

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

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

на тему:

Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря

Навчального закладу в м. Житомир

Урбанський Дмитро Анатолійович

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

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

Предун К.М

« _____ » _____ 2023р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

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

на тему: Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря
навчального закладу в м. Житомир

Виконав: студент 4 курсу, групи ТВ-41

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: «Теплогазопостачання і вентиляція»

_____ Урбанський Д.А. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Задоянний О.В _____
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Зміст

<i>Вступ</i>	7
<i>ЧАСТИНА I. ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ПРИМІЩЕНЬ</i>	
<i>Розділ 1. Вихідні дані</i>	10
1.1. Характеристика об'єкту	11
1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря	12
1.3. Розрахункові параметри для внутрішнього повітря	12
<i>Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок та вибір будівельних огороджуючих конструкцій</i>	13
2.1. Умови експлуатації та опори теплопередачі огороджуючих конструкцій	14
2.2. Теплотехнічний розрахунок та вибір огороджуючих конструкцій	15
<i>Розділ 3. Тепловий баланс приміщень</i>	18
3.1. Розрахунок тепловтрат через огороджуючі конструкції	19
3.2. Розрахунок тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря	24
3.3. Визначення стаціонарних теплових надходжень	26
3.4. Тепловий баланс приміщень	26
<i>ЧАСТИНА II. ОПАЛЕННЯ</i>	
<i>Розділ 4. Теплова потужність системи опалення</i>	29
4.1. Розрахункова теплова потужність системи опалення	30
4.2. Питомі показники роботи системи опалення	32
<i>Розділ 5. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення</i>	33
5.1. Архітектурно-планувальні особливості, призначення будівель та конфігурація системи опалення	34
5.2. Призначення приміщень та опалювальні прилади	37
5.3. Запірна та регулювальна арматура	38
5.4. Трубопроводи системи опалення та їх прокладання	39
5.5. Вибір джерела теплової енергії	39
<i>Розділ 6. Гідравлічний розрахунок системи водяного опалення</i>	40
<i>Розділ 7. Розрахунок та вибір опалювальних приладів</i>	45
<i>Розділ 8. Розрахунок та вибір обладнання теплового пункту</i>	50
<i>ЧАСТИНА III. ВЕНТИЛЯЦІЯ</i>	
<i>Розділ 9. Принципові рішення. Розрахунок повітрообміну</i>	55
9.1. Принципові рішення системи вентиляції	56
9.2. Розрахунок надходжень шкідливостей	57
9.3. Розрахунок повітрообмінів	60
<i>Розділ 10. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції. Вибір обладнання</i>	62
10.1. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції	63
10.2. Розрахунок та вибір обладнання для систем вентиляції.....	66
<i>Розділ 11. Технологія та організація монтажних робіт</i>	72
<i>Розділ 12. Автоматика</i>	82
<i>Розділ 13. Охорона праці</i>	88
<i>Література</i>	97

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

Загальні відомості

Погоджено		

Зам. Інв. №	

Підпис і дата	

					<i>Атестаційна випускна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Загальні відомості</i>		
<i>Зав.каф</i>	<i>Предун К.М.</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Задоянний О.В.</i>						
<i>Консульт.</i>							
<i>Виконав</i>	<i>Урбанський Д.А</i>				<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Інв. № ор.</i>					<i>ДП</i>		
					КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

Вступ.

Згідно завданню атестаційної випускної роботи розроблено проект систем опалення та вентиляції навчального закладу в м. Житомир. Проект включає пояснювальну записку обсягом 98 сторінок та графічну частину на 7 листах формату А1.

У пояснювальній записці опрацьовані та наведені наступні розділи:

- загальна частина;
- тепловий режим будівлі у тому числі теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій;
- тепловий баланс приміщень;
- опалення;
- вентиляція;
- економіка;
- автоматика;
- охорона праці та навколишнього середовища;
- технологія і організація монтажних робіт.

В записці також включені обґрунтування прийнятих рішень, розрахункові схеми і таблиці з результатами, а також графічна частина проекту, де детально розроблені всі основні конструктивні рішення, що були прийняті.

Дійсