієнт теплопередачі, U _к	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, е _к	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, у _к , 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	24
101	23,5	22,0	ЗС	Пд	7,6	3,5	26,6	0,3	1,2						8,0		881,6	54,0	18,4	807,8	-234,8	646,8	1454,7
ЖК	3,4		ЗС	З	4,4	3,5	10,6	0,3	1,2					3,2									
			В	З	3,5	1,4	4,9	1,1	1,2					6,3									
			ПЛ	-	7,6	4,4	33,3	0,2	1,0			0,4		2,6									
102	11,7	20,0	ЗС	Пд	0,5	3,5	1,9	0,3	1,2						0,6		366,5	54,0	18,4	807,8	-117,3	249,2	1057,0
ЖК	1,7		ЗС	З	3,9	3,0	9,2	0,3	1,2					2,8									
			В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,2					3,1									
			ПЛ	З	3,9	3,8	14,6	0,2	1,0			0,4		2,9									
201	23,5	22,0	ЗС	Пд	7,6	3,0	22,7	0,3	1,2						6,8		687,7	54,0	18,4	807,8	-234,8	452,9	1260,8
ЖК	3,4		ЗС	З	4,4	3,0	8,3	0,3	1,2					2,5									
			В	З	3,5	1,4	4,9	1,1	1,2					6,3									
			ЗС	Пд	0,5	3,0	1,6	0,3	1,2					0,5									
202	11,7	20,0	ЗС	Пд	0,5	3,0	1,6	0,3	1,2						0,5		245,0	54,0	18,4	807,8	-117,3	127,7	935,5
ЖК	1,7		ЗС	З	3,9	3,0	9,2	0,3	1,2					2,8									
			В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,2					3,1									
			ЗС	Пд	7,6	3,0	22,7	0,3	1,2					6,5									
301	23,5	22,0	ЗС	Пд	7,6	3,0	22,7	0,3	1,2						6,5		659,1	54,0	18,4	807,8	-234,8	424,3	1232,1
ЖК	3,4		ЗС	З	4,4	3,0	8,3	0,3	1,2					2,4									
			В	З	3,5	1,4	4,9	1,1	1,2					6,1									
			ЗС	Пд	0,5	3,0	1,6	0,3	1,2					0,5									
302	11,7	20,0	ЗС	Пд	0,5	3,0	1,6	0,3	1,2						0,5		234,8	54,0	18,4	807,8	-117,3	117,4	925,3
ЖК	1,7		ЗС	З	3,9	3,0	9,2	0,3	1,2					2,6									
			В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,2					2,9									
			ЗС	Пд	7,6	3,0	22,7	0,3	1,1					6,2									
401	23,5	22,0	ЗС	Пд	7,6	3,0	22,7	0,3	1,1						6,2		630,4	54,0	18,4	807,8	-234,8	395,6	1203,5
ЖК	3,4		ЗС	З	4,4	3,0	8,3	0,3	1,1					2,3									
			В	З	3,5	1,4	4,9	1,1	1,1					5,8									
			ЗС	Пд	0,5	3,0	1,6	0,3	1,1					0,4									
402	11,7	20,0	ЗС	Пд	0,5	3,0	1,6	0,3	1,1						0,4		224,6	54,0	18,4	807,8	-117,3	107,2	915,1
ЖК	1,7		ЗС	З	3,9	3,0	9,2	0,3	1,1					2,5									
			В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,1					2,8									
			ЗС	Пд	7,6	3,4	25,9	0,3	1,1					6,8									
1001	23,5	22,0	ЗС	Пд	7,6	3,4	25,9	0,3	1,1						6,8		771,2	54,0	18,4	807,8	-234,8	536,5	1344,3
ЖК	3,4		ЗС	З	4,4	3,4	10,2	0,3	1,1					2,8									
			В	З	3,5	1,4	4,9	1,1	1,1					5,8									
			СТ	-	7,6	4,4	33,3	0,2	1,0			0,4		2,1									
1002	11,7	20,0	ЗС	Пд	0,5	3,4	1,8	0,3	1,1						2,8		359,7	54,0	18,4	807,8	-117,3	242,3	1050,2
ЖК	1,7		В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,1					2,8									
			ЗС	З	3,9	3,4	10,9	0,3	1,1					3,0									
			СТ	-	3,9	3,8	14,6	0,2	1,0			0,4		0,9									
403	14,9	20,0	ЗС	Пд	1,5	3,0	2,5	0,3	1,1						0,7	0,0	452,3	54,0	18,4	807,8	-149,1	303,2	1111,0
Кух	1,9		ЗС	З	3,9	3,0	7,1	0,3	1,2					2,1									
			В	Пд	1,3	1,4	1,8	1,1	1,1					2,2									
			В	З	3,2	1,4	4,5	1,1	1,2					5,8									
404	14,5	20,0	ЗС	Пд	0,3	3,0	1,0	0,3	1,1						0,3	0,0	250,3	81,0	27,5	1211,8	-145,1	105,3	1317,0
ЖК	1,8		ЗС	З	3,7	3,0	8,7	0,3	1,2					2,6									
			В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,2					3,1									
			ЗС	Пд	0,7	3,0	2,2	0,3	1,1			0,1		0,1									
405	11,2	20,0	ЗС	Пд	0,7	3,0	2,2	0,3	1,1						0,1	0,1	424,0	81,0	27,5	1211,8	-112,3	311,7	1523,4
Кух	1,4		ЗС	З	4,3	3,0	9,1	0,3	1,2					2,7									
			ЗС	Пн	0,7	3,0	0,1	0,3	1,0					0,0									
			В	З	2,8	1,4	4,0	1,1	1,2					5,1									
			В	Пн	1,5	1,4	2,1	1,1	1,0					2,3									
406	17,6	20,0	ЗС	Пд	1,6	3,0	2,8	0,3	1,1					0,1	0,1		433,4	81,0	27,5	1211,8	-175,5	257,9	1469,6
Кух	2,2		ЗС	З	4,3	3,0	9,1	0,3	1,2					2,7									
			ЗС	Пн	0,7	3,0	0,1	0,3	1,0					0,0									
			В	З	2,8	1,4	4,0	1,1	1,2					5,1									
			В	Пд	1,5	1,4	2,1	1,1	1,1					2,5									
407	15,9	20,0	ЖК	З	3,2	3,0	7,1	0,3	1,2						2,1		219,1	81,0	27,5	1211,8	-158,6	60,5	1272,3
	2,0		В	З	1,7	1,4	2,4	1,1	1,2					3,1									

Атестаційна випускна робота

Інв. № ориг. Підпис і дата Зам. інв. №

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

3.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Для системи водяного опалення будинку визначено:

- розрахункову теплову потужність
- питому теплову потужність
- розрахункове річне теплоспоживання
- питоме річне теплоспоживання
- витрату води.

Для визначення тепловтрат на першому, другому, третьому та останньому поверхах всіх приміщень, застосовано коефіцієнти, знайдені для першого приміщення.

$k_1 = Q_{101}/Q_{401} =$	1,21	$k_2 = Q_{201}/Q_{401} =$	1,0476	$k_3 = Q_{301}/Q_{401} =$	1,024	$k_{10} = Q_{1001}/Q_{401} =$	1,12	для кутових приміщень
$Q_{10i} = k_1 Q_{40i}$		$Q_{20i} = k_2 Q_{40i}$		$Q_{30i} = k_3 Q_{40i}$		$Q_{90i} = k_9 Q_{40i}$		
$k_1 = Q_{101}/Q_{401} =$	1,16	$k_2 = Q_{201}/Q_{401} =$	1,0223	$k_3 = Q_{301}/Q_{401} =$	1,011	$k_{10} = Q_{1001}/Q_{401} =$	1,15	для рядових приміщень

Загальні тепловтрати приміщеннями будинку розраховано і занесено до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 Розрахунок загальних тепловтрат багатопверхового будинку

№ поверху	Номер приміщення													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
1	1455	1057	1290	1530	1760	1700	1470	1570	1500	1560	1840	70	1060	840
2	1261	935	1140	1350	1560	1510	1310	1390	1330	1380	1590	70	920	750
3	1232	925	1130	1340	1550	1490	1290	1370	1310	1370	1560	70	900	740
4-9	1203	915	1111	1317	1523	1470	1272	1355	1295	1346	1516	60	876	725
10	1344	1050	1280	1520	1750	1690	1470	1560	1490	1550	1700	70	980	840
Всього	12513	9458	11506	13642	15761	15208	13174	14019	13398	13937	15784	640	9114	7519
			33477		29403		28382		27417		30360		16633	

Номер приміщення													A2	A1
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
760	1040	710	850	890	740	1030	720	970	750	1050				
680	920	630	750	790	660	910	630	860	660	910				
670	910	630	750	780	650	900	630	850	660	890				
656	897	614	733	766	636	889	615	835	645	866				
760	1030	710	850	880	730	1030	710	960	750	970				
6805	9284	6365	7596	7937	6595	9205	6379	8652	6692	9014				
16089		13961		14532		15584		24358						

Розрахункові тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів $Q_1 = 250197 \text{ Вт}$

Розрахункові тепловтрати будинку із сходовим та ліфтовим холами $Q_{1A} = 283658 \text{ Вт}$

Атестаційна випускна робота

Арк.
16

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Розрахункове річне споживання системою опалення

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W , ГДж/рік розраховано за формулою [4] :

$$W = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o.} \cdot 24 \cdot Z_{O.C.} (t_{BH} - t_{OC}) \cdot 10^{-6} abc}{t_{BH} - t_{3OBN}} = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o.} \cdot 24 \cdot S_{jc} \cdot 10^{-6} abc}{t_{BH} - t_{3OBN}} \quad (4)$$

де $Q_{c.o.}$ - розрахункова теплова потужність;

$S_{c.o.}$ - кількість градусо - діб опалювального сезону [1];

t_{BH} - розрахункова температура внутрішнього приміщення;

t_{3OBN} - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки [1];

$b=0,9$ коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

$$W = 362106,5 \text{ кВт.год/рік.}$$

Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Питоме річного теплоспоживання системою опалення будинку W , ГДж/рік·м² розраховано за формулою [6]:

$$w = W / A_{з.п.} = 54,37 \text{ кВт.год/рік} \cdot \text{м}^2;$$

$$(E_{\max} = 55,0 \text{ кВт.год/м}^2 \text{ за рік [4]).}$$

Висновок: знайдена величина питомого річного теплоспоживання системою опалення w не перевищує нормативного контрольного значення E_{\max} , а отже розрахунок тепловтрат відповідає нормативам.

Витрата води в системі опалення

Витрату води в системі опалення визначають за формулою [4]:

$$G_{CO} = \frac{0,86 Q_{CO}}{t_r - t_o} = 12197 \text{ кг/год}$$

Атестаційна випускна робота

Арк.
17

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

3.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору системи водяного опалення

А) Вибір системи водяного опалення.

Проектом передбачено влаштування двотрубної системи опалення багатоквартирного житлового будинку. Дана система має ряд суттєвих переваг:

- вищі економічні показники відносно однотрубних систем;
- менші затрати енергетичних ресурсів на нагрівання теплоносія до визначеної температури, так як в двотрубних системах опалення перепад температур води у кожному опалювальному приладі постійний;
- середня температура води в кожному приладі двотрубною стояка також однакова, що дає змогу встановлювати опалювальні прилади меншого типорозміру.
- більше число можливого встановлення опалювальних приладів;
- система опалення має спрощену схему гідравлічного розрахунку при попутному русі теплоносія;
- можливість поквартирного відключення приладових віток при проведенні регламентних та експлуатаційних робіт;
- горизонтальна система опалення забезпечує кращі санітарно-гігієнічні умови, має більш естетичний вигляд, через можливість прокладання горизонтальних ділянок трубопроводу в підлозі;
- дає можливість регулювання кількості теплоти, яка надходить до приміщення, за допомогою термостатичних клапанів та можливість контролю витрати коштів на опалення кожним власником квартири окремо за допомогою встановлення водоміра.

Недоліки цієї системи водяного опалення:

- більша металоємність системи у порівнянні з однотрубною;
- значне використання часу на монтаж та введення в експлуатацію - проведення пуско-налагоджувального (первинного) регулювання тепловіддачі опалювальних приладів.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Б) Опалювальні прилади

Для проектної системи опалення передбачено застосовування опалювальних сталевих панельних радіаторів KERMI тип 22, 12, 11 та Narbonne V тип 10 (в санвузлі). Технічні характеристики радіаторів KERMI наведено у додатку 2.

В) Запірна та терморегулююча арматура

До встановлення запроектовано надійну гарнітуру підключення до радіаторів - HERZ – 2000. Точний режим налаштування і оптимальна прохідність радіатора забезпечують зручність та комфорт під час експлуатації.

На підводках до опалювальних приладів запроектовано термостатичні крани HERZ-TS. Ця апаратура реагує на невелику різницю температур, найбільш точно дотримується налаштованої температури і враховує вплив таких теплових джерел як освітлення, електричні прилади, сонячне випромінювання. Автоматичні термостатичні головки, що встановлюються на підключенні до радіаторів, економлять витрату води майже на 30% та мають привабливий зовнішній вигляд.

З кожного опалювального приладу і в верхніх точках стояка передбачено видалення повітря за допомогою кранів Маєвського (радіатори) та автоматичних повітрявипускачів (стояки).

Балансирувальну та запірно-регулюючу арматуру запроектовано також фірми HERZ.

Г) Трубопроводи

Проектом передбачено використання металопластикових трубопроводів фірми Herz-Нака для прокладки в квартирах і сталеві водогазопровідні звичайні труби (ГОСТ 3262-75(89)) для вертикальних та горизонтальних стояків. Труби Herz виготовлені із високоякісного металопластику, який витримує високі температури, стійкі до корозії, відсутність відкладень, час експлуатації не менше ніж 50 років, швидкий монтаж. Труби, які проходять у приладових вітках прокладаються в підлозі приміщень.

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	Атестаційна випускна робота					
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Арк. 19

3.4 Розрахунок опалювальних приладів сходово-ліфтового холу

Розрахункову теплову потужність системи опалення сходового холу обчислюємо за формулою [4]:

$$Q_{ск}=(Q_{1ск} b_1 b_2)/0,97=12580 \text{ Вт}$$

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальні прилади сходового та ліфтового холу:

$$G_{ТМ} = G_{оп} = \frac{0,86(Q_{co} + Q_{ск})}{t_r - t_o} = 2500 \text{ кг/год}$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Q_{он} = (Q_1 - Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{зп})b_2b_3 = Q_1 = 11334 \text{ Вт}$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta t_{он} = \frac{0,86Q_{он}}{G_{он}} = 3,9^\circ\text{C}$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta t_T = T_r - \frac{\Delta t_{он}}{2} - t_{вн} = 132^\circ\text{C}$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70}\right)^{1+n} = 2,14; \quad \varphi_2 = \left(\frac{G_{он}}{360}\right)^p = 1,06;$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів «Акорд» при барометричному тиску для м. Луцьк приймаємо рівним 0,99.

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1=0,98$ – схема руху води «зверху-вниз»

$\psi_2=1$ - дворядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3=0,94$ - дворядна установка радіаторів у глибину

$c= 1$ - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$Q_{н}^{потр} = \frac{Q_{он}}{\varphi_1\varphi_2bc\psi_1\psi_2\psi_3} = 4702 \text{ Вт}$$

Приймаємо до установки шість конвекторів КА-0,784К з номінальним тепловим потоком $Q_{н} = 4704 \text{ Вт}$

Перевищення необхідного теплового потоку складає – 0,04%.

3.5 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Для проведення гідравлічного розрахунку системи опалення визначено головне циркуляційне кільце - ділянка від ІТП до опалювального приладу на останньому 10-му поверсі 11 квартири.

Атестаційна випускна робота

Арк.
20

Зам. інв. №						
Підпис і дата						
Інв. № ориг.						
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	

За відомими тепловими навантаженнями (таблиця 3.7) визначається значення внутрішнього діаметра трубопроводу на ділянках, при яких забезпечуються економічно-доцільні швидкості теплоносія на рівні 0,4...0,7 м/с. Використовуючи довідкові технічні дані для прийнятих типів труб та їх діаметрів приймаємо та вносимо відповідні гідравлічні характеристики: діаметр умовного проходу d_u для сталевих труб (внутрішній діаметр неметалевих трубопроводів d), приведений коефіцієнт тертя λ/d , питому пропускну здатність G/v , питомий динамічний тиск A , або питомий гідравлічний опір R .

Суму коефіцієнтів місцевих опорів на трубопроводах та встановленої на розрахункових ділянках гідравлічної арматури знаходимо з таблиць гідравлічних опорів та паспортів технічних характеристик обладнання. В разі відсутності даних про коефіцієнт місцевого опору гідравлічної арматури (обладнання), по паспортним діаграмам визначаються втрати тиску в цьому обладнанні при розрахунковій витраті теплоносія на ділянці.

Для забезпечення гідравлічної сталості роботи системи опалення при статичному балансуванні приймаємо, що втрати тиску у приладових ділянках складають не менше 70% від загальних втрат у головному циркуляційному кільці.

При динамічному балансуванні гідравлічна теплова сталість роботи поквартирних приладових ділянок забезпечується регулятором перепаду тиску автоматично і не потребує 70%-ної втрати тиску в стояку.

Для забезпечення ефективності теплового регулювання теплової потужності опалювального приладу втрати тиску на радіаторному термостатичному клапані повинні складати як можна більше але не менше 25% від загальних втрат на ділянці головного циркуляційного кільця, що регулюється. Встановлення автоматичних регуляторів перепаду тиску на приладовій поквартирній ділянці дозволяє зменшити розміри (і відповідно втрати тиску) ділянки, що регулюється.

Зам. інв. №							Інк. № ориг.							Арк. 21	
Підпис і дата							Зм.		К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>	

Таблиця 3.8 Гідравлічний розрахунок головної магістралі системи опалення багатоквартирного житлового будинку

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів деквартирної системи опалення															
№ діл.	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходу теплово та гідравлічського потоків	Втрата води на ділянці	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведенний коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянці	Сума коефіцієнтів місцевих опорів	Приведенний коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрата тиску на ділянці	Загальні втрати тиску	
N_0	$Q_{обг}, Вт$	ϕ	$G, кг/год$	$l, м$	$d, мм$	$\lambda/d, м^{-1}$	$G/v, (кг/год)/ (м/с)$	$A * 10^{-4}, Па/ (кг/год)^2$	$V, м/с$	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{пр}$	$S, Па/ (кг/год)^2$	$\Delta P_{обг}, Па$	$\Sigma \Delta P, Па$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
ІПІ-А	250197	1,0000	10758	6,2	100	0,24006	28040	0,0000006	0,384	0,9	2,388	0,000001	171	171	
ІПІІ-А"	250197	1,0000	10758	7,1	100	0,24006	28040	6,1847E-07	0,384	0,9	2,604	0,000002	186	357	
А-1	132843	0,5310	5712	9,50	70	0,38	13600	0,0000027	0,420	1,3	4,91	0,000013	433	790	
А"-1"	132843	0,5310	5712	9,50	70	0,38	13600	0,0000027	0,420	1,3	4,91	0,000013	433	1223	
1-2	117873	0,4711	5069	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,649	1,5	3,12	0,000025	649	1872	
1"-2"	117873	0,4711	5069	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,649	2	3,62	0,000029	753	2625	
2-3	104643	0,4182	4500	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,576	1	2,62	0,000021	430	3055	
2"-3"	104643	0,4182	4500	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,576	1	2,62	0,000021	430	3484	
3-4	91583	0,3660	3938	4,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,504	3	5,16	0,000042	648	4133	
3"-4"	91583	0,3660	3938	4,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,504	3	5,16	0,000042	648	4781	
4-5	78769	0,3148	3387	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,434	1	2,62	0,000021	243	5024	
4"-5"	78769	0,3148	3387	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,434	1	2,62	0,000021	243	5268	
5-6	65955	0,2636	2836	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,607	1,5	3,75	0,000084	679	5946	
5"-6"	65955	0,2636	2836	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,607	2	4,25	0,000096	769	6716	
6-7	53141	0,2124	2285	4,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,489	3	6	0,000135	705	7420	
6"-7"	53141	0,2124	2285	4,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,489	3	6	0,000135	705	8125	
7-8	40328	0,1612	1734	3,00	32	0,9	3580	0,0000383	0,484	1,5	4,2	0,000161	484	8609	
7"-8"	40328	0,1612	1734	3,00	32	0,9	3580	0,0000383	0,484	2	4,7	0,000180	541	9150	
8-9	27514	0,1100	1183	3,00	25	1,3	2040	0,0001180	0,580	1,5	5,4	0,000637	892	9017	
8"-9"	27514	0,1100	1183	3,00	25	1,3	2040	0,0001180	0,580	2	5,9	0,000696	974	9992	
9-10	14700	0,0588	632	3,00	20	1,79	1250	0,0003150	0,506	1,5	6,87	0,002164	865	10015	
9"-10"	14700	0,0588	632	3,00	20	1,79	1250	0,0003150	0,506	2	7,37	0,002322	928	10943	
$Q_{10} =$															
$N =$															

Для забезпечення гідравлічної сталості роботи системи опалення при статичному балансуванні приймаємо, що втрати тиску у приладових ділянках складають не менше 70% від загальних втрат у головному циркуляційному кільці. Тоді мінімальні втрати тиску у найбільш навантаженій приладовій ділянці Х поверху повинні бути не менше:

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Зм.	К-ть	Арк.	Но́док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Таблиця 3.9 Гідравлічна ув'язка приладових ділянок 10 поверху

№ діл.	$Q_{\text{оп}}$, Вт	φ	G , кг/год	l , м	d , мм	λd , м ⁻¹	G/v , (кг/год)/(м/с)	$A \cdot 10^{-4}$, Па/ (кг/год) ²	V , м/с	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{\text{пр}}$	S , Па/ (кг/год) ²	$\Delta P_{\text{оп}}$, Па	$\Sigma \Delta P$, Па
10-K10	14700	0,0588	632	0,05	20	1,79	1250	0,0003150	0,506	3,25	3,34	0,001052	420	11363
10"-K10"	14700	0,0588	632	0,15	20	1,79	1250	0,0003150	0,506	2,75	3,019	0,000951	380	11743
Для приладових віток приймаємо металопластикові трубопроводи фірми Herz PE-RT/Al/PE-HD - D _x S=16x2, d _{вн} =														
K10-a	3320	0,0133	143	0	15	2,69	685	0,0010500	0,208	48,98	48,98	0,051429	7048	18791
K10-a	3320	0,0133	143	24	16	1,86109	395,83	0,00310369	0,361	0	44,67	0,138630	2825	21616
a-b	3250	0,0130	140	5,1	16	1,86109	395,826	0,0031037	0,353	1,5	10,99	0,034114	666	22283
a"-b"	3250	0,0130	140	4,2	16	1,86109	395,826	0,0031037	0,353	1,5	9,317	0,028916	565	22847
b-оп1011	1700	0,0068	73	10	16	1,86109	395,826	0,0031037	0,185	1,5	20,11	0,062418	334	23181
b'-оп1011'	1700	0,0068	73	0	16	1,86109	395,826	0,0031037	0,185	1,5	1,5	0,004656	1825	25006
оп1011	1700	0,0068	73	0	15	2,69	685	0,0010500	0,107	2,5	2,5	0,002625	2094	27100
				53,3										7283
				1866	п.м.									26,8764
														24,7136
Втрати тиску на приладовій ділянці, Па														
Авторитет приладової ділянки, %														
Авторитет радіаторного клапана, %														

Обладнання	Ступінь попереднього налаштування	ΔP , Па
Herz-TS-90V	9	1800
Herz-4002 41	1,3	7300

Гідравлічний розрахунок інших ділянок поквартирного стояка 10-2.

b - оп1010	1550	0,0062	67	3	16	1,29895	703,69	0,0009820	0,095	1	4,897	0,004809	21	
b" - оп1010"	1550	0,0062	67	3	16	1,29895	703,69	0,0009820	0,095	1	4,897	0,004809	21	
a - оп1012	70	0,0003	3	4	16	1,29895	703,69	0,0009820	0,004	1	6,196	0,006084	0,1	
a" - оп1012"	70	0,0003	3	4	16	1,29895	703,69	0,0009820	0,004	1	6,196	0,006084	0,1	

Гідравлічна ув'язка опалювальних приладів приладової ділянки 5 кв. X поверху

Поверх-квартира-оп.прилад	Q _{оп.} , Вт	Со.п., кг/год	ΔP _{пор.гт} к, Па	Розрахункові величини		Нев'язка, %
				Ступінь попереднього налаштування Herz-TS-90-V	ΔP _{л.гтк} , Па	
1010	1550	66,7	4210	6	7200	160,88
1011	1700	73,1	1800	8	3500	91,46
1012	70	3,0	5483	2	550	265,41

Тиск P_H циркуляційного насосу системи опалення визначається за формулою [4]:

$$P_H = 1.1 \cdot (\Delta P_{co} - 0.7 \cdot P_e) \quad (5)$$

де ΔP_{co} - втрата тиску в системі опалення, Па

P_e - максимальний природний тиск, Па, який розраховується за формулою [4]:

$$P_e = 10 \cdot 3 \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot (H_{max.o/p} - H_{ит}) \quad (6)$$

де g - прискорення вільного падіння;

β - середній приріст об'ємної маси води при охолодженні її на 1°C , яке в інтервалі температур $65 \dots 95^\circ\text{C}$ приймається рівним $0.624 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{К})$ [4];

Δt - розрахункова різниця температур в подаючому та зворотньому трубопроводах системи опалення, $^\circ\text{C}$;

$H_{max.o/p}$ - відмітка о/п найбільш віддаленого ОП по вертикалі від джерела теплоти, м;

$H_{ит}$ - відмітка джерела теплоти, м.

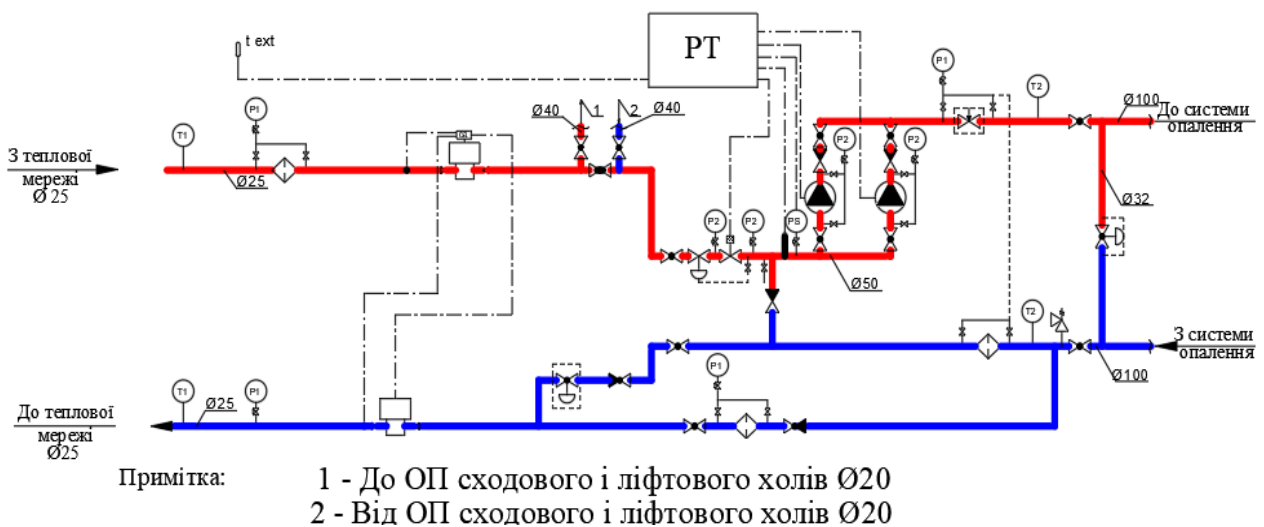
$$P_e = 4162 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{co} = 36479 \text{ Па}$$

$$P_H = 36922 \text{ Па}$$

Отримавши дані гідравлічного розрахунку (таблиця 3.8) - загальна витрата мережевої води на опалення ($11246 \text{ кг}/\text{год}$) та тиск P_H циркуляційного насосу системи опалення (37 кПа) і врахувавши технічні характеристики мережевого насосу (додаток 3), приймаємо до встановлення два насоса WILTOP S 50/7 з мокрим ротором (один – резервний).

Рис. 3.1 Схема індивідуального теплового пункту



Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
24

3.6 Розрахунок опалювальних приладів

Для встановлення в якості опалювальних приладів поквартирного опалення передбачено радіатори KERMI тип 22, 12, 11 та Narbonne V тип 10.

Тепловий потік опалювального приладу, що відрізняється від нормованих, визначаються формулою [4]:

$$Q = Q_n \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \quad (7)$$

де, Q_n - номінальний тепловий потік опалювальних приладів при нормованих умовах, Вт (додаток 2);

φ_1 - поправочний коефіцієнт, що враховує зміну теплового потоку опалювального приладу при розрахунковому температурному напорі Δt_r , що відрізняється від нормованого Δt_n ;

φ_2 - поправочний коефіцієнт, що враховує зміну теплового потоку опалювального приладу при розрахунковій витраті води G_{op} , яка відрізняється від нормованої G_n ;

b - коефіцієнт, що приймається за графіком в залежності від розрахункового барометричного тиску P_b , гПа для конкретного географічного пункту;

c - поправочний коефіцієнт, який враховує схему руху води в опалювальному приладі та зміні показника степеня r при різних діапазонах витрати теплоносія;

ψ_1 - поправочний безрозмірний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювального приладу при русі води в ньому за схемою "згори - вниз";

ψ_2 - поправочний коефіцієнт на число рядів опалювальних приладів по вертикалі, який враховує зменшення теплового потоку верхніх приладів, що омиваються нагрітим потоком повітря від розташованих нижче приладів;

ψ_3 - поправочний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів при їх установці в два ряди у глибину.

Зам. інв. №							Арк. 25
	Підпис і дата						
Інв. № ориг.							Арк. 25
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	

Атестаційна випускна робота

Так як горизонтальні труби приладових віток прокладені в монолітній підлозі, то тепловіддача від них буде близька до нуля.

Установка радіаторів запроектована під вікнами вільно у стіни. Підводки до опалювальних приладів передбачені з відступами.

За формулою обчислюємо температуру води, що надходять у кожний опалювальний прилад [4]:

$$t_{ex} = t_r - \frac{0.86 \cdot Q_1 \cdot B_2 \cdot B_3}{G_{ст}} = t_r - \frac{0.86 \cdot Q_1^* \cdot B_3}{G_{ст}} \quad (8)$$

Визначаємо перепад температур води в радіаторах за формулою [4]:

$$\Delta t_{o.п.} = \frac{0.86 \cdot Q_1^* \cdot B_3}{G_{ст} \cdot \alpha} \quad (9)$$

Температурний напір в кожному радіаторі обчислюємо за формулою [4]:

$$\Delta t_r = t_{ex} - \frac{\Delta t_{o.п.}}{2} - t_{en} \quad (10)$$

Розрахункову теплову потужність кожного радіатора обчислюємо за формулою [4]:

$$Q_{o.п.} = (Q_1 - 0.9 \cdot Q_{тр}) \cdot B_2 \cdot B_3 \quad (11)$$

За формулою або за графіком знаходимо для кожного значення коефіцієнта φ_1 [4]:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_r}{70}\right)^{1+n} \quad (12)$$

Поправочний коефіцієнт φ_2 визначаємо за формулою [4]:

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{оп}}{360}\right)^p \quad (13)$$

Приймаємо для спрощення розрахунків коефіцієнти на барометричний тиск у формулі: $b = 1$

$\psi_2 = 1$ (однорядна установка радіаторів по вертикалі);

$\psi_3 = 1$ (однорядна установка радіаторів у глибину).

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
26

Потрібний тепловий потік радіатора, приведений до нормованих умов, обчислюємо за формулою [4]:

$$Q_H^{\text{нотр}} = \frac{Q_{0.п.}}{\phi_1 \phi_2 \psi \psi_1 \psi_2 \psi_3} \quad (14)$$

Фактичний тепловий потік радіатора визначається з технічної документації (додаток 2).

Розходження між величинами Q_H^ϕ і $Q_H^{\text{нотр}}$ визначаємо для кожного радіатора за формулою [4]:

$$M = \frac{Q_H^\phi - Q_H^{\text{нотр}}}{Q_H^{\text{нотр}}} \times 100\% \quad (15)$$

Таблиця 3.10.1 Результати розрахунку радіаторів опалення першого поверху

№ опал.прилади	Необхідна розрахункова теплова потужність	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Перепад температури води в опал. приладі	Розрахункова температура припливу	Температурний напір ОП	Темловіддача відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужен. опал.приладу	Поправ.коєф. на витрату води в ОП	Поправ.коєф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Довжина опал.приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Нев'язка	Тип радіатору
№ прим.	$Q_1, \text{Вт}$	$G_{оп}, \text{кг/год}$	$t_{вх}, \text{°C}$	$\Delta t_{о.п}, \text{°C}$	$t_{вп}, \text{°C}$	$\Delta t_{м}, \text{°C}$	$Q_{мр}, \text{Вт}$	$Q_{оп}, \text{Вт}$	ϕ_1	ϕ_2	$Q^{\text{нотр}}, \text{Вт}$	мм	$Q_{н. \phi}, \text{Вт}$	M, %	H=500мм
101	1455	63	80	20	22	48	0	1469	0,61	0,97	2416	1800	2736	13,26	22
102	1057	45	80	20	20	50	0	1068	0,65	0,96	1675	1800	2017	20,40	12
103	1290	55	80	20	20	50	0	1303	0,65	0,96	2036	2000	2241	10,04	12
104	1530	66	80	20	20	50	0	1545	0,65	0,97	2407	1800	2736	13,66	22
105	1760	76	80	20	20	50	0	1778	0,65	0,97	2761	2000	3040	10,10	22
106	1700	73	80	20	20	50	0	1717	0,65	0,97	2669	2000	3040	13,90	22
107	1470	63	80	20	20	50	0	1485	0,65	0,97	2315	1800	2736	18,21	22
108	1570	68	80	20	20	50	0	1586	0,65	0,97	2469	1800	2736	10,83	22
109	1500	65	80	20	20	50	0	1515	0,65	0,97	2361	1800	2736	15,89	22
110	1560	67	80	20	20	50	0	1576	0,65	0,97	2453	1800	2736	11,52	22
111	1840	79	80	20	22	48	0	1858	0,61	0,97	3041	2300	3496	14,95	22
112	70	3	80	20	25	45	0	71	0,56	0,91	134	142	164	21,72	NV10
113	1060	46	80	20	22	48	0	1071	0,61	0,96	1771	1400	2128	20,12	22
114	840	36	80	20	20	50	0	848	0,65	0,96	1337	1400	1569	17,31	12
115	760	33	80	20	20	50	0	768	0,65	0,95	1213	1200	1345	10,93	12
116	1040	45	80	20	20	50	0	1050	0,65	0,96	1649	1200	1824	10,62	22
117	710	31	80	20	20	50	0	717	0,65	0,95	1134	1200	1345	18,58	12
118	850	37	80	20	20	50	0	859	0,65	0,96	1353	1400	1569	15,96	12
119	890	38	80	20	20	50	0	899	0,65	0,96	1415	1400	1569	10,85	12
120	740	32	80	20	20	50	0	747	0,65	0,95	1181	1200	1345	13,86	12
121	1030	44	80	20	20	50	0	1040	0,65	0,96	1633	1200	1824	11,67	22
122	720	31	80	20	20	50	0	727	0,65	0,95	1150	1200	1345	16,96	12
123	970	42	80	20	20	50	0	980	0,65	0,96	1540	1600	1793	16,43	12
124	750	32	80	20	20	50	0	758	0,65	0,95	1197	1200	1345	12,37	12
125	1050	45	80	20	22	48	0	1061	0,61	0,96	1755	1400	2128	21,25	22
											45258		51543	13,89	

Іnv. № ориг. Підпис і дата
 Зам. інв. №

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

Атестаційна випускна робота

Арк. 27

Таблиця 3.10.2 Результати розрахунку радіаторів опалення 2-10 поверхів

№ опал.приладу	Необхідна розрахункова теплова потужність	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Переді темп-ратури води в опал. приладі	Розрахункова температура приладдя	Температурний напір ОП	Температура відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужн. опал.приладу	Поправк.коэф. на витрату води в ОП	Поправк.коэф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Довжина опал.приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Невязка	Тип радіатора
№ прим.	$Q_{1, Вт}$	$G_{оп, кг/год}$	$t_{вх}, ^\circ C$	$\Delta t_{о.п.}, ^\circ C$	$t_{ан}, ^\circ C$	$\Delta t_{м}, ^\circ C$	$Q_{мп}, Вт$	$Q_{оп}, Вт$	φ_1	φ_2	$Q_{понт.}, Вт$	мм	$Q_{п.ф.}, Вт$	M, %	H=500мм
201/901	1203	52	80	20	22	48	0	1215	0,61	0,96	2006	2000	2241	11,71	12
202/902	915	39	80	20	20	50	0	924	0,65	0,96	1455	1800	1632	12,20	11
203/903	1111	48	80	20	20	50	0	1122	0,65	0,96	1759	1800	2017	14,66	12
204/904	1317	57	80	20	20	50	0	1330	0,65	0,96	2078	1600	2432	17,02	22
205/905	1523	66	80	20	20	50	0	1539	0,65	0,97	2397	1800	2736	14,14	22
206/906	1470	63	80	20	20	50	0	1484	0,65	0,97	2314	1800	2736	18,24	22
207/907	1272	55	80	20	20	50	0	1285	0,65	0,96	2009	2000	2241	11,54	12
208/908	1355	58	80	20	20	50	0	1368	0,65	0,96	2137	1600	2432	13,82	22
209/909	1295	56	80	20	20	50	0	1308	0,65	0,96	2044	2000	2241	9,65	12
210/910	1346	58	80	20	20	50	0	1360	0,65	0,96	2123	1600	2432	14,54	22
211/911	1516	65	80	20	22	48	0	1531	0,61	0,97	2515	1800	2736	8,79	22
212/912	60	3	80	20	25	45	0	61	0,56	0,91	115	142	164	41,75	NV10
213/913	876	38	80	20	22	48	0	884	0,61	0,96	1469	1100	1672	13,81	22
214/914	725	31	80	20	20	50	0	732	0,65	0,95	1157	1200	1345	16,21	12
215/915	656	28	80	20	20	50	0	662	0,65	0,95	1049	1100	1233	17,50	12
216/916	897	39	80	20	20	50	0	906	0,65	0,96	1427	1100	1672	17,17	22
217/917	614	26	80	20	20	50	0	620	0,65	0,95	984	1200	1088	10,56	11
218/918	733	32	80	20	20	50	0	740	0,65	0,95	1170	1200	1345	14,97	12
219/919	766	33	80	20	20	50	0	774	0,65	0,95	1222	1200	1345	10,05	12
220/920	636	27	80	20	20	50	0	642	0,65	0,95	1018	1000	1121	10,11	12
221/921	889	38	80	20	20	50	0	898	0,65	0,96	1414	1100	1672	18,23	22
222/922	615	26	80	20	20	50	0	621	0,65	0,95	985	1200	1088	10,46	11
223/923	835	36	80	20	20	50	0	844	0,65	0,95	1330	1400	1569	17,95	12
224/924	645	28	80	20	20	50	0	652	0,65	0,95	1033	1100	1233	19,36	12
225/925	866	37	80	20	22	48	0	874	0,61	0,96	1453	1100	1672	15,11	22
											38664		44095	14,04	
1001	1344	58	80	20	22	48	0	1358	0,61	0,96	2236	2300	2577	15,25	12
1002	1050	45	80	20	20	50	0	1061	0,65	0,96	1665	1800	2017	21,17	12
1003	1280	55	80	20	20	50	0	1293	0,65	0,96	2021	2000	2241	10,89	12
1004	1520	65	80	20	20	50	0	1535	0,65	0,97	2392	1800	2736	14,40	22
1005	1750	75	80	20	20	50	0	1768	0,65	0,97	2746	2000	3040	10,71	22
1006	1690	73	80	20	20	50	0	1707	0,65	0,97	2654	2000	3040	14,56	22
1007	1470	63	80	20	20	50	0	1485	0,65	0,97	2315	1800	2736	18,21	22
1008	1560	67	80	20	20	50	0	1576	0,65	0,97	2453	1800	2736	11,52	22
1009	1490	64	80	20	20	50	0	1505	0,65	0,97	2345	1800	2736	16,65	22
1010	1550	67	80	20	20	50	0	1566	0,65	0,97	2438	1800	2736	12,23	22
1011	1700	73	80	20	22	48	0	1717	0,61	0,97	2814	2300	3040	8,02	22
1012	70	3	80	20	25	45	0	71	0,56	0,91	134	142	164	21,72	NV10
1013	980	42	80	20	22	48	0	990	0,61	0,96	1640	1200	1824	11,19	22
1014	840	36	80	20	20	50	0	848	0,65	0,96	1337	1400	1569	17,31	22
1015	760	33	80	20	20	50	0	768	0,65	0,95	1213	1200	1345	10,93	12
1016	1030	44	80	20	20	50	0	1040	0,65	0,96	1633	1200	1824	11,67	22
1017	710	31	80	20	20	50	0	717	0,65	0,95	1134	1200	1345	18,58	12
1018	850	37	80	20	20	50	0	859	0,65	0,96	1353	1400	1569	15,96	12
1019	880	38	80	20	20	50	0	889	0,65	0,96	1400	1400	1569	12,08	12
1020	730	31	80	20	20	50	0	737	0,65	0,95	1166	1200	1345	15,39	12
1021	1030	44	80	20	20	50	0	1040	0,65	0,96	1633	1200	1824	11,67	12
1022	710	31	80	20	20	50	0	717	0,65	0,95	1134	1200	1345	18,58	12
1023	960	41	80	20	20	50	0	970	0,65	0,96	1524	1600	1793	17,61	12
1024	750	32	80	20	20	50	0	758	0,65	0,95	1197	1200	1345	12,37	12
1025	970	42	80	20	22	48	0	980	0,61	0,96	1624	1200	1824	12,32	22
											44389		50320	13,36	

Креслення системи опалення (план та аксонометрична схема) та основних її вузлів наведені на аркуші А1 №1 та №2.

Атестаційна випускна робота

Арк.
28

Інв. № ориг. Підпис і дата Зам. інв. №

Зм. К-ть Арк. №док Підпис Дата

4.1 Розрахунок надходжень теплоти , вологи та шкідливих виділень

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Враховуючи настанову [7] дод. Д табл. Д1 система вентиляції підтримує допустимі чи оптимальні параметри повітря. Температура внутрішнього повітря залежить від рівня метаболізму та теплоізоляційних властивостей вбрання людини. Для магазину з врахуванням даних таблиці Д4 [7], приймаємо:

- температуру повітря в теплий період року 23°C
- температуру повітря в холодний період року 20°C

Швидкість руху повітря в робочій зоні залежить від турбулентності та температури внутрішнього повітря. Використовуючи дані діаграми [7] максимально допустима середня швидкість повітря в робочій зоні:

- швидкість руху повітря в теплий період року приймаємо 0,23 м/с
- швидкість руху повітря в холодний період року приймаємо 0,18 м/с

Відносна вологість повітря в робочій зоні залежить від умов мікроклімату, що прийняті у приміщенні [7]:

Умови мікроклімату	Відносна вологість повітря, %
Підвищені оптимальні	30-50
Оптимальні умови	25-60
Допустимі	25-70
Обмежено допустимі	Менше 20 та більше 70

Теплонадходження від штучного освітлення

В якості освітлювальних приладів прийнято люмінесцентні лампи, теплонадходження яких обчислюється за формулою [8]:

$$Q_{\text{осв}} = A \cdot E \cdot q_{\text{ос}} \cdot \eta_{\text{ос}} \quad (16)$$

де, A - площа підлоги, м², A = 700 м²

E – освітленість [9], Люкс, E = 400 Люкс.

q_{ос} - питомі виділення теплоти, на 1 Лк освітленості [9], q_{ос} = 0,08 Вт/м²

η_{ос} - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту [8] η_{ос} = 0,55

$$Q_{\text{осв}} = 700 \cdot 400 \cdot 0,083 \cdot 0,55 = 12782 \text{ Вт}$$

Атестаційна випускна робота

Арк.
30

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. № док Підпис Дата

Надходження шкідливостей від людей в теплий період року

Явна кількість теплоти [8]:

$$Q_{л, h} = \sum(q_{л, h} \cdot n), \quad (17)$$

де $q_{л, h}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини, Вт/люд
 n - кількість людей, чол

При $t_{wz} = 23^\circ\text{C}$, $q_{л, h} = 78$ Вт/люд [8]; $n = 400$ чол.

$$Q_{л, h}(1) = 78 \cdot 400 = 31200 \text{ Вт}$$

Повна кількість теплоти [8]:

$$Q_{л, hf} = \sum(q_{л, hf} \cdot n), \quad (18)$$

де $q_{л, hf}$ - питомі повні теплонадходження від однієї людини, Вт/люд
 n - кількість людей, чол

При $t_{wz} = 23^\circ\text{C}$, $q_{л, h} = 147$ Вт/люд [8]; $n = 400$ чол.

$$Q_{л, h}(1) = 147 \cdot 400 = 58960 \text{ Вт}$$

Надходження шкідливостей від людей в холодний період року

Явна кількість теплоти [8]:

$$Q_{л, h} = \sum(q_{л, h} \cdot n), \quad (19)$$

де $q_{л, h}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини, Вт/люд
 n - кількість людей, чол

При $t_{wz} = 20^\circ\text{C}$, $q_{л, h} = 99$ Вт/люд [8]; $n = 400$ чол.

$$Q_{л, h}(1) = 99 \cdot 400 = 39600 \text{ Вт}$$

Повна кількість теплоти [8]:

$$Q_{л, hf} = \sum(q_{л, hf} \cdot n), \quad (20)$$

де $q_{л, hf}$ - питомі повні теплонадходження від однієї людини, Вт/люд
 n - кількість людей, чол

При $t_{wz} = 20^\circ\text{C}$, $q_{л, h} = 151$ Вт/люд [8]; $n = 400$ чол.

$$Q_{л, h}(1) = 151 \cdot 400 = 60400 \text{ Вт}$$

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата
-----	------	------	-------	--------	------

Атестаційна випускна робота

Теплонадходження від обладнання

Основним обладнанням в магазині є каси, теплонадходження від яких вираховується за формулою [8]:

$$Q_e = N_e \cdot n \cdot \eta, \quad (21)$$

де N_e - номінальна електрична потужність обладнання, Вт/шт

n - кількість одиниць обладнання, шт

η - коефіцієнт завантаженості обладнання

$$N_e = 800 \text{ Вт}, n = 7 \text{ шт.}, \eta = 0,8$$

$$Q_e = 800 \cdot 7 \cdot 0,8 = 4480 \text{ Вт}$$

Теплонадходження через світлопрозорі огорожувальні конструкції

Тепловий потік через i -й застклений світловий отвір, Вт, слід визначати за формулою [10]:

$$Q_i = Q_{co,i} \cdot a_n + Q_{\Delta t}, \quad (22)$$

де $Q_{co,i}$ – тепловий потік прямої і розсіяної сонячної радіації через застклений світловий отвір, Вт;

a_n – показник поглинання теплового потоку сонячної радіації огороженнями та обладнанням приміщення [10];

$Q_{\Delta t}$ - тепловий потік теплопередачею через світловий отвір, Вт

Тепловий потік сонячної радіації через світловий отвір, Вт, розраховується за формулою [10]:

$$Q_{co,i} = (I_p K_1 + I_r K_2) K_3 \cdot K_4 \cdot A_v \quad (23)$$

де I_p, I_r – поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м², через застклений світловий отвір в липні в даний час доби, відповідно від прямої (I_p) і розсіяної (I_r) сонячної радіації [10];

K_1 – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією для обліку площі світлового прорізу, незатемненого горизонтальною $K_{(п,Г)}$ і вертикальною $K_{(п,В)}$ площинами в будівельному виконанні [10];

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

K_2 – коефіцієнт опромінення для обліку надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи, незатемнені горизонтальною і вертикальною зовнішніми сонцезахисними площинами в будівельному виконанні [10];

K_3 – коефіцієнт теплопроникності сонцезахисних пристроїв (штори, карнизи, жалюзі та ін. вироби заводського виготовлення [10];

K_4 – коефіцієнт теплопроникності скління світлових прорізів[10];

A_B – площа заклоєної частини світлового прорізу (скління), м².

Коефіцієнт K_1 визначається за формулою [11]:

$$K_1 = K_{п,Г} \cdot K_{п,В} \quad (24)$$

$$K_{п,Г} = 1 - H^{-1} \left(\frac{l_1 \operatorname{tg} h_s}{\cos A_{s,oc}} - r \right) \quad (25)$$

$$K_{п,В} = 1 - B^{-1} (l_2 | \operatorname{tg} A_{s,oc} | - s) \quad (26)$$

де H, B – висота і ширина світлового прорізу, м;

l_1, l_2 – ширина горизонтальних і вертикальних будівельних сонцезахисних площин;

h_s – висота сонця – кут, град., між напрямком сонячного променя і його проекцією на горизонтальну площину [11];

$A_{s,oc}$ – сонячний азимут скління світлового прорізу, град.;

r, s – відстань, від сонцезахисних площин відповідно до вертикального або горизонтального краю світлового прорізу, м. При відсутності зовнішніх сонцезахисних площин слід приймати $r = s = 0$.

Якщо при обчисленнях буде отримано результат:

а) $K_{п,Г} \leq 0$ або $K_{п,В} \leq 0$, то слід прийняти $K_1 = 0$, тобто світловий проріз повністю затінений;

б) $K_{п,Г} > 1$ або $K_{п,В} > 1$, то слід прийняти $K_1 = 1$, тому що тїнь від сонцезахисного пристрою не доходить до світлового прорізу [11].

Сонячний азимут світлового прорізу, $A_{s,oc}$, град., визначається різницею кутів азимута сонця і азимута світлового прорізу [11].

$$A_{s,oc} = |A_s - A_{oc}| \quad (27)$$

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
33

де A_s – азимут сонця, град., кут між напрямком на південь і горизонтальною проекцією сонячного променя [11];

A_{oc} – азимут світлового прорізу, град., кут між перпендикуляром до скління і напрямком на південь. Азимути світлових прорізів, орієнтовані за основними сторонами світу мають такі значення: ПдСх - 45° , Сх - 90° , ПнСх - 135° , Пн - 180° , Пд $\pm 0^\circ$, ПдЗх - 45° , Зх - 90° , ПнЗх - 135° .

Коефіцієнт K_2 визначається за формулою [11]:

$$K_2 = K_r \cdot K_B \quad (28)$$

Коефіцієнти K_r, K_B приймаються в залежності від сонцезахисних кутів, утворених площинами l_1, l_2 , які визначали за формулами [11]:

$$\beta = \arctg \left[\frac{l_1}{(H+r)} \right] \quad (29)$$

$$\gamma = \arctg \left[\frac{l_2}{(B+s)} \right] \quad (30)$$

Показник a_n характеризує поглинання огороженнями та обладнанням приміщення теплового потоку прямої та розсіяної сонячної радіації, що передається повітрю конвективними потоками, відповідно до величини відношення $\sum Y/\Delta$, у яких $\sum Y$ – показник сумарного засвоєння теплоти огороженнями і обладнанням приміщення, Вт/°С [11]:

$$\sum Y = Y_1 A_1 + Y_2 A_2 + \dots + Y_{oc} A_n + Y \quad (31)$$

$$\Delta = 2,55 \cdot (A_1 + A_2 + \dots + A_n + A_B), \quad (32)$$

де: $Y_1 \dots + Y_n$ – коефіцієнти теплосасвоєння, Вт/(м²·°С), для стін, покриттів і підлоги,

$A_1 \dots A_n$ – внутрішні поверхні огорожень приміщень і поверхні обладнання, м²;

Δ – показник інтенсивності конвективного теплообміну в приміщенні, Вт/°С.

Тепловий потік теплопередачею через світловий отвір розраховується за формулою, Вт:

$$Q_{\Delta t} = (t_3 + 0,5 \cdot \theta_1 \cdot A_{t_{3роз}} - t_{п}) \cdot \frac{A_B}{R_{oc}}, \quad (33)$$

де t_3 – середня температура в липні, °С, [1];

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	<i>Атестаційна випускна робота</i>					
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	

$A_{t_{3\text{роз}}}$ – розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, °С, [11];

θ_1 – коефіцієнт, що виражає гармонійні коливання температур зовнішнього повітря, [11];

$t_{\text{п}}$ – температура повітря в приміщенні, °С,

$A_{\text{в}}$ – площа вікон, м²;

$R_{\text{ос}}$ – термічний опір світлопрозорої конструкції, (м²·°С)/Вт.

$$A_{t_{3\text{роз}}} = A_{t_3} + \frac{\chi \cdot (J_{\text{max}} - J_{\text{сер}})}{\alpha_{\text{зл}}}, \quad (34)$$

де A_{t_3} – середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні, °С,;

χ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом поверхні огорожувальної конструкції [11]);

$J_{\text{max}}, J_{\text{сер}}$ – відповідно максимальне та середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/м², що потрапляє в липні на горизонтальну або вертикальну поверхню [1]);

$\alpha_{\text{зл}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження у літніх умовах експлуатації, визначається за формулою [11]:

$$\alpha_{\text{зл}} = 1,16 \cdot (5 - 10\sqrt{v}), \quad (35)$$

де v – мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, м/с, повторюваність яких складає 16% і більше, але не менше ніж 1 м/с.

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк. 35
			<i>Атестаційна випускна робота</i>						
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

Таблиця 4.1 Результати розрахунку теплонадходжень через світлопрозорі огорожуючі конструкції

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Результати розрахунку теплонадходжень через світлопрозорі огорожуючі конструкції															
			6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Іп	0	13	94	206	344	344	299	206	94	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Ір	31	59	76	85	91	91	90	87	85	76	59	31	0	0	0	0	0	0
Іhs	21	30	38	47	54	58	58	54	38	21	12	3	0	0	0	0	0	0
As	97	85	72	56	36	13	13	36	72	85	97	109	119	0	0	0	0	0
kg	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
kb	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
k3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
k4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
an	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
lmax	80	160	285	402	499	547	547	499	402	285	160	80	43	0	0	0	0	0
lср	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
χ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
θ	-0,87	-0,5	0	0,5	0,87	1	0,87	0,5	-0,5	-0,87	-1	-0,87	-0,5	0	0,5	0,87		
Qj=	-63,266	-20,42	24,0569	141,639	128,874	246,094	255,367	124,931	300,33	177,865	34,6768	-30,328	-49,225	-48,51	-36,8	-5,0811	18,3908	
Qocі	68,9956	131,314	209,852	491,681	319,742	665,635	737,893	413,126	1162,52	838,588	376,677	206,522	131,314	68,9956	0	0	0	0
k1	0,99817	0,69258	1,0871	1,11739	0,21256	0,54037	0,54037	0,21256	1,0871	0,69258	0,99817	1,13457	1,09386	1,04063	1,04063	1,04063	1,04063	1,04063
knг	0,92995	0,68715	1,02854	1,0198	1,27578	0,55347	0,55347	1,27578	1,0198	1,02854	0,68715	0,92995	0,9574	1,02018	1,0125	1,0125	1,0125	1,0125
knв	1,07337	1,0079	1,05694	1,0957	0,16661	0,97633	0,97633	0,16661	1,0957	1,05694	1,0079	1,07337	1,18505	1,07222	1,02778	1,02778	1,02778	1,02778
Asoc	97	85	72	56	36	13	13	36	56	72	85	97	109	119	0	0	0	0
k2	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728	0,7728
β	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856	2,82856
γ	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733	6,1733
Aw=	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
an=	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Z=8год.																		
ΣY=	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961	707,961
	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476	239,476
	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563	2,9563
Qt	-83,275	-58,501	-36,8	-0,9487	36,1489	53,0601	41,3783	5,12467	-36,8	-65,326	-74,56	-90,22	-87,306	-68,519	-36,8	-5,0811	18,3908	
Atпроф=	13,3549	10,8504	14,2628	17,9256	20,9623	22,465	22,465	20,9623	17,9256	14,2628	10,8504	13,3549	14,5133	15,8594	15,8594	15,8594	15,8594	15,8594
αэл=	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541	25,5541

Атестаційна випускна робота

Теплонадходження через масивні огорожувальні конструкції

Тепловий потік, Вт, через масивну огорожувальну конструкцію (зовнішню стіну або перекриття) Q_M , для даної години доби (Z) визначається за формулою [11]:

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \left(t_{\text{зовн}} + \chi \frac{J_{\text{сер}}}{\alpha_{\text{зл}}} - t_{\text{вн}} \right) + \beta \frac{\alpha_{\text{вн}}}{\nu} \left(0,5 \cdot \theta_1 \cdot A_{t_{\text{зроз}}} + \frac{\chi}{\alpha_{\text{зл}}} \theta_2 \cdot A_j \right) \right] A_M, \quad (36)$$

де R - опір теплопередачі масивної огорожувальної конструкції (зовнішня стіна, перекриття), $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ [2];

$J_{\text{сер}}$ - середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), $\text{Вт}/\text{м}^2$, що потрапляє в липні на горизонтальну або вертикальну поверхню [11]);

β - коефіцієнт, що враховує наявність або відсутність повітряного прошарку, приймається рівним 1 при відсутності вентиляційного повітряного прошарку в огороженні та 0,6 для усіх інших огорожувальних конструкцій;

χ , $\alpha_{\text{зл}}$, $A_{t_{\text{зроз}}}$ - те ж саме, що у формулах щодо теплонадходжень через світлопрозорі конструкції;

$\alpha_{\text{вн}}$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ [2];

ν - величина затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожуючій конструкції [11];

θ_1, θ_2 - коефіцієнти гармонійної зміни температури зовнішнього повітря, обираються для кожної години доби відповідно при $\varepsilon_1 = \varepsilon + 15$; $\varepsilon_2 = \varepsilon + z$; ε - запізнення температурних коливань в огороженні;

z - година максимуму сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації [1];

A_M - площа масивної огорожуючої конструкції (зовнішня стіна, перекриття), м^2 ;

A_j - амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна) [11].

Величину затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожуючій конструкції, визначаємо за формулою:

$$\nu = 2^{\sum D} \left(0,83 + 3 \frac{\sum R}{\sum D} \right) \nu_e \cdot \nu_a, \quad (37)$$

Атестаційна випускна робота

Арк.
37

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

де $\sum D$ – теплова інерція огороження [11];

$\sum R$ – термічний опір огороження Вт/(м²·°C) [12];

S_1, S_2 – коефіцієнти теплосасвоєння матеріалів першого і другого шарів по ходу теплової хвилі, Вт/(м²·°C).

$$\sum D = \sum (R \times S) \quad (38)$$

Запізнення температурних коливань в огорожувальній конструкції, ε , в годинах, визначається за формулою [11]:

$$\varepsilon = 2,7 \sum D - 0,4 \quad (39)$$

Амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної) A_j , Вт/м², визначається за формулою [11]:

$$A_j = J_{max} - J_{сер}, \quad (40)$$

Таблиця 4.2 Результати розрахунку теплонадходжень через масивні огорожуючі конструкції

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
R	4	4	4	4	4	4	4	4
β	1	1	1	1	1	1	1	1
ε	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421
ε_1	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421
ε_2	22,421	23,421	24,421	25,421	26,421	27,421	28,421	29,421
θ_1	1	1	1	1	1	1	1	1
θ_2	-0,26	0	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
v	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437
ve	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929
I_{max}	80	160	285	402	499	547	547	499
$I_{сер}$	168	168	168	168	168	168	168	168
s1	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95
s2	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
A_j	88	8	117	234	331	379	379	331
Qm1	83,11992	80,54565	84,16648	88,38877	91,88931	93,62154	93,62154	91,88931
Am1	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44
Qm2	195,4441	189,3911	197,905	207,8331	216,0641	220,1371	220,1371	216,0641
Am2	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна випускна робота

Арк.
38

Таблиця 4.2 Результати розрахунку теплонадходжень через масивні огорожуючі конструкції (продовження)

	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
R	4	4	4	4	4	4	4	4	4
β	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ϵ	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421	16,421
ϵ_1	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421	31,421
ϵ_2	30,421	31,421	32,421	33,421	34,421	35,421	36,421	37,421	38,421
θ_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
θ_2	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
v	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437	75,061437
ve	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929	5,9258929
Imax	402	285	160	80	43	0	0	0	0
Iсер	168	168	168	168	168	168	168	168	168
s1	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95	18,95
s2	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Aj	234	117	8	88	125	168	168	168	168
Qм1	88,38877	84,16648	80,23288	83,11992	84,45518	86,00697	86,00697	86,00697	86,00697
Am1	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44	41,44
Qм2	207,8331	197,905	188,6557	195,4441	198,5838	202,2326	202,2326	202,2326	202,2326
Am2	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44	97,44

Тепловий баланс в приміщенні

За результатами розрахунків теплонадходжень та тепловтрат складено баланс шкідливостей. Різниця теплонадходжень та тепловтрат визначається теплонадлишками в приміщенні, які компенсуються вентиляційним повітрям.

Таблиця 4.3. Тепловий баланс в приміщенні

Період року	Параметри	Надходження	Втрати	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м ³
Теплий	Явна теплота	31200	-	31200	7,96
	Повна теплота	76522,33	-	76522,33	
Холодний	Явна теплота	39600	12120	27480	7,01
	Повна теплота	77662	12120	65542	

Атестаційна випускна робота

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Визначення градієнту температури в приміщенні

Градієнт температури - це підвищення температури на кожен 1 м висоти приміщення вище робочої зони, що залежить від теплонапруженості приміщення. Теплонапруженість - це величина, яка залежить від надходження явної теплоти в приміщення, та від об'єму самого приміщення [11]:

$$Q_{\text{тн}} = \frac{\Delta Q_{\text{нпр}}}{V_{\text{пр}}} \quad (41)$$

де $V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення, м³

$\Delta Q_{\text{нпр}}$ – явні надлишки теплоти в приміщенні, Вт

$$V_{\text{пр}} = 3918 \text{ м}^3$$

$$\Delta Q_{\text{нпр}}^{\text{ТП}} = 31200 \text{ Вт} \quad Q_{\text{тн}}^{\text{ТП}} = 31200/3918 = 7,96 \text{ Вт/м}^3$$

$$\Delta Q_{\text{нпр}}^{\text{ХП}} = 27480 \text{ Вт} \quad Q_{\text{тн}}^{\text{ХП}} = 27480/3918 = 7,01 \text{ Вт/м}^3$$

$$Q_{\text{тн}}^{\text{ТП}} = 7,96 \text{ Вт/м}^3 \Rightarrow \text{gradt} = 0,5 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

$$Q_{\text{тн}}^{\text{ХП}} = 7,01 \text{ Вт/м}^3 \Rightarrow \text{gradt} = 0,3 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

Вологонадходження в теплий та холодний періоди року

Вологонадходження від людей визначається за формулою [11]:

$$M_{\text{в}} = \sum(m_{\text{вл}} \cdot n) \quad (42)$$

де $m_{\text{вл}}$ - питомі вологонадходження від однієї людини [11], г/год*чол

n – кількість людей (відвідувачів), чол.

$$m_{\text{вл}} = 99 \text{ г/год*чол (при } t_{\text{wz}} = 23^\circ\text{C), } n = 400 \text{ чол}$$

$$M_{\text{в}}^{\text{ТП}} = 99 \cdot 400 = 39600 \text{ г/год}$$

$$m_{\text{вл}} = 75 \text{ г/год*чол (при } t_{\text{wz}} = 20^\circ\text{C), } n = 400 \text{ чол}$$

$$M_{\text{в}}^{\text{ХП}} = 75 \cdot 400 = 30000 \text{ г/год}$$

Надходження вуглекислого газу

$$M_{\text{CO}_2} = \sum(M \cdot n) \quad (43)$$

де M - питомі надходження CO₂ від однієї людини [11], г/год*чол

$$M = 60 \text{ г/год*чол} \quad M_{\text{CO}_2} = 60 \cdot 400 = 24000 \text{ г/год}$$

Зам. інв. №						Арк. 40
Підпис і дата						Атестаційна випускна робота
Інв. № ориг.	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Таблиця 4.4 Кількість вологи та вуглекислого газу

Приміщення	Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу M_{CO_2} г/год
Магазин	Теплий	39600	24000
	Холодний	30000	

4.2 Розрахунок повітрообміну

Теплий період року

Повітрообмін за санітарними нормами

За санітарними нормами (асиміляція пилу) необхідна кількість повітря розраховується за формулою [13]:

$$L_{CH} = 3,6 \cdot (n \cdot q_p + S \cdot q_v) \quad (44)$$

де n – кількість людей (відвідувачів), чол.

q_p - питома витрата зовнішнього повітря на одну людину, $dm^3/(c \cdot \text{людину})$;

q_v - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень (пилу), $dm^3/(c \cdot m^2)$;

S – площа приміщення, m^2

$n = 400$ чол; $q_p = 7$ $dm^3/(c \cdot \text{людину})$ [13]; $q_v = 0,7$ $dm^3/(c \cdot m^2)$ [13]; $S = 700$ m^2

$L_{CH} = 3,6 \cdot (400 \cdot 7 + 700 \cdot 0,7) = 11844$ $m^3/\text{год}$

$G_{CH} = L_{CH} \cdot \rho$, де $\rho = 1,20$ kg/m^3 (густина внутрішнього повітря)

$G_{CH} = 11844 \cdot 1,2 = 14213$ $kg/\text{год}$

Повітрообмін на розбавлення вуглекислого газу до ГДК

Необхідна кількість повітря для розбавлення CO_2 до ГДК визначається за формулою [13]:

$$L_{CO_2} = L_{wz} + \frac{M_{CO_2, \text{мг}} - L_{wz}(q_{wz} - q_{in})}{(q_l - q_{in})} = L_{wz} + \frac{M_{CO_2, \text{мг}} - L_{wz}(q_{wz} - q_{ext})}{(q_l - q_{ext})} \quad (45)$$

де L_{wz} - продуктивність місцевих відсмоктувачів в робочій зоні, $L_{wz} = 0$

M_{CO_2} - виділення вуглекислого газу, $mg/\text{год}$

q_{wz} – концентрація вуглекислого газу зони обслуговування, mg/m^3

q_l – концентрація вуглекислого газу витяжного повітря, mg/m^3

q_{ext} - концентрація вуглекислого газу зовнішнього повітря, mg/m^3

Атестаційна випускна робота

Арк.
41

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

$$M_{CO_2} = 24000 \text{ г/год} = 24000000 \text{ мг/год}$$

$$q_{wz} = q_1 = 500 \text{ ppm} = 500 \cdot 1.83 = 915 \text{ мг/м}^3 = 910 + 915 = 1825 \text{ мг/м}^3$$

$$q_{ext} = 910 \text{ мг/м}^3 \text{ (для міст)}$$

$$L_{CO_2} = 24000000 / (1825 - 910) = 26230 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{CO_2} = 26230 \cdot 1,2 = 31475 \text{ кг/год}$$

Повітрообмін на асиміляцію теплонадлишків

Необхідна кількість повітря для розбавлення теплонадлишків визначається за формулою [13]:

$$L_{hf} = L_{wz} + \frac{3,6 Q_{hf\text{ min}} - \rho L_{wz} (I_{wz} - I_{in})}{\rho (I_i - I_{in})} = L_{wz} + \frac{3,6 Q_{hf\text{ min}} - \rho L_{wz} (I_{wz} - I_{ext})}{\rho (I_i - I_{ext})} \quad (46)$$

де L_{wz} - продуктивність місцевих відсмоктувачів в робочій зоні, $L_{wz} = 0$

$\rho = 1,20 \text{ кг/м}^3$ (густина внутрішнього повітря);

I_{wz} - ентальпія повітря зони обслуговування, кДж/кг;

I_{ext} - ентальпія зовнішнього повітря, кДж/кг;

I_i - ентальпія витяжного повітря, кДж/кг.

Ентальпії повітря зони обслуговування, зовнішнього та витяжного повітря визначаються графічним способом із використанням i-d діаграми (додаток 4).

$$I_{wz} = 62,3 \text{ кДж/кг};$$

$$I_{ext} = 57,8 \text{ кДж/кг};$$

$$I_i = 65,1 \text{ кДж/кг}.$$

$$L_{hf} = 3,6 \cdot 76522 / 1,2 \cdot (65,1 - 57,8) = 31448 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{hf} = 31448 \cdot 1,2 = 37737 \text{ кг/год}$$

Повітрообмін на асиміляцію вологонадлишків

Необхідна кількість повітря для розбавлення вологонадлишків визначається за формулою [13]:

$$L_w = L_{wz} + \frac{W_{mn} - \rho L_{wz} (d_{wz} - d_{in})}{\rho (d_i - d_{in})} = L_{wz} + \frac{W_{mn} - \rho L_{wz} (d_{wz} - d_{ext})}{\rho (d_i - d_{ext})} \quad (47)$$

Атестаційна випускна робота

Арк.
42

Зам. інв. №					
	Підпис і дата				
Інв. № орг.					
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис

де $W_{\text{тп}}$ – надлишки вологи, г/год;

d_{wz} – вологовміст повітря зони обслуговування, г/кг;

d_{in} – вологовміст припливного повітря, г/кг;

d_1 – вологовміст витяжного повітря, г/кг;

d_{ext} – вологовміст зовнішнього повітря, г/кг;

L_{wz} - продуктивність місцевих відсмоктувачів в робочій зоні, $L_{\text{wz}} = 0$

$\rho = 1,20$ кг/м³ (густина внутрішнього повітря).

Вологовміст повітря зони обслуговування, зовнішнього та витяжного повітря визначаються графічним способом із використанням i-d діаграми (додаток 4).

$d_{\text{wz}} = 14,5$ г/кг;

$d_{\text{ext}} = 13,9$ г/кг;

$d_1 = 14,9$ г/кг.

$$L_w = 3,6 \cdot 39600 / 1,2 \cdot (14,9 - 13,9) = 33000 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{\text{hf}} = 33000 \cdot 1,2 = 39600 \text{ кг/год}$$

Нев'язка: $H = \frac{\max(L_{\text{hf}}, L_w) - \min(L_{\text{hf}}, L_w)}{\max(L_{\text{hf}}, L_w)} 100\% = \frac{33000 - 31448}{33000} 100\% = 4,7\% < 5\%$

Вимогу дотримано.

Загальний повітрообмін - найбільший з усіх вище наведених: $L = 33000$ м³/год.

Холодний період року

Загальна кількість вентиляційного повітря в холодний період приймається за розрахунком для теплого періоду року $L_w = 33000$ м³/год.

Розрахункова витрата зовнішнього повітря приймається більша між L_{ch} та L_{co2} . Приймаємо $L_{\text{wz}}^{\text{ХП}} = 26230$ м³/год.

При цьому кількість повітря, що підлягає рециркуляції, становитиме:

$$L_p = L_w - L_{\text{wz}}^{\text{ХП}} = 33000 - 26230 = 6770 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вологовміст, ентальпія повітря зони обслуговування, зовнішнього та витяжного повітря визначаються графічним способом із використанням i-d діаграми (додаток 4). Результати обчислень зведено до таблиці.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
43

Таблиця 4.5 Параметри повітря вентиляційної системи

Період	Точка	Опис	t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	23,0	57,8	13,9	74,0
	wz	робоча зона	26,0	62,3	14,5	65,0
	1	повітря, що видаляється	27,8	65,1	14,9	59,0
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-20,0	-18,1	0,8	86,0
	C	суміш	7,0	10,3	1,5	22,0
	in	припливне повітря	7,8	11,1	1,5	21,0
	wz	робоча зона	20,0	24,8	1,7	12,0
	1	повітря, що видаляється	21,1	25,9	1,8	11,0

Таблиця 4.6 Результати розрахунку повітрообміну

Повітрообмін	G, кг/год	L, м³/год
Теплий період		
За санітарними нормами	14213	11844
За розбавленням CO ₂ до ГДК	31475	26230
За асиміляцією теплонадлишків	37737	31448
За асиміляцією вологонадлишків	39600	33000
Холодний період		
Витрата зовнішнього повітря	12670	10800
Витрата рециркуляційного повітря	1480	1260

4.3 Розрахунок системи при спільній роботі вентиляції з охолодженням

Проектом передбачена прямоточна система вентиляції, яка подає лише зовнішнє повітря без охолодження. Для забезпечення холодопостачання встановлюються повітроохолоджувачі, що працюють як доводчики. Вони забирають повітря у верхній зоні, охолоджують його і подають охоложене повітря до приміщення з верхньої зони струминами вниз, вертикально або під кутом.

Атестаційна випускна робота

Арк.
44

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Змішування охолодженого повітря з повітрям приміщення – це дуже складний процес, що складається з підмішування (ежекції) повітря верхньої зони до струмин охолодженого повітря та змішування отриманої суміші з повітрям робочої зони - цей процес відбувається одночасно з асиміляцією тепловологонадлишків робочої зони.

Практичний підхід для розрахунку кондиціонування повітря передбачає побудову фіктивного процесу змішування припливного зовнішнього та охолодженого повітря.

Особливість розрахунку систем вентиляції з місцевими доводчиками полягає у тому, що в доводчику в більшості випадків процес охолодження супроводжується конденсацією вологи. Тому вологовміст витяжного повітря заздалегідь невідомий.

За розрахункову витрату зовнішнього повітря приймається більша з розрахованих: повітрообмін за санітарними нормами чи повітрообмін на розбавлення CO₂ до ГДК, [13]:

$$L_{ext} = \max (L_{сн}, L_{CO_2}).$$

Повітрообмін за санітарними нормами

За санітарними нормами (асиміляція пилу) необхідна кількість повітря розраховується за формулою [13]:

$$L_{сн} = 3,6 \cdot (n \cdot q_p + S \cdot q_v) \quad (48)$$

де n – кількість людей (відвідувачів), чол.

q_p - питома витрата зовнішнього повітря на одну людину, дм³/(с·людину);

q_v - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень (пилу), дм³/(с·м²);

S – площа приміщення, м²

$n = 400$ чол; $q_p = 7$ дм³/(с·людину) [13]; $q_v = 0,7$ дм³/(с·м²) [13]; $S = 700$ м²

$$L_{сн} = 3,6 \cdot (400 \cdot 7 + 700 \cdot 0,7) = 11844 \text{ м}^3/\text{год}$$

$G_{сн} = L_{сн} \cdot \rho$, де $\rho = 1,20$ кг/м³ (густина внутрішнього повітря)

$$G_{сн} = 11844 \cdot 1,2 = 14213 \text{ кг/год}$$

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	<div style="text-align: right;"> <i>Атестаційна випускна робота</i> </div>					
Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Арк. 45

Повітрообмін на розбавлення вуглекислого газу до ГДК

Необхідна кількість повітря для розбавлення CO₂ до ГДК визначається за формулою [13]:

$$L_{CO_2} = L_{wz} + \frac{M_{CO_2, \text{мг}} - L_{wz}(q_{wz} - q_{in})}{(q_l - q_{in})} = L_{wz} + \frac{M_{CO_2, \text{мг}} - L_{wz}(q_{wz} - q_{ext})}{(q_l - q_{ext})} \quad (49)$$

де L_{wz} - продуктивність місцевих відсмоктувачів в робочій зоні, $L_{wz} = 0$

M_{CO_2} - виділення вуглекислого газу, мг/год

q_{wz} - концентрація вуглекислого газу зони обслуговування, мг/м³

q_l - концентрація вуглекислого газу витяжного повітря, мг/м³

q_{ext} - концентрація вуглекислого газу зовнішнього повітря, мг/м³

$$M_{CO_2} = 24000 \text{ г/год} = 24000000 \text{ мг/год}$$

$$q_{wz} = q_l = 500 \text{ ppm} = 500 \cdot 1.83 = 915 \text{ мг/м}^3 = 910 + 915 = 1825 \text{ мг/м}^3$$

$$q_{ext} = 910 \text{ мг/м}^3 \text{ (для міст)}$$

$$L_{CO_2} = 24000000 / (1825 - 910) = 26230 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{CO_2} = 26230 \cdot 1,2 = 31475 \text{ кг/год}$$

До розрахунку приймаємо найбільший із наведених повітрообмінів:

$$L_{ext} = \max(L_{CH_4}, L_{CO_2}) = 26230 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунок повітрообміну в теплий період року

На i-d діаграму наноситься точка ЕХТ, що характеризує параметри зовнішнього повітря.

Далі визначається температура повітря, що видаляється з приміщення [13]:

$$t_l = t_{wz} + \text{gradt} \cdot (H - h_{wz}), \quad (50)$$

де t_{wz} - температура повітря в робочій зоні, °С;

H - висота приміщення, м;

h_{wz} - висота робочої зони, м;

gradt - градієнт температури, °С/м.

$$t_{wz} = 23 \text{ °С}; H = 5,6 \text{ м}; h_{wz} = 2,0 \text{ м}; \text{gradt} = 0,5 \text{ °С/м.}$$

$$t_l = 23 + 0,5(5,6 - 2,0) = 24,8 \text{ °С}$$

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата
-----	------	------	-------	--------	------

Атестаційна випускна робота

Арк.
46

Проектом передбачено встановлення пластинчатого рекуператора. У пластинчастих рекуператорах вологообміну не відбувається. Тому вологовміст припливного повітря відповідає вологовмісту зовнішнього повітря – $d_{in} = d_{ext}$, г/кг.

Знаходимо температуру повітря після пластинчатого рекуператора [13]:

$$t_{in} = t_{ext} + \varepsilon \cdot (t_l - t_{ext}), \quad (51)$$

де t_{ext} - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день [1], °С

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення, °С

ε - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника (приймається для пластинчастих рекуператорів рівним 0,65 [13]).

$$t_{in} = 27 + 0,65 \cdot (24,8 - 27) = 28,2 \text{ °С}$$

З точки ext зовнішнього повітря спускаємося по $d = \text{const}$ і на перетині температури після теплообмінника в рекуператорі t_{in} знаходимо точку припливного повітря з центрального кондиціонера.

Гранична температура повітря після доводчика становить, °С [13]:

$$t_f = t_{wo} + 1 \dots 1,5$$

де t_{wo} - температура холодоносія на виході з доводчика, °С (для водяних систем холодопостачання $t_{wo} = 12 \dots 14$ °С) [13]. Приймаємо $t_{wo} = 13$ °С

$$t_f = 13 + 1 = 14 \text{ °С}$$

Теоретично відносна вологість повітря 100 % не може бути досягнута в повітроохолоджувачі. Після перемішування повітря під час виходу з повітроохолоджувача відносна вологість опиняється в межах 90...95 %. Враховуючи високу ефективність проектного теплообмінника приймаємо $\phi_{wo} = 95\%$. Інші параметри визначаються за графоаналітичним методом шляхом побудови точки повітря після доводника f на I-d діаграмі та взяття відліків ентальпії I_f , кДж/кг, та вологовмісту d_f , г/кг.

Витрата повітря через доводчик визначається за формулою [13]:

$$L_f = \frac{L \cdot I_{in} + 3,6 \cdot \Delta Q_{hf \text{ тп}} - 2,5 \cdot d_{in} \cdot L - 2,5 \cdot W_{\text{вол тп}} - 1,005 \cdot L \cdot t_l - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot d_{in} \cdot t_l \cdot L - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot W_{\text{вол тп}} \cdot t_l}{(I_{in} - I_f - d_{in} + d_f) - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot (d_{in} + d_f) \cdot t_l} \quad (52)$$

Атестаційна випускна робота

Арк.
47

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

де L – розрахунковий повітрообмін, м³/год

$W_{\text{тп}}$ - надлишки вологи, г/год

I_{in} - ентальпія припливного повітря, кДж/кг

I_f - ентальпія повітря після доводчика, кДж/кг

d_{in} - вологовміст припливного повітря, г/кг

d_f - вологовміст повітря після доводчика, г/кг

t_l - температура повітря що видаляється з приміщення, °С

$L_f =$

$$\frac{26230 \cdot 56 + 3,6 \cdot 76522 - 2,5 \cdot 11 \cdot 26230 - 1,005 \cdot 26230 \cdot 24,8 - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 11 \cdot 24,8 \cdot 26230 - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 39600 \cdot 24,8}{(56 - 39 - 11 + 10) - (1,8 \cdot 10^{-3} \cdot (11 + 10) \cdot 24,8)} =$$

$$16971 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

$$G_f = L_f \cdot \rho = 16971 \cdot 1,20 = 20365 \text{ кг/год}$$

Вологовміст повітря, що видаляється, визначається за формулою [13]:

$$d_l = d_{in} + \frac{W_{\text{тп}} - \rho \cdot L_f \cdot (d_{in} - d_f)}{\rho \cdot L} \quad (53)$$

де L_f – витрата повітря через доводчик, м³/год

$W_{\text{тп}}$ - надлишки вологи, г/год

d_{in} - вологовміст припливного повітря, г/кг

d_f - вологовміст повітря після доводчика, г/кг

ρ = густина внутрішнього повітря, кг/м³

L – розрахунковий повітрообмін, м³/год

$$d_L = 11 + (39600 - 1,2 \cdot 16971 \cdot (11 - 10) / 1,2 \cdot 26230) = 11,61 \text{ г/кг}$$

За надлишковою теплотою і вологонадходженням в теплий період визначається кутовий коефіцієнт променю процесу в приміщенні, кДж/г [13]:

$$\epsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{\text{hf}}}{\Delta W_{\text{вл}}} = \frac{3,6 \cdot 76522}{39600} = 6,96 \text{ кДж/г}$$

ΔQ_{hf} - надлишки повної теплоти, Вт

$W_{\text{вл}}$ - надлишки вологи, г/год

Атестаційна випускна робота

Арк.
48

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

Холодопродуктивність доводчика [13]:

$$Q_a = \frac{\rho \cdot L_{hf} (I_l - I_f)}{3,6} = 73542 \text{ Вт} = 73,5 \text{ кВт}$$

Відображення процесу на i-d діаграмі – дивись Рис. 4.1

Розрахунок в холодний період року

На i-d діаграму наноситься точка ext, що характеризує параметри зовнішнього повітря.

Далі визначається температура повітря, що видаляється з приміщення [13]:

$$t_l = t_{wz} + \text{gradt} \cdot (H - h_{wz}),$$

де t_{wz} - температура повітря в робочій зоні, °С;

H – висота приміщення, м;

h_{wz} – висота робочої зони, м;

gradt – градієнт температури, °С/м.

$$t_{wz} = 20 \text{ °С}; H = 5,6 \text{ м}; h_{wz} = 2,0 \text{ м}; \text{gradt} = 0,3 \text{ °С/м.}$$

$$t_l = 20 + 0,3(5,6 - 2) = 21,1 \text{ °С}$$

Вологовміст повітря, що видаляється, визначається за формулою [13]:

$$d_l = d_{ext} + \frac{W_{\text{вол}}}{\rho \cdot L_{ext}} \quad (53)$$

$W_{\text{вол}}$ – вологонадходження в приміщення, г/год

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря, г/кг

ρ = густина внутрішнього повітря, кг/м³

L – розрахунковий повітрообмін, м³/год

$$d_l = 0,8 + 30000 / (1,2 \cdot 26230) = 1,8 \text{ г/кг}$$

Кут променя процесу зміни стану повітря в приміщенні визначається за формулою [13]:

$$\epsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{\Delta W_{\text{вл}}} = \frac{3,6 \cdot 65542}{30000} = 7,9 \quad \text{кДЖ/г}$$

Атестаційна випускна робота

Арк.
49

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

Знаходимо температуру повітря після пластинчатого рекуператора [13]:

$$t_{in} = t_{ext} + \varepsilon \cdot (t_1 - t_{ext}), \quad (54)$$

де t_{ext} - температура зовнішнього повітря [1], °C

t_1 - температура повітря, що видаляється з приміщення, °C

ε - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника (приймається для пластинчастих рекуператорів рівним 0,65 [13]).

$$t_{in} = -20 + 0,65 \cdot (21,1 + 20) = 6,7 \text{ °C}$$

Теплопродуктивність повітрянагрівача [13]:

$$Q_a = \frac{\rho \cdot L_{hf} (I_1 - I_f)}{3,6} = 115410 \text{ Вт} = 115 \text{ кВт}$$

Таблиця 4.7 Параметри повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження

Період	Точка	Опис	t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	27	54,7	11	46
	in	припливне повітря центральної установки	28,2	56	11	40
	f	граничний стан повітря у каналному кондиціонері	14	39	10	95
	C	суміш	19	45,5	10,4	70
	wz	робоча зона	23	52	11,3	60
	l	видаляємо повітря	24,8	54,2	11,61	66
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-20	-18,1	0,8	86
	r	повітря після рекуперації	6,7	8,8	0,8	12
	in	припливне повітря	19,7	22	0,8	9
	wz	робоча зона	20	23,4	0,9	9
	l	видаляємо повітря	21,1	24,5	1,1	9

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
50

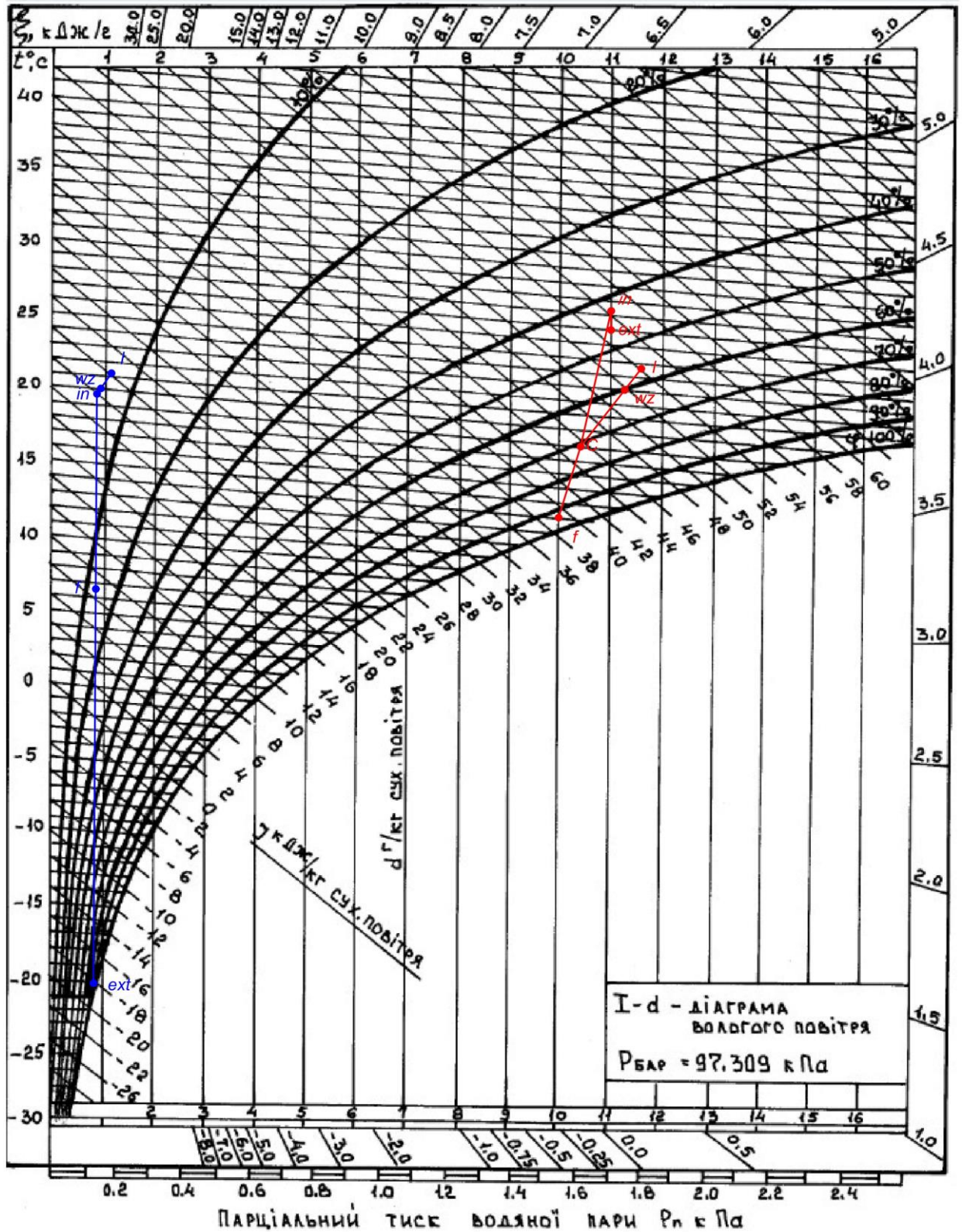


Рис. 4.1 I-d діаграма при спільній роботі вентиляції з охолодженням

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	Людок	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
51

4.4 Баланс повітря у будівлі

Значення повітрообмінів в кожному приміщенні заносимо до таблиці 4.9. Різниця між повітрообмінами по притоку та витяжці - дисбаланс подається (видаляється) в загальне приміщення.

$L = K_p \cdot V$ (повітрообмін за кратність); $L = L_1 \cdot n$ (повітрообмін за обладнанням)

Таблиця 4.9 Баланс повітря у приміщеннях

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення Vм ³ /год	Приплив		Витяжка		Примітка
			к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	
162	Магазин	3920	за роз.	26230	за роз.	26230	
176б	Мийка	30	-	-	1	30	
176а	Комора	22	-	-	1	25	
176	Кухня	120	2	240	1	120	
176в	Комора	22	-	-	1	20	
175	Кухня	90	2	180	1	90	
175а	Мийка	17	-	-	1	20	
175б	Комора	24	-	-	1	25	
177	Кухня(для персоналу)	58	-	-	1	60	
178	Гардероб	48	-	-	1	50	
178а	Душова	9	-	-	5	50	
178б	Санвузол	10	-	-	-	150	
179а	Санвузол	10	-	-	-	150	
179б	Душова	9	-	-	5	50	
179	Гардероб	35	-	-	1	35	
173г	Комора	25	-	-	1	25	
173в	Комора	42	-	-	1	45	
173б	Комора	40	-	-	1	40	
173а	Комора	40	-	-	1	40	
166	Комора	31	-	-	1	30	
171	Комора	24	-	-	1	25	
169	Кухня	40	2	80	1	40	
170	Комора	29	-	-	1	30	
168	Приміщ. приг. тов.	29	2	60	1	30	
165	Охорона	28	1	30	1	30	

Атестаційна випускна робота

Арк.
52

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. № док Підпис Дата

Таблиця 4.9 Баланс повітря у приміщеннях (закінчення)

186	Кімната персоналу	24	1	25	1	25	
172	Санвузол	60	-	-	-	300	
185	Санвузол	61	-	-	-	150	
184	Охорона	30	1	30	1	30	
187	Кімната відпочинку	24	1	25	1	25	
159	Магазин	731	2	1450	1	730	
125	Приймальня	330	1	330	1	330	
159б	Магазин	55	2	110	1	55	
159в	Магазин	85	2	170	1	85	
159е	Санвузол	20	-	-	-	150	
159г	Санвузол	13	-	-	-	50	
181	Охорона	23	1	25	1	25	
182	Гардероб	63	-	-	1	65	
182а	Душова	15	-	-	5	75	
182в	Санвузол	12	-	-	-	150	
163	Коридор	300	2	600	-	-	
126	Коридор	100	1	100	-	-	
190	Вент.центр	90	2	180	2	180	
110	Вент.центр	490	2	980	2	980	

Σ 30845

Σ 30845

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
53

4.5 Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин

Вихідні дані для розрахунку повітророзподільників:

Витрата повітря	$L = 26230$	$\text{м}^3/\text{год}$
Площа основної зали	$F_{\text{пр}} = 700$	м^2
Висота приміщення	$H_{\text{пр}} = 5,6$	м
Висота робочої зони	$h_{\text{wz}} = 1,6$	м

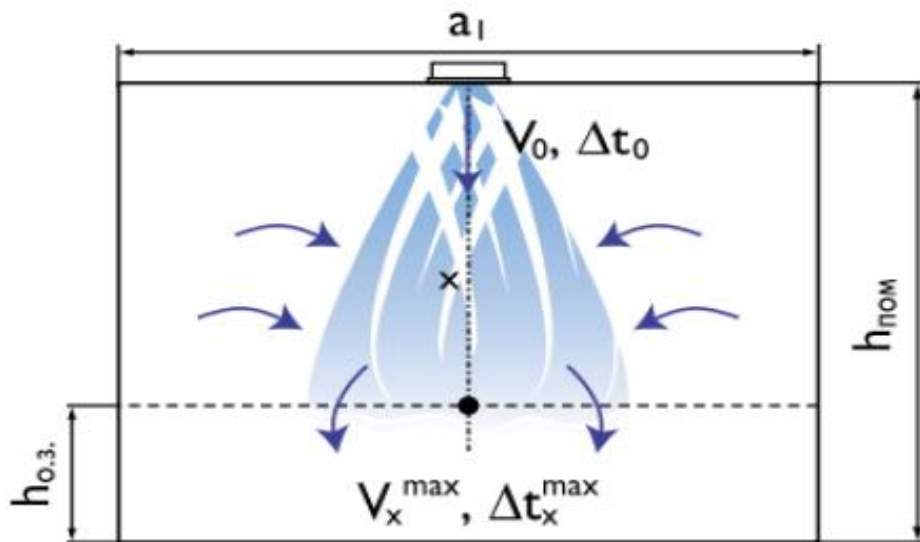


Рис. 4.2 Прийнята схема повітророзподілу

Приймаємо до встановлення 64 повітророзподільники. Кількість повітря, що припадає на один повітророзподільник становитиме:

$$L_1 = L/z = 26230/64 = 410 \text{ м}^3/\text{год}$$

До встановлення запроектовано декоративну решітку 2000x230, що створює віялову струмину.

Таблиця 4.8 Характеристики повітророзподільника

Діаметр приєднання D_0 , мм	Площа живого перерізу F_0 , м^2	коефіцієнт затухання швидкості m	коефіцієнт затухання температури n	Витрата L , $\text{м}^3/\text{год}$	КМО
	0,454	2,0	1,4	410	2,4

Атестаційна випускна робота

Арк.
54

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. № док Підпис Дата

Швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника:

$$V_0 = \frac{L_1}{3600 \cdot F_0} \quad (55)$$

L_1 - витрата повітря, що припадає на 1 повітророзподільник, м³/год

F_0 - площа живого перерізу повітророзподільника, м²
 $V_0 = 410 / (3600 \cdot 0,454) = 0,3$ м/с

Перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_o = t_{in} - t_{wz}$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні, °С

t_{in} - температура припливного повітря, °С

$$\Delta t_o = 28,2 - 23 = 5,2 \text{ °С}$$

Поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем.

Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями приміщення:

розрахункова довжина струмини:

$$x = H_{пр} - h_{wz} - x_1 \quad (56)$$

де $H_{пр}$ - висота основного приміщення, м

h_{wz} - висота робочої зони, м

x_1 приймається рівним 1,77 м

$$x = 5,6 - 1,6 - 1,77 = 2,23 \text{ м}$$

$$0,1 \cdot \bar{l} = 0,1 \cdot 1 / \sqrt{F_0} \quad (57)$$

де l - довжина між повітророзподільниками, м

F_0 - площа живого перерізу повітророзподільника, м²

$$0,1 \cdot \bar{l} = 0,1 \cdot 2,5 / \sqrt{0,454} = 0,4$$

$$0,1 \cdot \bar{l} \Rightarrow 0,4 \Rightarrow K_c = 1,0$$

Поправочний коефіцієнт K_H на врахування неізотермічної струмини:

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot (x/Z)^2} \quad (58)$$

де x - розрахункова довжина струмини, м

Z - геометрична характеристика струмини

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
55

$$Z = 5,45 \cdot m \cdot v_0 \cdot \sqrt[4]{\frac{F_0}{(n \cdot \Delta t_0)^2}} \quad (59)$$

де m - коефіцієнт затухання швидкості в струмині ($m=2,0$)

v_0 - швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника ($v_0=0,3$)

F_0 - площа живого перерізу повітророзподільника ($F_0 = 0,454 \text{ м}^2$)

n - коефіцієнт затухання температури в струмині ($n=1,4$)

Δt_0 - перепад температури між робочою зоною, та припливним повітрям ($\Delta t_0 = 5,2 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$Z = 5,45 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,454}{(1,4 \cdot 5,2)^2}} = 0,83$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot (1,83/0,76)^2} = 2,28$$

Поправочний коефіцієнт K_B на взаємодію струмин між собою: $K_B=1,0$

Максимальна швидкість, та різниця температур при вході в робочу зону:

$$v_{x \max} = v_0 \frac{m \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B \sqrt{F_0}}{x} = \frac{0,3 \cdot 2,0 \cdot 1 \cdot 2,28 \cdot 1 \sqrt{0,454}}{2,23} = 0,34 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta t_{x \max} = t_0 \frac{v_x \cdot n}{v_0 \cdot m} = \frac{5,2 \cdot 0,3 \cdot 1,4}{0,3 \cdot 0,2} = 3,6^\circ\text{C}$$

4.6 Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції

Основний обсяг повітря подається в верхню зону за допомогою повітророзподільників. Система вентиляції приймається механічною.

Проектом вирішується пряма задача аеродинамічного розрахунку, в якій втрати тиску розраховуються як сума втрат тиску за довжиною $\Delta r \ell$ для прямих повітроводів та на місцеві опори $\Delta r m$ у фасонних елементах (трійники, відводи, кон- та дифузори тощо) та регулювальних пристроях.

Послідовність аеродинамічного розрахунку [14]:

Мережа розбивається на ділянки з незмінною витратою і перерізом.

Вибирається магістраль.

Нумеруються ділянки починаючи від кінця магістралі до її початку, а потім відгалуження в такому ж напрямку.

Атестаційна випускна робота

Арк.
56

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Визначаються витрати повітря на магістральних ділянках.

Приймаються швидкості повітря на ділянках.

Таблиця 4.10 Максимальні швидкості повітря

Ділянка	Будівля	
	промислова	громадська
Магістральна ділянка – без повітророзподільних (повітрозабірних) пристроїв	12	8
Ділянка-відгалуження – з повітророзподільними (повітрозабірними) пристроями	6	5

Таблиця 4.11 Результати аеродинамічного розрахунку

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{dl}, m^3/god$	Довжина ділянки l_{dl}, m	Розрахункова швидкість в перерізі $v_p, m/c$	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу f_p, m^2	Розміри поперечного перерізу повітропроводу $V \times H$ для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм	Еквівалентний діаметр d_e, mm	Дісна площа поперечного перерізу повітропроводу f_a, m^2	Дісна швидкість в перерізі $v_a, m/c$	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_c/d_e) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорткості β_w	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_0	Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda/l) \cdot (v_a^5 / \beta_w) \cdot K \cdot f_a$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{dl}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma \xi_{dl} \cdot P_0 \cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{dl} = P_{тер} + P_z, Pa$	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξ_{dk}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	2	730	4,0	4	0,051	250	250	0,049	4,13	68786	0,052	1	1	10,23	8,47	2,18	1	22,31	30,78	30,78		
2	3	1460	4,0	5	0,081	315	315	0,078	5,21	1E+05	0,049	1	1	16,26	10,08	0,36	1	5,85	15,93	46,71		
3	4	2920	4,0	5	0,162	450	450	0,159	5,10	2E+05	0,045	1	1	15,61	6,20	0,22	1	3,44	9,63	56,34		
4	5	4380	4,0	6	0,203	500	500	0,196	6,20	2E+05	0,043	1	1	23,05	8,01	0,21	1	4,84	12,85	69,19		
5	6	5840	4,0	6	0,27	560	560	0,246	6,59	2E+05	0,042	1	1	26,05	7,86	0,2	1	5,21	13,07	82,26		
6	7	7300	4,0	7	0,29	630	630	0,312	6,51	3E+05	0,041	1	1	25,41	6,61	0,14	1	3,56	10,17	92,43		
7	8	8760	16,1	8	0,304	630	630	0,312	7,81	3E+05	0,041	1	1	36,59	38,32	0,7	1	25,61	63,93	156,36		
1	2	410	2,0	4	0,028	200	200	0,031	3,63	48328	0,055	1	1	7,89	4,32	1,1	1	8,68	13,00	13,00		
2	3	820	2,0	4	0,057	280	280	0,062	3,70	69090	0,05	1	1	8,23	2,96	0,37	1	3,05	6,00	19,01		
3	4	1230	6,5	5	0,068	280	280	0,062	5,56	1E+05	0,05	1	1	18,52	21,60	0,97	1	17,96	39,56	58,57		
4	5	2460	2,0	5	0,137	400	400	0,126	5,44	1E+05	0,046	1	1	17,76	4,08	0,26	1	4,62	8,70	67,27		
5	6	3690	2,0	6	0,171	450	450	0,159	6,45	2E+05	0,045	1	1	24,93	4,94	0,21	1	5,24	10,18	77,45		
6	7	4920	2,0	6	0,228	560	560	0,246	5,55	2E+05	0,042	1	1	18,49	2,79	0,25	1	4,62	7,41	84,86		
7	8	6150	2,0	7	0,244	560	560	0,246	6,94	3E+05	0,042	1	1	28,89	4,36	0,13	1	3,76	8,11	92,97		
8	9	7380	2,0	7	0,293	630	630	0,312	6,58	3E+05	0,041	1	1	25,97	3,38	0,14	1	3,64	7,02	99,99		
9	10	8610	2,0	8	0,299	630	630	0,312	7,68	3E+05	0,041	1	1	35,35	4,60	0,15	1	5,30	9,90	109,89		
1	2	410	2,0	4	0,028	200	200	0,031	3,63	48328	0,055	1	1	7,89	4,32	1,1	1	8,68	13,00	13,00		
2	3	820	2,0	4	0,057	280	280	0,062	3,70	69090	0,05	1	1	8,23	2,96	0,37	1	3,05	6,00	19,01		
3	4	1230	2,0	4	0,085	355	355	0,099	3,45	8E+04	0,047	1	1	7,16	1,91	0,97	1	6,95	8,86	27,87		
3	4	1640	6,5	5	0,091	355	355	0,099	4,61	1E+05	0,047	1	1	12,73	11,04	0,97	2	24,70	35,74	63,61		
4	5	2460	2,0	5	0,137	400	400	0,126	5,44	1E+05	0,046	1	1	17,76	4,08	0,26	1	4,62	8,70	36,57		
5	6	3280	2,0	5	0,182	450	450	0,159	5,73	2E+05	0,045	1	1	19,70	3,91	0,21	1	4,14	8,04	44,61		
6	7	4100	2,0	5	0,228	560	560	0,246	4,63	2E+05	0,042	1	1	12,84	1,94	0,25	1	3,21	5,15	49,76		
7	8	4920	2,0	6	0,228	560	560	0,246	5,56	2E+05	0,042	1	1	18,52	2,79	0,13	1	2,41	5,20	54,96		
8	9	5740	2,0	6	0,266	560	560	0,246	6,48	2E+05	0,042	1	1	25,16	3,79	0,14	1	3,52	7,32	62,28		
9	10	6560	2,0	6	0,304	630	630	0,312	5,85	2E+05	0,041	1	1	20,52	2,67	0,15	1	3,08	5,75	68,03		
10	11	7380	2,0	7	0,293	630	630	0,312	6,58	3E+05	0,041	1	1	25,97	3,38	0,15	1	3,90	7,28	75,30		
11	12	8200	2,0	7	0,325	630	630	0,312	7,31	3E+05	0,041	1	1	32,06	4,17	0,22	1	7,05	11,22	86,53		
12	13	9020	19,7	8	0,3132	630	630	0,312	8,04	3E+05	0,041	1	1	38,8	50	0,7	1	27,2	76,86	163,39		

Інв. № ориг. Підпис і дата Зам. інв. №

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

Атестаційна випускна робота

4.7 Підбір вентиляційного обладнання

Щоб забезпечити належну якість повітря в громадських приміщеннях, важливо вибрати сучасну, енергоефективну систему вентиляції. Такі системи повинні подавати свіже відфільтроване повітря куди і коли це необхідно, піддаючи рекуперації при цьому до 90% теплової енергії. Це особливо важливо в приміщеннях, де кількість відвідувачів коливається, оскільки в різний час може знадобитися різна вентиляція.

Динамічна система вентиляції допомагає підтримувати постійну якість повітря всередині громадської будівлі, навіть коли кількість людей або потреба в потоці повітря змінюється.

Проектом передбачається встановлення вентиляційної установки AmberAir 8-KR MD50+ C S виробництва SALDA UAB (Латвія). Це компактний, модульний енергозберігаючий вентиляційний агрегат, який при високій якості повітря в приміщенні одночасно знижує витрати на електроенергію.

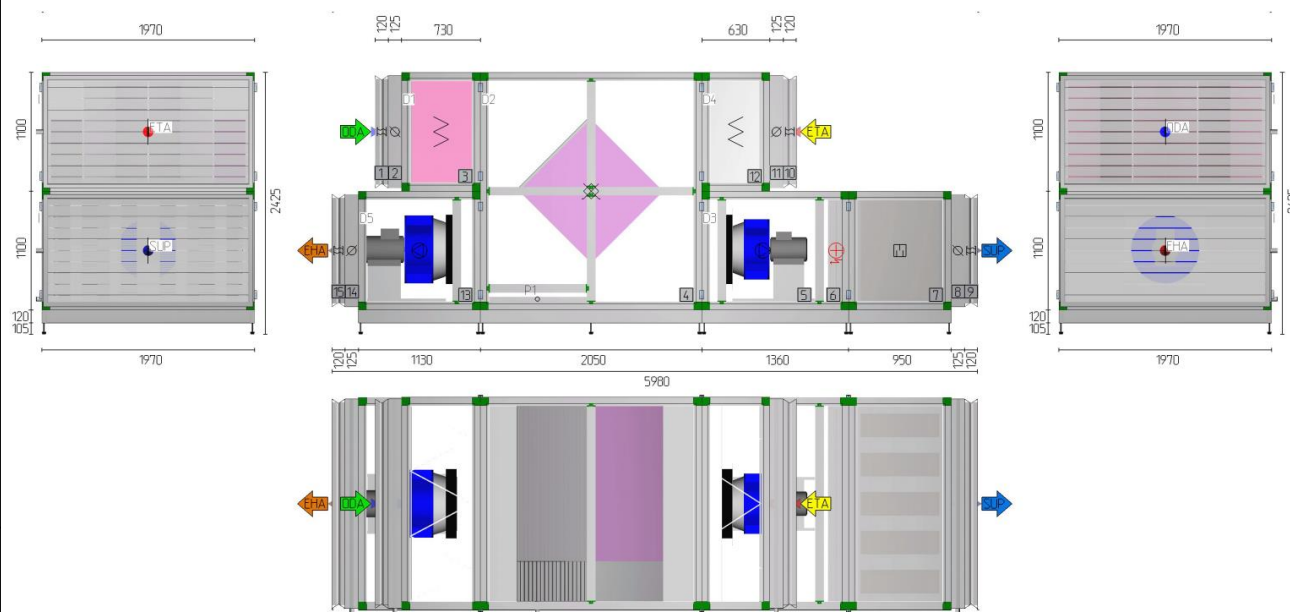


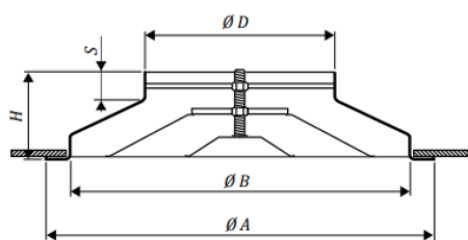
Рис. 4.3 Габаритні розміри установки AmberAir 8-KR MD50+ C S

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

В якості повітророзподільників проектом передбачено встановлення дифузорів DCR-100, виробництва TescoElettra (Італія). Стельові дифузори з регульованим повітряним потоком серії DCR, використовуються в приміщеннях, зі стелями заввишки $\geq 2,6$ метра. Дифузори цього типу регульовані, за необхідності можна змінювати напрямок поширення повітря від горизонтального до вертикального потоку, за допомогою регульованих конусів.

Проектом передбачено дифузор із алюмінієвим корпусом.



Типо-размер	ØD, мм	ØA, мм	ØB, мм	H, мм	S, мм
100	98	230	194	75	30
150	148	335	280	105	45
160	158	335	280	105	45
200	198	423	360	118	48
250	248	517	445	130	48
300	298	640	560	146	48
315	313	640	560	146	48
350	348	730	640	185	65
355	353	730	640	185	65
400	398	776	680	185	65
450	448	825	735	185	65
500	498	917	805	185	65
630	628	1045	943	185	65

Рис. 4.4 Габаритні розміри дифузорів DCR

Для забезпечення вентиляції допоміжних приміщень, проектом передбачено встановлення припливно-витяжних установок Вентс ВУТР 2000 ВГ ЕС та Вентс ВУТР 1500 ВГ ЕС. Це установка з роторним рекуператором і водяним нагрівачем. Максимальна продуктивність складає 2250 м³/год. Є готовим вентиляційним агрегатом з системою управління для спільної роботи з системою повітропроводів перерізом до 500x300 мм. Установці властиве низьке споживання внаслідок використання роторного рекуператора з алюмінію, при неможливості досягнення необхідної температури, автоматично вмикається водяний нагрівач. Корпус складається з тришарових панелей, внутрішня частина яких заповнена мінеральною ватою, що має високі показники по тепло і звукоізоляції.

Для фільтрації припливного і витяжного повітря в установці застосовуються два фільтри з класом фільтрації G4. У вентиляторах використовуються енергоефективні ЕС-двигуни з низьким споживанням енергії.

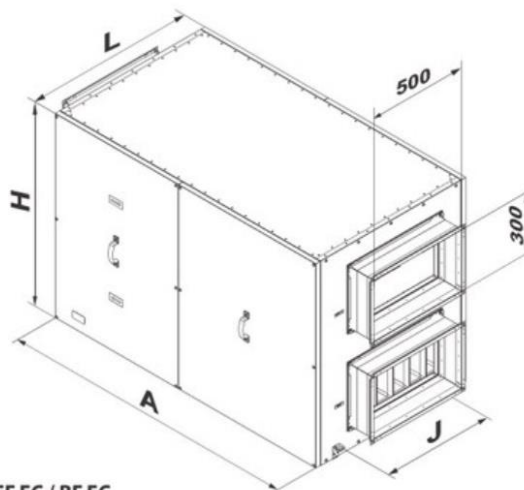
Атестаційна випускна робота

Арк.
59

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №						
			Зм.	К-ть	Арк.	Нодок	Підпис	Дата

**Таблиця 4.10. Технічні характеристики припливно-витяжних установок
Вентс ВУТР**

	ВУТР 400 ВГ ЕС	ВУТР 700 ВГ ЕС	ВУТР 900 ВГ ЕС	ВУТР 1200 ВГ ЕС	ВУТР 1500 ВГ ЕС	ВУТР 2000 ВГ ЕС
Напруга живлення установки, В / Гц	1~ 220-240 / 50-60					
Максимальна потужність вентиляторів, Вт	2 шт. x 100	2 шт. x 105	2 шт. x 135	2 шт. x 208	2 шт. x 222	2 шт. x 448
Сумарна потужність установки, Вт	290	315	440	570	750	1070
Сумарний струм установки, А	1,2	1,4	1,9	2,5	3,2	5,0
Максимальна витрата повітря, м ³ /год	400	700	900	1200	1500	2250
Частота обертання, хв. ⁻¹	до 3100	до 2600	до 2600	до 1930	до 2000	до 3000
Рівень звукового тиску на відстані 3 м, дБ(А)	45	52	58	60	62	64
Макс. температура повітря, яке переміщується, °С	-25...+40					
Матеріал корпусу	алюмоцинк					
Ізоляція	20 мм, мінеральна вата				25 мм, мінеральна вата	
Фільтр:	витяжний	G4				
	припливний	G4				
Діаметр повітропроводу, який підключається, мм	Ø160	Ø250	Ø250	Ø315	Ø315	500x300
Вага, кг	112	128	130	165	175	198
Ефективність рекуперації, %	до 85					
Тип рекуператора	роторний					
Матеріал рекуператора	алюміній					



ВУТР 2000 ВГ ЕС / ВГ ЕС

A	L	H	J
1485	875	1010	630

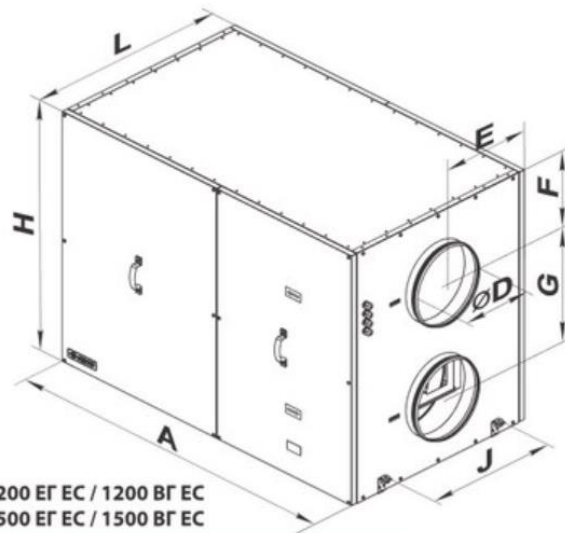
Рис. 4.5 Габаритні розміри ВУТР 2000 ВГ ЕС

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

Атестаційна випускна робота

Арк.
60



ВЕНТС ВУТР 1200 ЕГ ЕС / 1200 ВГ ЕС
ВЕНТС ВУТР 1500 ЕГ ЕС / 1500 ВГ ЕС

D	A	E	F	G	L	L1	H	J
314	1430	427	275	460	855	-	1010	560

Рис. 4.6 Габаритні розміри ВУТР 1500 ВГ ЕС

Для переміщення повітря від вентиляційного обладнання до місця розподілу повітря проектом передбачено встановлення повітропроводів.

Жорсткі повітроводи з оцинкованої сталі відрізняються високою міцністю та довгим терміном служби. Використано повітроводи фірми Вентс (Україна).

Спірально-обмотувальні повітроводи є оптимальним технічним рішенням для монтажу вентиляційних систем. Ефективність застосування спірально-обмотувальних повітропроводів обумовлена декількома факторами:

- по-перше, високими аеродинамічними характеристиками спірально-обмотувальних повітропроводів;

- по-друге, монтаж таких повітропроводів здійснюється просто і швидко з прямих секцій і фасонних елементів. Герметичність зменшує витік повітря, втрати тиску в мережі і покращує шумові показники. Сучасна автоматизована лінійка високоточних машин з комп'ютерним управлінням фірми «Спіро Інтернешнл Груп» (Швейцарія) забезпечує повний цикл виготовлення повітропроводів і фасонних елементів круглого перерізу діаметром від 100 до 1600 мм.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Герметичність всіх виробів відповідає класу «Р» (щільна), система повітропроводів витримує постійний тиск повітряного потоку до 3000 Па і одноразове падіння тиску повітряного потоку до 5000 Па. З'єднання повітропроводів - ніпеля за допомогою герметика (силікону), з фіксацією саморізами або заклепками. Ніпель використовується тільки для з'єднання прямих ділянок. Фасонні вироби з'єднуються за допомогою муфти. Повітроводи і фасонні вироби виготовляються з оцинкованої сталі товщиною: $p = 0,55$ (- 100-355 мм); $p=0,7$ (- 400-800 мм); $p=1,0$ (- 900-1600 мм). Для забезпечення жорсткості повітропроводів діаметром понад 315 мм передбачені додаткові ребра жорсткості (проміжний зиг).

План системи вентиляції та аксонометричні схеми всіх систем наведені на аркуші А1 №3 та №4.

Інв. № орг.	Підпис і дата					Зам. інв. №
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	
<i>Атестаційна випускна робота</i>						Арк. 62

5.1 Передумови використання зелених покриттів для забезпечення мікроклімату

Ще в минулих тисячоліттях для більш комфортного проживання в будинках та містах люди будували будинки з влаштуванням зеленого покриття, у вигляді трав'яної рослинності та низькорослих дерев, що дозволяло зберігати мікроклімат не лише в будинку, а й на вулицях міста. Сади та маленькі газони для відпочинку будувалися ще в Ассирії та Вавилоні понад 2500 років тому. Найяскравішим прикладом, що відомий нам ще із шкільних підручників є одне із семи чудес світу - висячі сади Семіраміди. Самі ці зелені конструкції були призначені для покращення температурних умов і якості повітря у щільно забудованому стародавньому мегаполісі.



Рис. 5.1. Висячі сади Семіраміди

Поступово зелене покриття почало поширюватися не лише в Азії, а й у Європі. У Скандинавських країнах, насамперед у Норвегії, використання дерну в якості покриття покрівлі практикується вже протягом кількох століть. Зелені покриття призначені для утеплення.

В подальшому розвиток зеленого покриття відбувалось в основному за естетичними цілями

Яскравий приклад влаштування саду на даху в сучасному вигляді влаштував австрійський архітектор Фріденсрайх Хундертвассер, у Європі ще в середині 20 століття.

Сучасним родоначальником озеленення міських фасадів вважається французький біолог та дизайнер Патрік Бланк. У 1986 році він створив свою першу «зелену стіну» для паризького Містечка науки та індустрії. Відтоді він успішно обплітає тропічними рослинами стіни будинків у різних куточках світу і розробляє для них різні архітектурні прийоми.

Вертикальне озеленення прикрашає будівлю та підкреслює її архітектурну виразність, а також стає у нагоді для вирізнення будинків серед типової забудови. Фактично, стіни та дахи проголошені важливим ресурсом для розвитку міста, яким чомусь дуже мало користуються. Наприклад, якщо біля нового будинку немає місця для дерев, то майбутні зелені масиви можна із легкістю перенести на його поверхні [15].

У наш час технологію влаштування газону, різної рослинності, низькорослих кущів та дерев на плоских та похилих покрівлях називається «зелене покриття».

Зелена покрівля – влаштування покрівлі з використанням ґрунту та рослинності, як головного елемента. Це дах будівлі, який частково або повністю покритий ґрунтом та рослинністю та системою життєдіяльності цієї мікро екосистеми.

На тлі глобальних кліматичних змін у світі, розвинені країни, зокрема Північної Америки та Європи, включають у свої екопрограми озеленення дахів, особливо в мегаполісах. Так досить активно розвиваються зелені покрівлі в таких містах як Копенгаген, Париж, Лондон, Берлін, Франкфурт. -на-Майні, Нью-Йорк [16].

Зам. інв. №							Арк. 65
Підпис і дата							Атестаційна випускна робота
Інв. № ориг.	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	



Рис. 5.2 Приклади сучасного озеленення дахів.

5.2. Види зелених покриттів. Переваги та недоліки

Зелене покриття – це простір, створений інтеграцією до покрівельної системи додаткових шарів родючого ґрунту та рослин. Розрізняють три основні типи покрівельних систем: екстенсивну, інтенсивну та напівінтенсивну.

Екстенсивне озеленення – автономна екосистема із мінімальним втручанням людини. Найчастіше це неексплуатовані покрівлі, невеликої ваги та з мінімальними вимогами до обслуговування. Через невеликий шар ґрунту, рослини для таких покрівель повинні бути невисокими та витривалими до посухи. Культури висаджують у покладений на покрівлі шар землі завтовшки 7-15 см або штучні ємності (піддони, горщики). Зазвичай це альпійські рослини, або рослини із посушливих районів. Поливають і удобрюють доти, доки вони не вкореняться. Можливе встановлення системи автоматичного поливу, що дасть можливість утримувати ґрунт вологим до потрібної межі та забезпечить циркуляцію повітря та дихання кореневої системи під час всього циклу вирощування.

До переваг екстенсивної системи можна віднести простоту монтажу та низьку вартість. До недоліків – обмеження під час створення ландшафтних композицій. Крім облаштування зеленого покриття на житлових будинках, таку систему застосовують для прикраси гаражів та господарських будівель.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Рис. 5.3 Екстенсивне зелене покриття

Інтенсивне озеленення – це, як правило, експлуатовані покрівлі більшої ваги та з регулярним обслуговуванням. Завдяки більшій товщині ґрунтового шару, вибір рослин для таких покрівель різноманітніший і може включати чагарники та дерева, які допомагають організувати складнішу екосистему. Перевага інтенсивної конструкції – можливість створення унікального ландшафту із місцями відпочинку.

Кращі зразки зеленого покриття – це розбиті на зони простору, на яких чергуються ділянки з рослинами, що красиво квітнуть, і доріжки з гравію, плитки або садового паркету. Для комфортного відпочинку на дах заводять електрику (для освітлення зон, а також живлення систем поливу та контролю), встановлюють садові меблі.

Товщина шару ґрунту на покрівлі залежить від вибору рослин: для трави та квітів необхідно близько 0,2-0,6 м землі. При вирощуванні чагарників та мініатюрних дерев родючий шар має становити 0,7-1,2 м. Спосіб висаджування рослин – у ґрунт чи штучні ємності. Порівняно з екстенсивним варіантом, інтенсивний тип даху потребує великих вкладень. Це пов'язано з масивністю конструкції, для якої при проектуванні докладно опрацьовуються і зводяться воедино навантаження, а при втіленні задуманого застосовуються посилені несучі конструкції самої покрівлі та всієї будівлі.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Рис. 5.4 Інтенсивне зелене покриття

Будівля, укрита травою або деревами виробляє додатковий кисень, необхідний для комфортного життя у мегаполісі, а також допомагає очистити повітря від забруднення газовими вихлопами. За окремими підрахунками, один невеликий газон площею 150 кв. м продукує об'єм кисню, який можуть споживати 100 чоловік впродовж цілого року [15].

Крім того, рослини на фасадах та покрівлях, завдяки природним випаровуванням, серйозно збільшують відносну вологість повітря. І на цей позитивний ефект вже давно звертають увагу в адміністраціях багатьох світових міст. На сьогодні найбільша у світі площа зелених дахів — у швейцарському Базелі, яка ще у 2006 році становила 23% від загальної площі дахів міста. Схожа ситуація у німецькому Штутгарті, де озеленена майже чверть місцевих дахів. У Лондоні зелені покрівлі займають майже півтора мільйони квадратних футів, а в японських містах діє окрема постанова: дерева, квіти і газони мають рости на всіх пласких дахах площею понад 100 квадратних метрів [15].

У більшості міст світу рівень шуму перевищує нормативні показники. Але рослинний покрив здатний серйозно зменшувати рівень шумового забруднення. На озелених поверхнях часто починають гніздитися птахи, створюючи навкруги природне звукове середовище. Психологи зазначають, що це справляє позитивний вплив на самопочуття жителів міста.

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №						
			Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Крім того, вертикальне озеленення затримує пил, який осідає на листі фасадних рослин, після чого змивається дощем. Фасадна система озеленення також позитивно впливає на показники енергоспоживання. Зелені фасади захищають мешканців будинку від сонячної радіації, підвищують теплоізоляцію, знижують теплові втрати.

Зелена покрівля може утримувати до 80% дощової води, що випадає на площину будівлі, чим суттєво зменшує навантаження на місцеву стічну каналізацію.

Основними недоліками зеленого покриття є: висока вартість облаштування, складна конструкція покриття, потрібен постійний догляд (інтенсивне озеленення).

Напівінтенсивне зелене покриття є проміжним варіантом між екстенсивними та інтенсивними зеленими дахами. Вони характеризуються середньою товщиною субстрату, яка зазвичай становить від 15 до 20 см. Цей тип даху потребує помірного обслуговування та поливу, що робить його зручним вибором для багатьох будівель. Навантаження на конструкцію даху при використанні напівінтенсивних систем є середнім, що дозволяє застосовувати їх на широкому спектрі будівель без необхідності суттєвих конструктивних змін.

Для напівінтенсивного зеленого покриття підходять рослини, які вимагають більше місця для кореневої системи та певного догляду. Серед таких рослин можна виділити вищі трави, низькорослі кущі та декоративні багаторічні рослини. Ці рослини створюють естетично привабливий і функціональний ландшафт, що може бути використаний для різних цілей.

Ці види покриття підходять для комерційних та житлових будівель. Вони можуть використовуватись як зони для відпочинку на даху, де люди можуть проводити час серед зелені. Такі дахи можуть включати невеликі садові ділянки, тераси та інші елементи ландшафтного дизайну, створюючи приємне середовище для відпочинку та релаксації. Вони також можуть сприяти поліпшенню мікроклімату будівлі та зменшенню впливу теплових островів у міських умовах.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

5.3 Конструкція зеленого покриття.

Від грамотного підбору матеріалів для створення оптимального покрівельного шару залежить не лише зовнішній вигляд та живучість рослин, а й стан несучих конструкцій будівлі. При цьому в проектах також необхідно враховувати такі фактори, як вартість всіх матеріалів, трудомісткість монтажу, а також стійкість до додаткових навантажень – крім зелених насаджень, на покрівлі також можуть проектуватися доріжки для прогулянок, дитячі майданчики та автомобільні дороги.

Де б не планувалося розміщення зеленого покриття, проектувальникам та будівельникам необхідно забезпечити необхідний режим зволоження ґрунту та аерацію кореневої системи рослин. При цьому необхідно запобігти проникненню вологи в покрівельні конструкції перекриття.

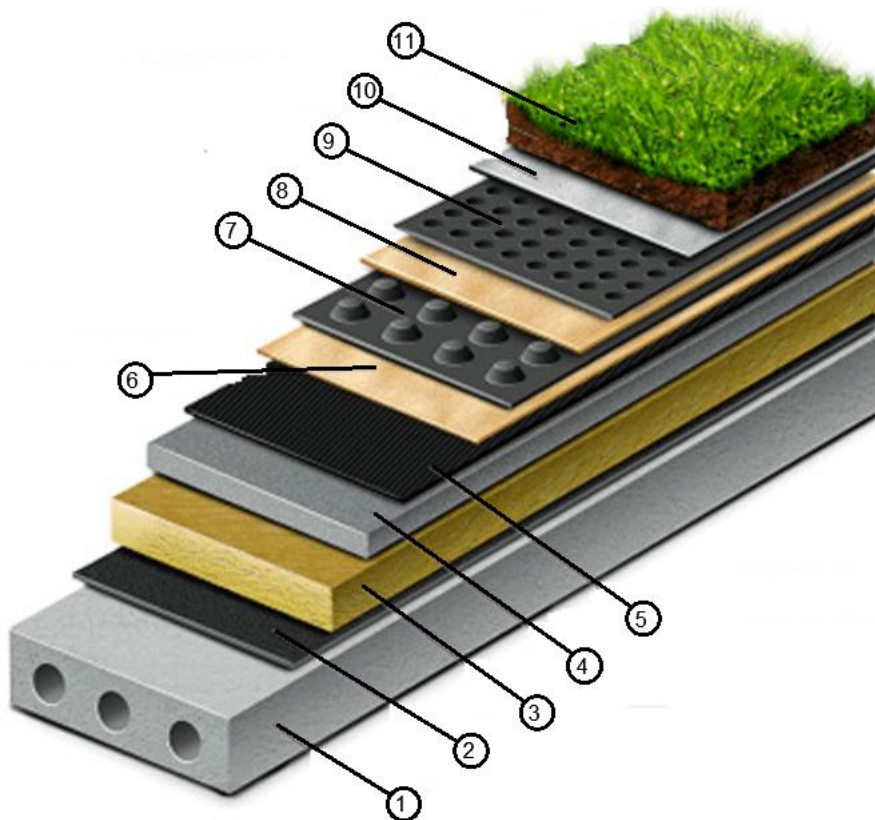


Рис. 5.5 Конструкція зеленого покриття.

1. Основа – плита перекриття;
2. Пароізоляція
3. Теплоізоляційний шар із екструдованого пінополістиролу
4. Ухилоутворююча бетонна стяжка

5. Гідроізоляційний шар із полімерних або бітумно-полімерних матеріалів для захисту конструкцій та внутрішніх приміщень від впливу води
6. Захисний мат із геотекстилю
7. Дренажний шар
8. Фільтруючий і одночасно аераційний шар для захисту від проникнення ґрунту в нижні шари та запобігання процесу гниття кореневої системи рослин з дренажного композиту Q-DRAIN
9. Дренажно-вологонакопичувальний шар для збереження оптимального рівня вологості ґрунту з профільованою ПВП-мембраною з перфорацією MAXISTUD F
10. Фільтруючий шар
11. Підготовлений ґрунт із зеленими насадженнями

Враховуючи все, що викладено вище, проектом передбачається влаштування зеленого покриття над будівлею магазину. Запроектовано виготовлення інтенсивного зеленого покриття. Цей захід призведе до покращення якості припливного повітря, бо повідрозабірні отвори знаходяться в безпосередній близькості від району озеленення.

На даху передбачено облаштування газонів з низькорослими травами, зон відпочинку з чагарниками та невеликими деревами, вертикальних «зелених шпалер» із рослин, що в'ються.

Для нормального приживлення та розвитку пропонується використовувати наступні види рослин, що підходять для нашої кліматичної зони: швидкорослі декоративні фітонцидні кущі *Berberis*, *Cotoneaster lucidus*, *Cornus alba*, *Ligustrum vulgare*, *Physocarpus opulifolius*, *Philadelphus coronaries*, *Spiraea*, різні кущові форми *Cupressáceae*, серед яких *Juniperus* [17].

Також для вертикального озеленення - виткі рослини (різні види *Parthenocissus*, *Hedera*, *Clematis* тощо). Вертикальне (на фасадах) і вертикально-горизонтальне (що покриває стіни і дах) озеленення може дати, крім того, пасивне кондиціонування і теплоізоляцію [17].

Атестаційна випускна робота

Арк.
71

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Berberis (Барбарис Тунберга)



Juniperus (Ялівець козацький)



Parthenocissus
(Виноград тризагострений)



Hedera (Плющ)

Рис. 5.6 Рослини для зеленого покриття

При проектуванні «зеленого» покриття слід передбачати систему поливання і видалення надлишкової вологи з ґрунтового шару крізь систему водовідведення. Слід враховувати захисні функції верхнього рослинного шару, який оберігає гідроізоляційний шар від механічних пошкоджень, перегрівання, криги і промерзання. Рослинний шар слід передбачати товщиною не менше 150 мм [18].

При проектуванні вирішуються наступні питання:

- ухил ґрунтового шару
- система відведення ґрунтової води, дренаж
- протикореневий захист гідроізоляції [18].

На «зеленому» покритті передбачається не менше двох зливоприймачів,

доступних для огляду і експлуатації [18].

Рекомендоване розміщення зелених насаджень, зон відпочинку, доріжок для прогулянок на покрівлі магазину показано в графічній частині проекту.

Підсумовуючи все вищевказане, наводимо основні переваги зелених покрівель:

- великий внесок в екологію навколишнього середовища
- звукова і теплоізоляція завдяки технології «пирогів»
- компенсація рослин та дерев, що видаляються при будівництві
- зниження навантаження на зливову каналізацію – зелені покрівлі
- утримують до 50 % опадів
- покращення мікроклімату, зволоження і фільтрація повітря від пилу і газів
- ландшафтний дизайн на даху – естетична насолода для мешканців міст.

5.4. Проектне рішення інтеграції зеленого покриття із системою вентиляції

Якість повітря в приміщенні (IAQ), мікрокліматичні параметри та якість зовнішнього повітря (OAQ) є дуже важливими факторами здоров'я. Фактори поєднуються, тому що IAQ формується системами вентиляції, які використовують зовнішнє повітря, що характеризується OAQ. Низький IAQ є причиною синдрому хворої будівлі (SBS). Енергоефективність вентиляції залежить від повітрообміну. Останнє залежить від параметрів повітря на вході, які в періоди охолодження та перехідні періоди приймаються як зовнішні. Вони вважаються неконтрольованими. Але це неправда[19].

Є один захід, який може контролювати температуру/вологість і забруднення всмоктуваного повітря – зелені конструкції. Рослини здатні очищати, охолоджувати і зволожувати повітря. Таким чином, зелені конструкції є перспективним місцем для забору повітря у вентиляції.

За польовими дослідженнями вміст CO₂ на рослинах у сонячний день становить 320...329 за рахунок фотосинтезу, а на вулиці – 501 ppm. Таким чином, за таких погодних умов спостерігається зниження $\Delta q_{пл} = 170$ ppm. Це дуже добре, особливо для вентиляції зі змінним об'ємом повітря (VAV).

Атестаційна випускна робота

Арк.
73

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

У системах постійного об'єму повітря без охолодження визначальним повітрообміном є, як правило, тепло- та вологопоглинання. Таким чином, для економії енергії ми повинні використовувати ефект охолодження. Для його використання ми можемо забрати повітря під вертикальне озеленення стіни. Але це обмежує швидкість, щоб уникнути пересушування листя, як правило, не більше 1 м/с. Забір повітря з зеленого даху може пошкодити конструкцію. Але є вихід, який вбиває відразу двох зайців – використання ефекту охолодження і затінення водозабору. Це фальшива пергола навколо нього (мал. 5.7 а). Поверхня повинна бути не менше необхідної для досягнення швидкості 1 м/с. Охолоджуючий ефект заснований на випарному охолодженні. Цей процес ext – pl можна представити як близький до адіабатичного (мал. 5.7 б).

Алгоритм такий (зелені лінії на рис. 1 б):

1. Розрахунок температури повітря після обробки рослин за рівнянням (4);
2. Установка точки виходу зовнішнього (зовнішнього) повітря;
3. Побудова технологічного променя ε;
4. Побудова обробки рослин по постійній ентальпії до точки pl з температурою t_{pl} [°C];
5. Паралельний рух променя до точки ext;
6. Точки w_z і l є точками перетину рухомого променя та ізотерм відповідно t_{wz} і t_l.

Інв. № ориг.							<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
								74
Зам. інв. №								
Підпис і дата								
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

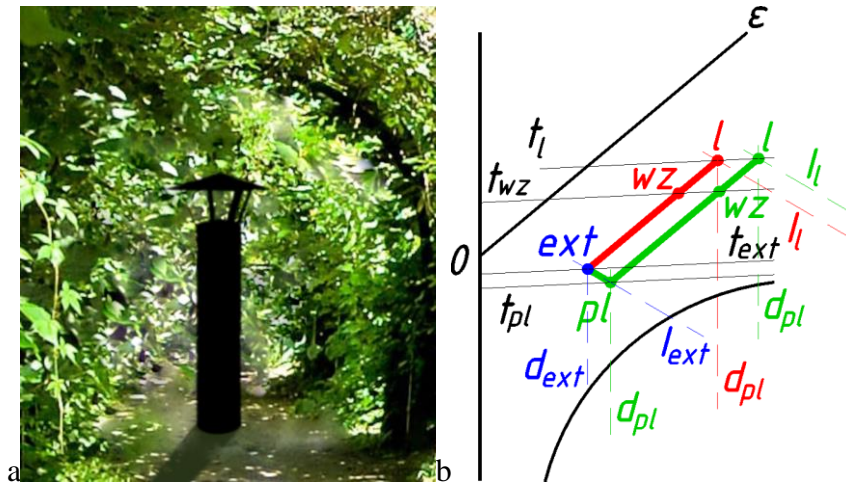


Рис. 5.7. Повітрязабірник у фальшперголі: а – загальний вигляд; б – процеси на діаграмі Id: червоний – без рослин; зелений – для забору всередину фальшперголі: ϵ – співвідношення тепло-волога; t_{ext} – температура зовнішнього (зовнішнього) повітря [$^{\circ}\text{C}$]; t_{wz} – температура робочої зони [$^{\circ}\text{C}$]; t_l – температура повітря на виході [$^{\circ}\text{C}$]; i_{ext} і d_{ext} – ентальпія [кДж/кг] і вологість [г/кг] зовнішнього (зовнішнього) повітря; i_{pl} та d_{pl} – однаково для повітря після обробки рослин; i_l і d_l – однаково для витяжного повітря; $ext \rightarrow wz \rightarrow l$ – процес у приміщенні для забору без рослин $ext - pl$ – процес ефекту охолодження; $pl - wz - l$ – процес в кімнаті для водозабору всередині фальшперголі (зелений)

Розглянемо наш об'єкт. Розрахунки проводимо лише для теплого періоду, тому що в холодний рослини знаходяться в анабіозі.

- Система вентиляції

За розрахунками, розглянуті в розділі 4, загальний повітрообмін становить 33000 м³/год. Використовуючи алгоритм, зазначений вище, будемо i-d діаграму системи вентиляції із використанням зелених конструкцій (рис. 5.8) та розраховуємо повітрообмін в цьому випадку. Повітрообмін становить 24450 м³/год (розраховується аналогічно, як для звичайної системи вентиляції).

Ефективність використання перголи:

$$\frac{33000 - 24450}{33000} \cdot 100 = 21\%$$

Можемо зробити висновок, що Загальний повітрообмін при використанні зелених конструкцій на 21% менший, ніж у випадку без них.

Зам. інв. №					
	Підпис і дата				
Інв. № ориг.					
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис

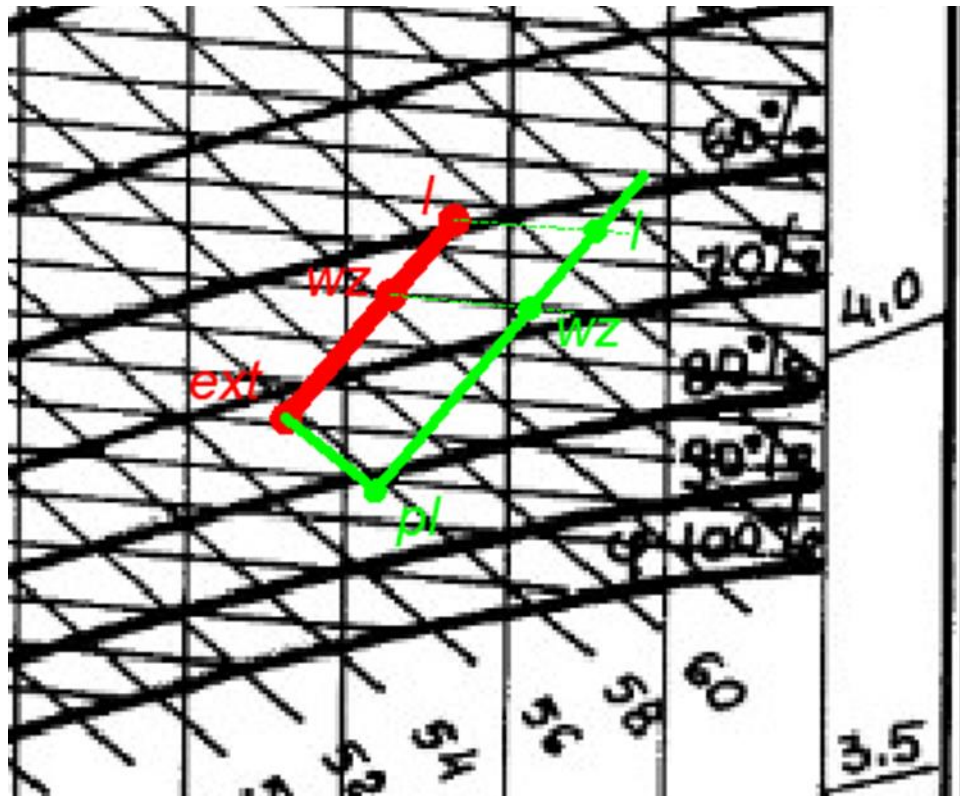


Рис. 5.8. i-d діаграма систем вентиляції (червоний графік) та вентиляції з використанням перголи (зелений графік)

- Система вентиляції з охолодженням

У випадку системи вентиляції з охолодженням, зміна не буде такою суттєвою, але, все ж таки, буде. Розрахунки аналогічні до попереднього випадку. За результатами розрахунку розрахунковий повітрообмін 16971 м³/год та холоднопродуктивність доводника 74 кВт (див. розділ 4).

За результатами розрахунку вентиляції з охолодженням при використанні перголи розрахунковий повітрообмін складає 15597 м³/год, холоднопродуктивність доводника 68 кВт (мал. 5.9).

Можемо зробити висновок, що розрахунковий повітрообмін при використанні зелених конструкцій на 8,1% менший, ніж у випадку без них, і холоднопродуктивність на 8,1%.

В перший рік експлуатації заощадження буде мінімальним, оскільки пергола не встигне зарости, повітря буде надходити через незарослий простір. Починаючи з 2-3 року таке рішення буде давати заощадження.

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк. 76
			<i>Атестаційна випускна робота</i>						
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

$$\frac{16971 - 15597}{16971} \cdot 100 = 8,1\%$$

$$\frac{74 - 68}{74} \cdot 100 = 8,1\%$$

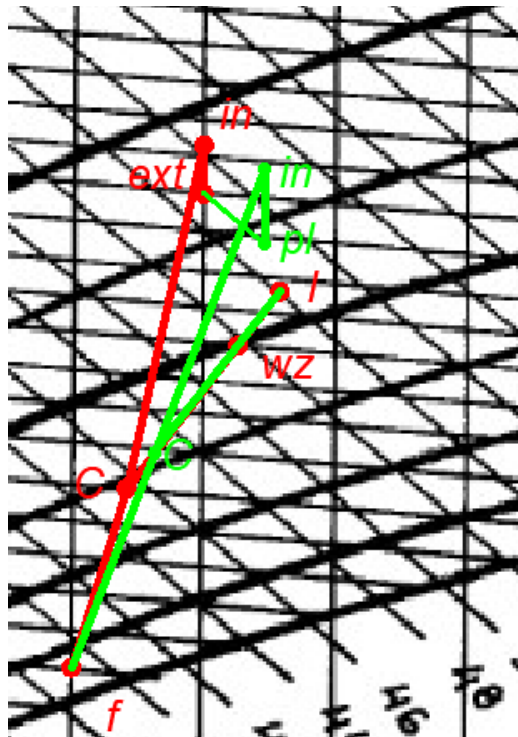


Рис. 5.9. i-d діаграма систем вентиляції та охолодження (червоний графік) та вентиляції з використанням перголи (зелений графік)

Дослідження показало, що зелені насадження, такі як зелені покрівлі та стіни, мають значний вплив на систему вентиляції в будівлях. Вони сприяють покращенню якості повітря, зменшуючи концентрацію шкідливих речовин та пилу, а також забезпечують додаткове охолодження повітря. В результаті цього зростає комфортність для мешканців та працівників, а також зменшується споживання енергії для вентиляції та кондиціонування приміщень. Зелені насадження також сприяють зменшенню викидів CO₂ та інших забруднюючих речовин, що важливо для покращення якості навколишнього середовища. У зв'язку з цим, впровадження зелених насаджень в будівельну інфраструктуру може бути ефективним заходом для підвищення якості життя та зниження впливу будівництва на навколишнє середовище. Далі дослідження в цьому напрямку може допомогти розробити більш ефективні стратегії для інтеграції зелених технологій в будівельну практику з метою забезпечення сталого розвитку.

Інв. № ориг.	Підпис і дата					Зам. інв. №
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	

РОЗДІЛ 6
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ
ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Студент
Консультант

**/Анастасія ЗАКРЕВСЬКА/
/Михайло СЕНЧУК/**

Атестаційна випускна робота

Арк.
78

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк. 78
			Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	

6.1. Технології монтажу систем вентиляції

6.1.1. Основні етапи монтажу систем вентиляції

Монтаж вентиляції — це технологічний процес встановлення системи вентиляції в будівлі.

Підготовчі роботи

Підготовка до монтажу є ключовим етапом у процесі монтажу вентиляції. Присьому виконують підготовку приміщення до монтажу, доставку та перевірку обладнання, підготовку інструментів та техніки, визначають місця розташування елементів системи, тощо.

Монтаж повітропроводів та встановлення обладнання

Повітропроводи повинні монтуватися незалежно від наявності технологічного обладнання відповідно до проектного положення. Приєднання повітропроводів до технологічного обладнання повинно проводитися після його встановлення. Ділянки повітропроводів, в яких можливе випадання роси з вологого повітря, що транспортується, слід прокладати з ухилом 0,01-0,015 у бік пристроїв, що дренають. Прокладки між фланцями повітропроводів не повинні виступати всередину повітропроводів [19].

Кріплення горизонтальних металевих неізольованих повітропроводів (хомути, підвіски, опори та ін.) на безфланцевому з'єднанні слід встановлювати на відстані не більше 4 м одне від іншого при діаметрах повітропроводу круглого перерізу менше 400 мм і на відстані не більше 3 м одне від іншого - при діаметрах повітропроводу 400 мм і більше.

Повітропроводи повинні бути укріплені так, щоб їхня вага не передавалась на вентиляційне обладнання. Повітропроводи повинні приєднуватися до припливно-витяжної установки через гнучкі вставки зі склотканини або іншого матеріалу, що забезпечують гнучкість, щільність та довговічність. Гнучкі вставки слід встановлювати безпосередньо перед індивідуальними випробуваннями.

Креслення елементів (конічного дифузора, дросель-клапанів та витяжного зонта), а також їх приєднання муфтою показані на рисунках 6.1, 6.2, 6.3.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
79

Перевірка системи

Після завершення монтажу, проводиться перевірка герметичності системи (вентиляційні камери) та правильності роботи системи, а також перевірка системи на наявність позапроектних витоків.

До початку індивідуальних випробувань систем слід закінчити загальнобудівельні роботи, а також закінчити монтаж та індивідуальні випробування засобів забезпечення (електропостачання).

Монтажні та будівельні організації при індивідуальних випробуваннях повинні виконати такі роботи:

- перевірити відповідність фактичного виконання систем вентиляції проекту;
- перевірити на герметичність ділянки повітропроводу, що приховуються будівельними конструкціями, про що складається акт огляду прихованих робіт;
- випробувати (обкатати) на холостому ходу вентиляційне обладнання, що має привід, клапани та заслінки, з дотриманням вимог, передбачених технічними умовами заводів-виробників.

6.1.2. Монтажне креслення системи вентиляції.

Монтажне проектування проводять, коли робоча схема в кресленнях недостатньо деталізована для виготовлення і монтажу.

Монтажні креслення створюють на основі натурних вимірювань, після того як будівельний об'єкт перевірений на готовність до монтажу та підписаний акт готовності з генпідрядником.

Монтажне креслення складається з:

- схем (аксонометричних) монтажу (рис. 6.4);
- креслень певних елементів (наприклад, дросель-клапани, витяжні зонти, дифузори (рис. 6.1, 6.2, 6.3) і т.д.;
- комплектувальних відомостей на деталі, фасонні елементи та вироби (табл.6.1);
- специфікації матеріалів, враховуючи запас при їх виготовленні.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
81

Розробляючи монтажну схему ми показуємо елементи, вузли, прилади і обладнання, що до них приєднані та нумеруємо їх відповідно до комплектувальної відомості, перерізи повітропроводів, будівельні довжини.

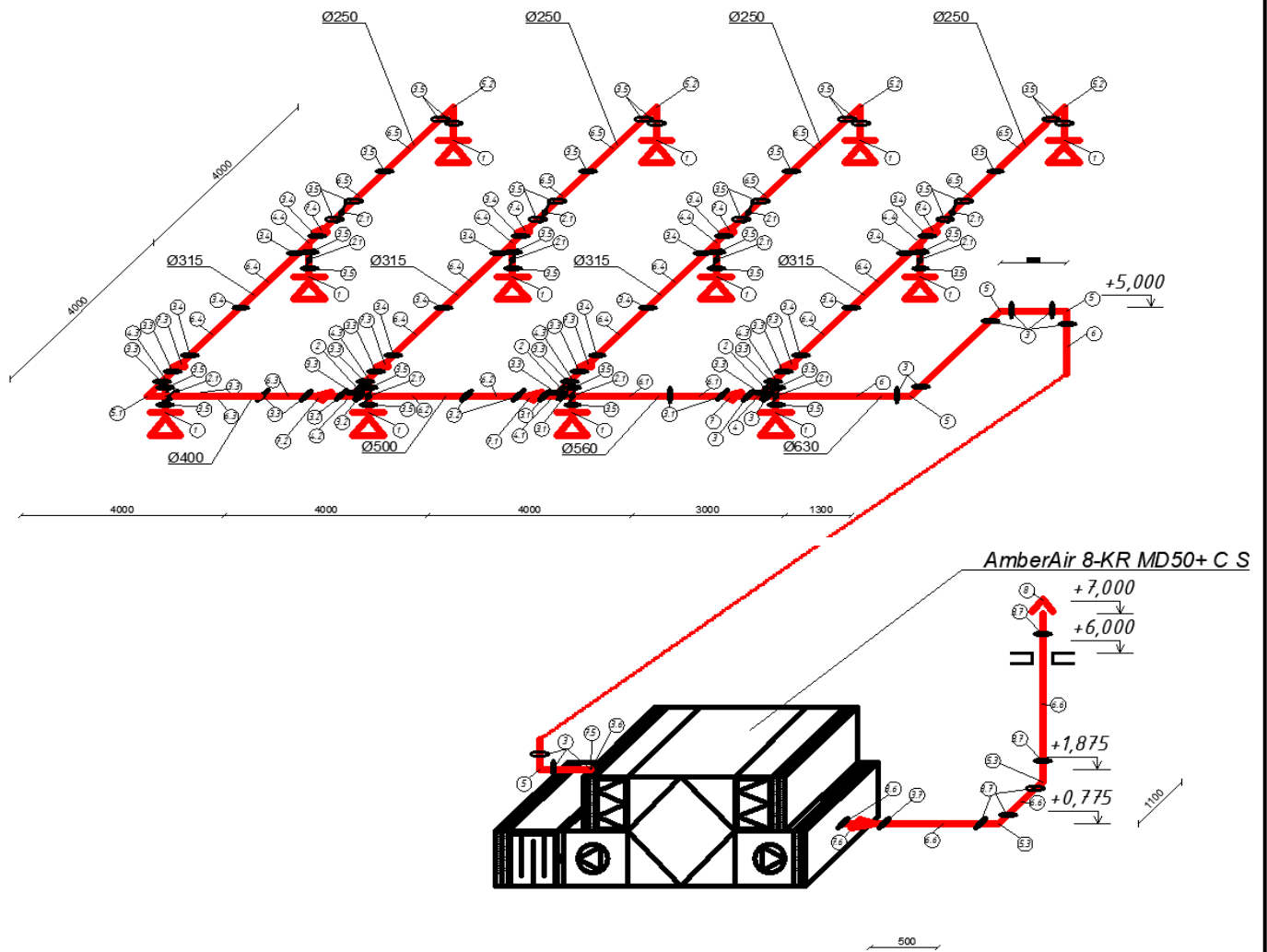


Рис. 6.4 Монтажна схема системи вентиляції.

Інв. № ориг.	Підпис і дата					Зам. інв. №
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	
Атестаційна випускна робота						Арк. 82

Таблиця 6.1.

Комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи та вироби

№	Позначення	Найменування деталі	Розмір перетину, мм			Довжина, мм	Кількість	Центр. кут, гр	Площа поверхні, м		Товщина, мм	Примітка
			круг	прямокут					один	заг		
			D	a	b							
1		Конічний дифузор	250			100	12	90	0,049	0,59	0,5	Vents
2		Дросель-клапан	400			270	3	90	0,075	0,225	0,6	Vents
2.1			250			240	12		0,031	0,372	0,6	
3		Муфта	630			180	16	90	0,356	5,7	0,7	Vents
3.1			560			180	4		0,317	11,41	0,7	
3.2			500			140	4		0,22	0,88	0,7	
3.3			400			140	6		0,176	1,06	0,7	
3.4			315			140	16		0,139	2,224	0,55	
3.5			250			140	36		0,11	3,96	0,55	
3.6				1900	1000	200	2		0,54	1,08	1,0	
4		Врізка	630/400			80	1	90	0,1	0,1	0,7	Vents
4.1			560/400			80	1		0,1	0,1	0,7	
4.2			500/400			80	1		0,1	0,1	0,6	
4.3			400/250			80	4		0,06	0,24	0,6	
4.4			315/250			80	4		0,06	0,24	0,6	
5		Відвід	630				5	90	2,28	11,4	0,7	Vents
5.1			400				1		0,99	0,99	0,6	
5.2			250				4		0,43	1,72	0,50,5	
6		Повітро-від	630			2000	5	90	3,96	19,8	0,7	Vents
6.1			560			2000	2		3,52	7,04	0,7	
6.2			500			2000	2		3,14	6,28	0,7	
6.3			400			2000	3		2,512	7,54	0,6	
6.4			315			2000	8		1,98	15,84	0,6	
6.5			250			2000	8		1,57	12,56	0,6	
7		Перехід	630/560			136	1	90	0,487	0,487	0,7	Vents
7.1			560/500			200	1		0,537	0,537	0,7	
7.2			500/400			177	1		0,43	0,43	0,7	
7.3			400/315			152	4		0,312	1,25	0,6	
7.4			315/250			119	4		0,216	0,86	0,6	
7.5			630/1900x1000				980		2	2,92	5,84	
8		Витяжний зонт	630			500	1	90	0,45	0,45	0,9	Vents

Монтажне креслення припливно-витяжної системи ПВ2 та комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи - дивитись аркуш А1 №7.

Атестаційна випускна робота

Арк.
83

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

6.2. Організація монтажу систем вентиляції

6.2.1. Календарне планування виконання робіт

Календарне планування монтажних робіт інженерних систем та мереж є критично важливим етапом будівельного процесу. Воно передбачає чітке визначення термінів виконання робіт, їх послідовності та ресурсного забезпечення.

Графічна частина календарного плану включає лінійний та сітковий графіки, а також графік зміни чисельності робітників. Ці графіки дозволяють візуально відобразити послідовність виконання робіт і контроль за ресурсами.

6.2.2. Побудова графіків лінійного виконання робіт та зміни чисельності робітничих кадрів

Лінійний графік виконання робіт.

Лінійний графік виконання монтажних робіт інженерних систем та мереж відображає послідовність і тривалість робіт у вигляді лінійних сегментів на часовій шкалі, що дозволяє легко візуалізувати весь процес виконання робіт.

Методика створення лінійного графіка включає кілька етапів:

- спочатку складається повний список усіх монтажних робіт, необхідних для встановлення інженерних систем та мереж;

- аналіз технологічної послідовності, тобто роботи розташовуються у порядку їх технологічної послідовності;

- для кожної роботи визначається її тривалість, що залежить від обсягів робіт, трудовитрат, кількості задіяних робітників і доступних ресурсів (дані беремо із Збірника 20 «Ресурсні елементні коштористні норми на будівельні роботи [21];

- визначається, у скільки змін будуть виконуватися роботи, що може залежати від специфіки проекту, наявності робочої сили, обладнання та технічних умов;

- визначається необхідна кількість робітників та техніки для виконання кожної роботи;

- на часовій шкалі будується лінійний графік, де кожній роботі відповідає лінія певної довжини, що відображає її тривалість, початок і завершення кожної роботи розташовуються відповідно до технологічної послідовності;

Зам. інв. №							Арк.
Підпис і дата							Арк.
Інв. № ориг.							Арк.
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Атестаційна випускна робота

- під кожною лінією на графіку вказуються тривалість роботи та кількість робітників, залучених до виконання завдань;

- після створення графіка проводиться його аналіз на предмет реалістичності і відповідності плановим термінам будівництва. В разі необхідності, графік коригується для оптимізації використання ресурсів та дотримання термінів;

- на основі лінійного графіка складається графік зміни чисельності робітників на об'єкті, що дозволяє відслідковувати, коли і скільки робітників необхідно залучити до виконання робіт;

- розраховується коефіцієнт рівномірності зміни чисельності робітників, який показує співвідношення максимальної кількості робітників до середньої кількості робітників за весь період будівництва. Цей показник допомагає оцінити рівномірність завантаження робочої сили.

Розрахунковий коефіцієнт зміни чисельності робітників на об'єкті під час монтажу систем вентиляції і аспірації дорівнює:

$$K_p = n_{p \text{ макс}} / n_{p \text{ сер}} = 1,5,$$

де $n_{p \text{ макс}} = 30 \text{ роб.}$ – максимальна кількість робітників;

$n_{p \text{ сер}} = (n_1 * t_1 + n_2 * t_2 + \dots + n_i * t_i) / T_{\text{буд}} = 19,6 \text{ роб.}$ – середня кількість робітників.

Інв. № ориг.							<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
								85
Зам. інв. №								
Підпис і дата								
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

6.2.3. Сіткове планування монтажу систем вентиляції

Цей метод планування допомагає виявити критичні точки у проекті, де затримки можуть вплинути на загальний термін виконання робіт.

Особливості побудови сіткового графіка

а) Перший крок у створенні сіткового графіка полягає у визначенні всіх завдань, необхідних для монтажу систем вентиляції та аспірації.

б) Кожне завдання має бути розміщене у логічній послідовності. Це означає, що роботи, які повинні бути завершені перед початком наступних етапів, визначаються і розташовуються відповідно. Для цього використовуються методи послідовно-паралельного монтажу.

в) Для кожного завдання оцінюється тривалість його виконання. Ці оцінки базуються на попередніх розрахунках, досвіді минулих проектів та нормативних документах. [21]

г) Побудова сіткового графіка: Роботи представляються у вигляді ліній (прямих або ломаних) зі стрілками, що вказують на послідовність виконання:

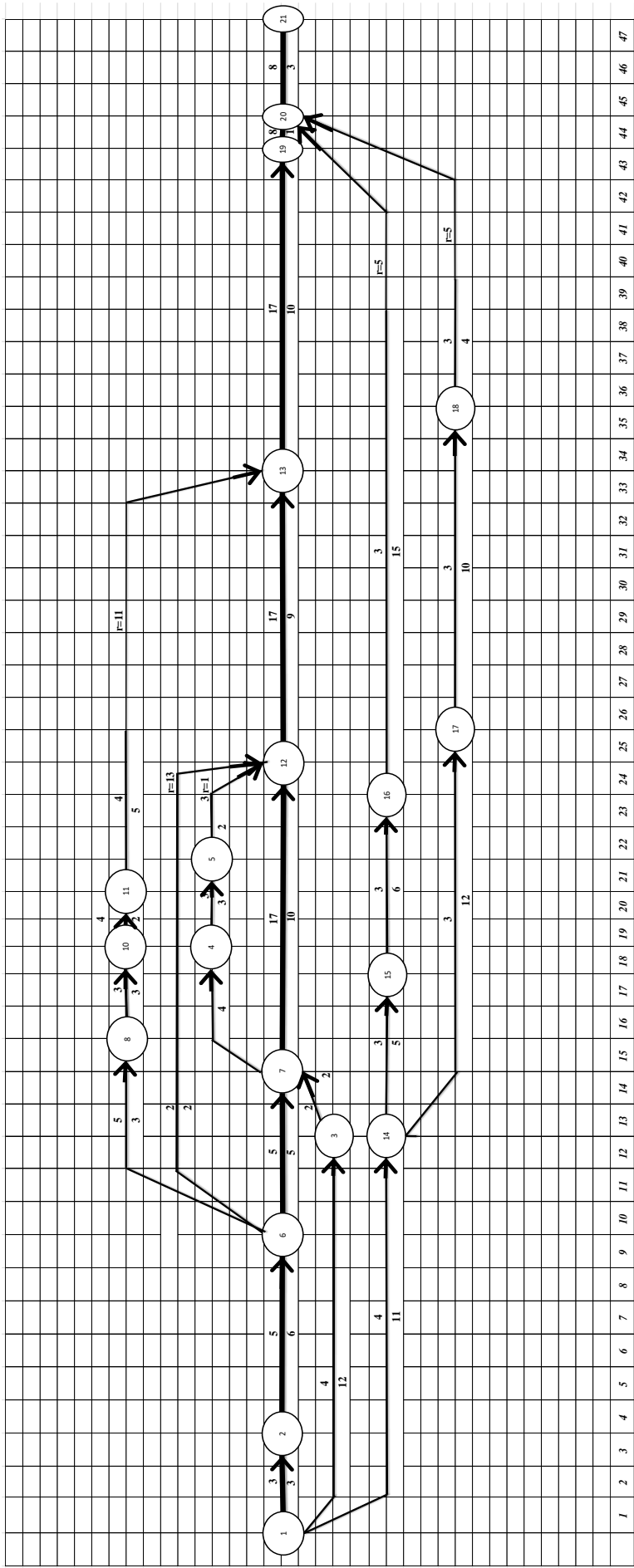
- суцільні лінії позначають реальні роботи та роботи-очікування.
- пунктирні лінії вказують на фіктивні роботи, що не потребують витрат часу та ресурсів.
- жирні або подвійні лінії виділяють критичні роботи, затримка яких впливає на загальний термін проекту.

д) На графіку визначаються події, починаючи з вихідної і закінчуючи цільовою подією. Ці події відображають ключові етапи та контрольні точки в процесі монтажу.

е) Визначення критичного шляху - це послідовність завдань, що визначає найкоротший термін завершення проекту. Роботи на ньому є пріоритетними, і їх затримка безпосередньо впливає на загальний термін будівництва.

є) Роботи на критичному шляху розміщуються на одній з горизонтальних ліній графіка. Інші завдання розташовуються за параметрами ранніх початків робіт на лініях, паралельних критичному шляху, або нахилених без перетинання між собою.

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата
<i>Атестаційна випускна робота</i>						Арк. 87



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47

Рис. 6.6. Сітковий графік системи вентиляції

Таблиця 6.2

Розрахункова таблиця параметрів сіткового графіка

Шифр роботи	Тривалість роботи	Ранні терміни		Пізні терміни		Резерв часу	
		Початку роботи, $t_{рп}$	Закінчення роботи $t_{рз}$	Початку роботи, $t_{пп}$	Закінчення роботи $t_{пз}$	Повний $R_{п}$	Вільний $r_{в}$
1-2	3	0	3	0	3	0	0
2-6	6	3	9	3	9	0	0
6-7	5	9	14	9	14	0	0
7-12	10	14	24	14	24	0	0
12-13	9	24	33	24	33	0	0
13-19	10	33	43	33	43	0	0
19-20	1	43	44	43	44	0	0
20-21	3	44	47	44	47	0	0
1-3	12	0	12	0	12	0	0
3-7	2	12	14	12	14	0	0
6-12	2	9	11	22	24	13	13
7-4	4	14	18	14	18	0	0
4-5	3	18	21	18	21	0	0
5-12	2	21	23	22	24	1	1
2-8	3	9	12	11	14	2	2
8-10	3	12	15	12	15	0	0
10-11	2	15	17	15	17	0	0
11-13	5	17	22	19	24	2	2
1-14	11	0	11	1	12	1	1
14-15	4	11	15	11	15	0	0
15-16	4	15	19	15	19	0	0
16-20	8	19	27	35	43	16	16
14-17	7	11	18	11	18	0	0
17-18	6	18	24	18	24	0	0
18-20	4	24	28	39	43	15	15

Результати розрахунків календарного планування, побудовані графіки: лінійний, зміни чисельності робітників на об'єкті і сітковий графік, таблиця розрахунку параметрів сіткового графіка наведено на аркуші А1 №7.

Атестаційна випускна робота

Арк.
90

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм. К-ть Арк. Нодок Підпис Дата

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Студент /Анастасія ЗАКРЕВСЬКА/
Консультант /Ірина КЛІМОВА**

Атестаційна випускна робота

Арк.
91

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

7.1. Загальні положення

Цей розділ визначає вимоги щодо безпеки праці, виробничого середовища у сфері будівництва, охорони довкілля при виконанні будівельних робіт. Основним документом для цього є Закон України «Про охорону праці». Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [22].

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;

Атестаційна випускна робота

Арк.
92

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	------	------	--------	--------	------

- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва [22].

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знежележувальні засоби.

Атестаційна випускна робота

Арк.
93

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва (виготовлення) або реконструкції, капітального ремонту тощо, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Проектування виробничих об'єктів, розроблення нових технологій, засобів виробництва, засобів колективного та індивідуального захисту працюючих повинні провадитися з урахуванням вимог щодо охорони праці [22].

Для забезпечення комплексної безпеки будівництва заходи з організації будівельного виробництва мають передбачати:

а) дотримання під час підготовки і виконання будівельних робіт вимог з охорони праці та усіх видів промислової безпеки;

б) підтримання в процесі будівництва показників міцності і стійкості конструкцій та основ об'єкта будівництва в цілому та об'єктів прилеглої забудови;

в) дотримання безпечних умов експлуатації об'єктів прилеглої забудови;

г) захист об'єкта будівництва, прилеглої території та забудови від впливу несприятливих природних або техногенних факторів;

д) ліквідацію негативного техногенного впливу будівництва на навколишнє середовище у разі виявлення його засобами моніторингу;

е) безпечне розміщення на будівельному майданчику виробничих та побутових приміщень і споруд для обслуговування будівництва, безпечне облаштування робочих місць, забезпечення проїзду і обслуговування транспортних засобів;

ж) захист котлованів, траншей і виробок від обвалення та від поверхневих ґрунтових вод;

і) послідовність і темпи виконання робіт, які забезпечують ефективне і безпечне здійснення будівництва;

к) максимальне зменшення обсягів і термінів робіт, які виконуються в умовах дії небезпечних і несприятливих чинників;

л) неперевищення гранично-допустимих концентрацій небезпечних та шкідливих виробничих чинників;

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
94

м) дотримання безпечних умов праці, санітарно-побутове та медичне забезпечення працюючих відповідно до чинного законодавства;

н) виконання заходів з охорони та збереження навколишнього середовища;

п) дотримання умов дорожнього руху на прилеглих до об'єкта ділянках вулично-дорожньої мережі;

р) безпечні способи та порядок поводження з відходами;

с) дотримання під час підготовки і виконання будівельних робіт вимог пожежної безпеки [23].

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною[24].

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

а) пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

б) гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;

в) запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

г) екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

д) збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
95

е) науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;

є) обов'язковість оцінки впливу на довкілля;

ж) науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;

з) компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища [24].

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк. 96
			Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата	

Атестаційна випускна робота

7.2. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів.[25]

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Види робіт	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
Падіння з висоти матеріалів, конструкцій, тощо	При розташуванні робочих місць поблизу перепаду по висоті 1,3м і більше	1,3-30 м	ДБН А.3.2-2:2009
Падіння з висоти людей	При розташуванні робочих місць поблизу перепаду по висоті 1,3м і більше	1,3-30 м	ДБН А.3.2-2:2009; ДБН В.2.2-41:2019
Шкідливі фактори	Електрозварювальні роботи	ГДК 300 мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-16
	ацетилен		
	Опоряджувальні роботи	ГДК 200 мг/м ³	
	ацетон		
Недостатня освітленість	Монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні (внутрішні)	30лк; 30лк; 30лк; 50лк	ДБН В.2.5-28-2018 ДСТУ Б.А.3.2.-15:2011
Шум	Роботи з інструментами	<80 дБ	ДСН 3.3.6.037-99
Вібрація	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції	(по видам робіт)	ДСН 3.3.6.039-99
Мікроклімат	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22°C φ=60-46% v=0,3 м/с	ДСН 3.3.6.042-99
Електрострум	Електрозварні	6000/380 В	ПУЕ -2017 НПАОП 40.1-1.21-98
	Машини, механізми	380 В	
	Електромонтажні	220, 380 В	
	освітлення	220 В, <25 В	
Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II _{кат.}	ДСТУ EN 62305-3:2012
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

Атестаційна випускна робота

Арк.
97

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

- проводити регулярний моніторинг повітряного середовища на наявність шкідливих речовин.

- правильно організувати робоче місце, забезпечуючи оптимальне розташування обладнання та робочих зон.

- проводити інструктажі для працівників щодо безпечного виконання робіт.

Недостатня освітленість

Для усунення недостатньої освітленості необхідно:

- встановлювати додаткове освітлення, забезпечуючи достатню кількість ламп та світильників.

- регулярно перевіряти освітлення та замінювати лампи при необхідності.

- оптимально розташовувати світильники, забезпечуючи максимальне покриття робочих зон.

- використовувати переносні лампи у важкодоступних або тимчасових робочих зонах.

- використовувати освітлювальні прилади з регульованим кутом для спрямованого освітлення.

Шум

Для зменшення впливу шуму на працюючих слід:

- використовувати засоби захисту слуху, такі як навушники або беруші.

- встановлювати звукоізолюючі панелі та бар'єри для зменшення рівня шуму.

- контролювати рівень шуму, використовуючи обладнання з низьким рівнем шуму.

- організувати ротацію працівників, щоб зменшити тривалість їхнього впливу шуму.

- регулярно моніторити рівень шуму в робочих зонах.

Вібрація

Для зменшення впливу вібрації на працюючих необхідно:

- використовувати антивібраційне обладнання, таке як спеціальні рукавиці та підкладки.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
99

- організовувати ротацію працівників, щоб зменшити тривалість впливу вібрації.
- регулярно обслуговувати та налаштовувати обладнання для зменшення вібрації.
- використовувати спеціальні пристрої, такі як антивібраційні системи та платформи.
- проводити інструктажі для працівників щодо безпечного поводження з вібруючим обладнанням.

Мікроклімат

Для забезпечення комфортного мікроклімату необхідно:

- встановити систему вентиляції та кондиціонування, щоб підтримувати відповідний рівень температури, вологості та повітрообміну.
- регулярно моніторити параметри мікроклімату, такі як температура, вологість та швидкість повітря.
- організувати робочі місця таким чином, щоб забезпечити комфортні умови праці.
- запровадити перерви на відпочинок для працівників, які працюють у несприятливих умовах.
- використовувати індивідуальні засоби захисту, такі як спеціальний одяг для роботи в екстремальних умовах.

Електрострум

Для запобігання небезпечному впливу електричного струму на працюючих слід:

- використовувати надійну ізоляцію всіх електричних проводів і кабелів.
- встановлювати захисні пристрої, такі як автоматичні вимикачі, запобіжники та диференційні реле.
- регулярно перевіряти та обслуговувати електричні системи і обладнання.
- забезпечувати належне заземлення всіх електропристроїв.
- проводити інструктажі для працівників щодо безпечної роботи з електричним обладнанням.

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
100

Атмосферна електрика (захист від блискавки)

Для захисту від блискавки необхідно:

- встановлювати блискавкозахисні системи на будівлях та спорудах.
- забезпечувати належне заземлення всіх блискавковідводів.
- регулярно перевіряти та обслуговувати системи блискавкозахисту.
- проводити інструктажі для працівників щодо безпечної поведінки під час грози.
- враховувати ризики атмосферної електрики при проектуванні розташування обладнання та будівель.

Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки слід:

- розміщувати засоби пожежогасіння, такі як вогнегасники, пожежні гідранти та системи автоматичного пожежогасіння.
- регулярно перевіряти та обслуговувати ці засоби, щоб гарантувати їхню працездатність у разі пожежі.
- розробляти та впроваджувати плани евакуації, проводити регулярні навчання та тренування.
- встановлювати системи виявлення пожежі, такі як пожежні сигналізації та димові датчики.
- проводити інструктажі для працівників щодо дій у разі пожежі та правил користування засобами пожежогасіння.

Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк. 101
			Атестаційна випускна робота						
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата				

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Атестаційна випускна робота	Арк.
			Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата		102

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"// Мінрегіонбуд України.-К.:2011.
2. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель./ Мінрегіон України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022.- 23 с.
3. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель./ Технічний комітет стандартизації ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд». –К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.- 51 с.
4. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення. Посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень-Київ-Сімферополь: Vello-print
5. ДСТУ EN 12831-1:2017. Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проєктного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3 (EN 12831-1:2017, IDT).
6. Методика визначення енергетичної ефективності будівель. Наказ Мінрегіонбуду № 169 від 11.07.2018 року. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 липня 2018 р. за № 822/32274.
7. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування./ Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2013.- 141 с.
8. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник / Київ -: КНУБА, 2002. – 256 с
9. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення./ Мінрегіон України та ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК)-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018.-76 с.
10. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання/ Технічний комітет стандартизації ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд»)-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.-147 с.
11. Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель / уклад.: Р64 Москвітіна А.С. та ін. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
12. ДСТУ Б EN 15243:2015 (EN 15243:2007, IDT). Вентиляція будівель. Розрахунок температури приміщень та методи визначення навантажень і енергопотреб для будівель з системами кондиціонування повітря. - [Чинні від 2022-10-01]. - К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 109 с.
13. Розрахунок повітрообмінів / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В.Р. – Київ: КНУБА, 2023. – 55 с.

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ориг.						
	Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата
<i>Атестаційна випускна робота</i>						Арк. 103

ДОДАТКИ

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

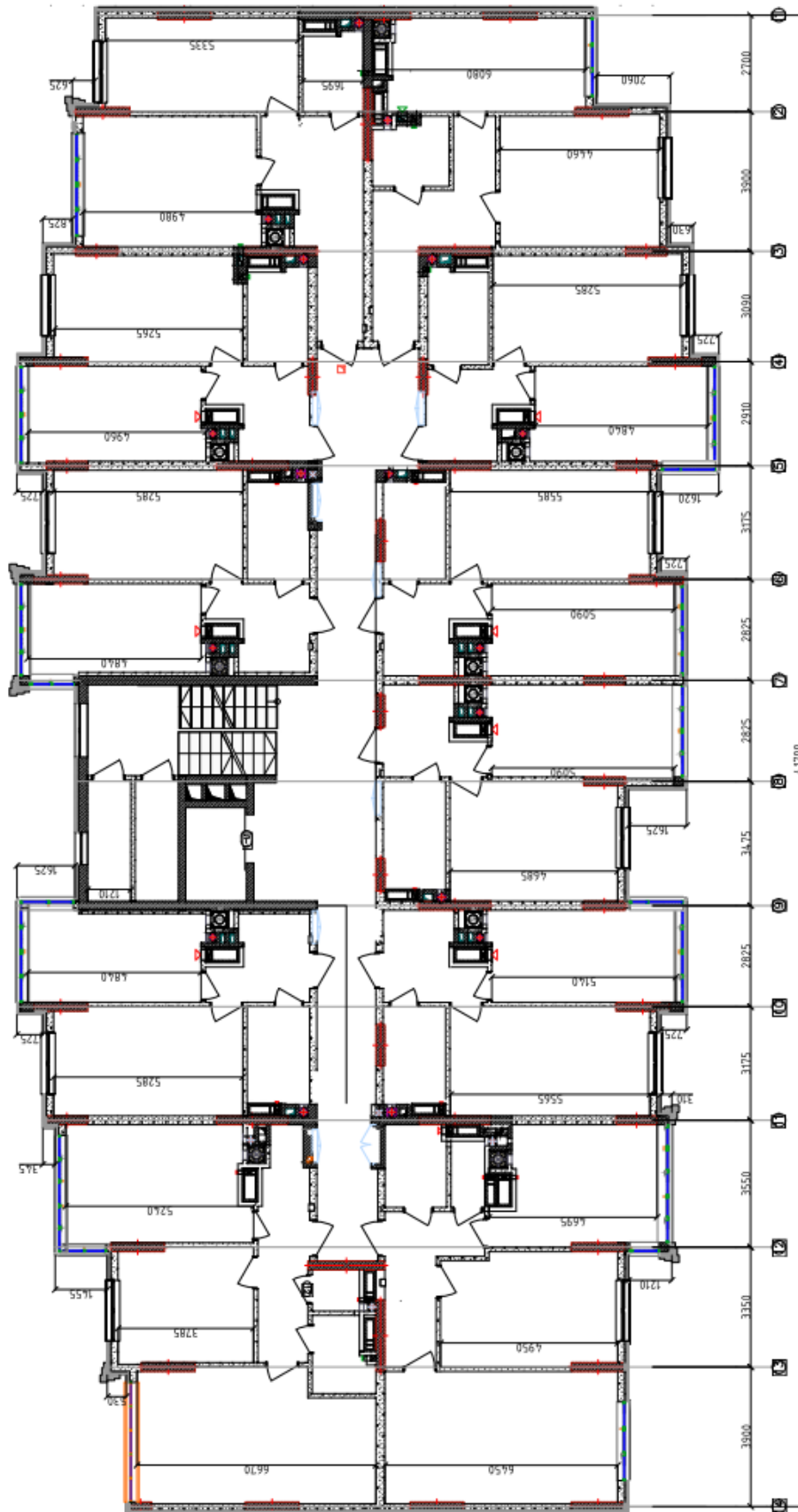
Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
105

Додаток 1. План типового поверху житлового будинку

План типового поверху



Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Додаток 2. Технічні характеристики радіаторів KERMI

высота длина	Тип 11				Тип 12			
	300	400	500	600	300	400	500	600
400	236	300	362	424	298	373	448	522
500	295	375	453	531	371	467	560	652
600	354	450	544	638	446	560	672	782
700	413	525	635	743	520	653	784	912
800	472	600	726	850	595	747	896	1042
900	531	675	816	956	669	840	1009	1173
1000	590	750	906	1062	744	934	1121	1303
1100	649	825	997	1169	818	1027	1233	1434
1200	708	900	1088	1274	892	1120	1345	1564
1400	826	1051	1270	1487	1041	1307	1569	1825
1600	944	1200	1451	1699	1190	1494	1793	2085
1800	1062	1350	1632	1912	1338	1680	2017	2346
2000	1180	1500	1814	2124	1487	1867	2241	2607
2300	1358	1725	2085	2443	1710	2147	2577	2997
2600	1534	1950	2358	2761	1933	2427	2913	3389
3000	1770	2250	2720	3187	2230	2801	3362	3910

Тип 22					Тип 33				
200	300	400	500	600	200	300	400	500	600
253	404	506	608	708	363	576	725	867	1003
317	504	633	760	884	453	720	906	1084	1254
380	605	760	912	1061	544	865	1087	1300	1505
443	706	886	1064	1238	635	1009	1269	1518	1755
507	806	1013	1216	1414	725	1154	1450	1735	2007
570	908	1140	1368	1591	816	1298	1631	1951	2257
634	1009	1267	1520	1768	907	1442	1813	2168	2508
697	1109	1393	1672	1945	997	1586	1993	2385	2758
760	1210	1520	1824	2122	1088	1730	2175	2602	3009
887	1411	1773	2128	2475	1269	2018	2537	3035	3511
1014	1614	2027	2432	2829	1450	2306	2900	3468	4012
1140	1815	2279	2736	3183	1631	2594	3262	3902	4515
1267	2017	2533	3040	3536	1812	2883	3624	4335	5016
1457	2319	2913	3496	4066	2084	3315	4168	4986	5768
1647	2622	3293	3952	4597	2356	3748	4712	5637	6521
1900	3025	3800	4560	5304	2719	4324	5437	6504	7525

Зам. інв. №

Підпис і дата

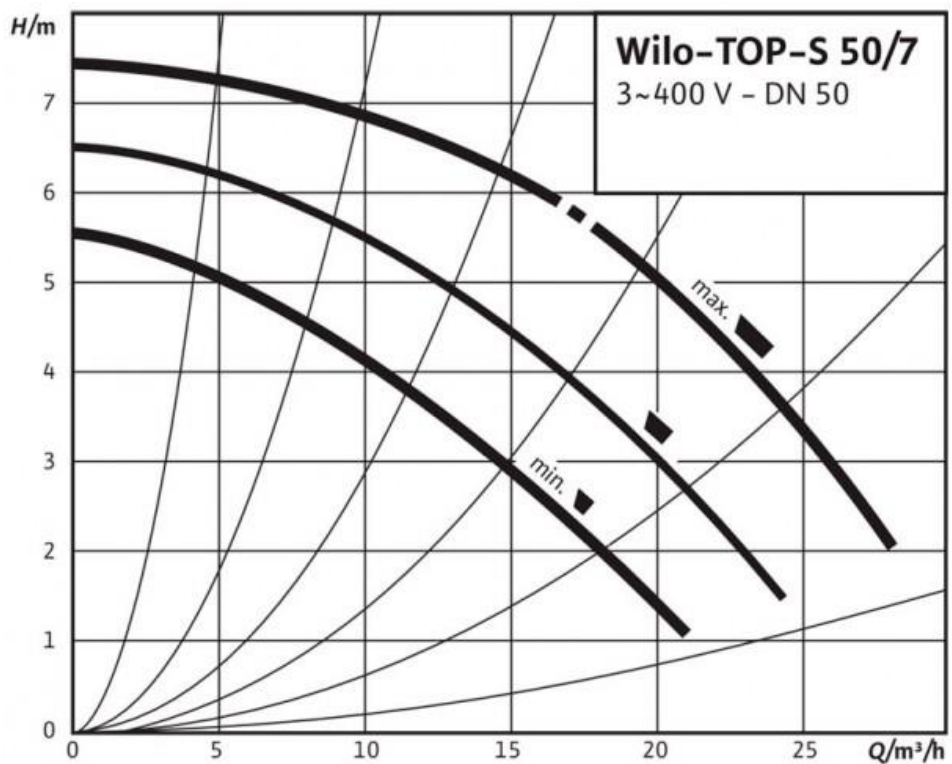
Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.
107

Додаток 3. Технічні характеристики циркуляційного насосу
WILO TOP S 50/7

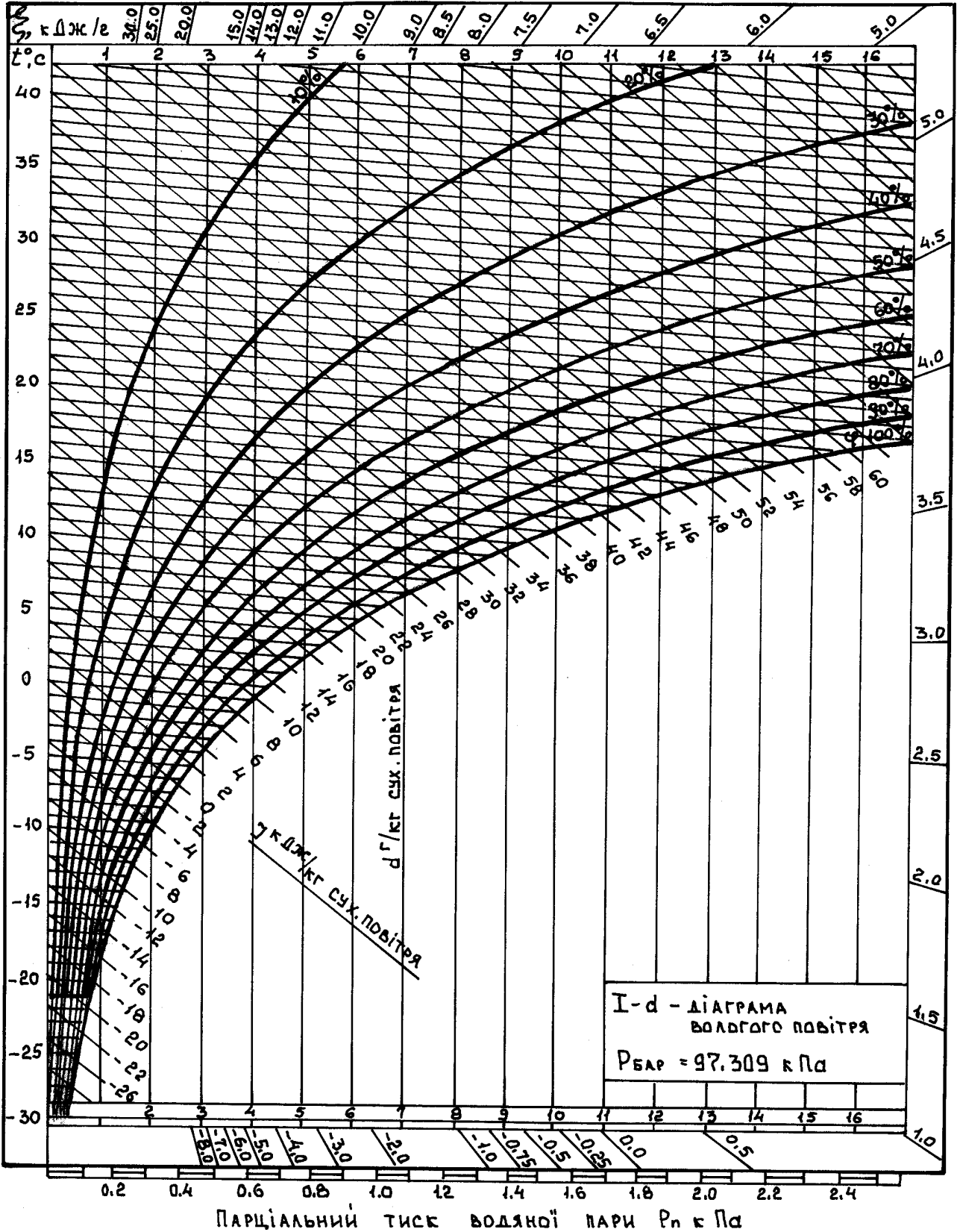


Зам. інв. №
 Підпис і дата
 Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Додаток 4. I-D діаграма вологого повітря для тиску 97 кПа



Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	К-ть	Арк.	Людок	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота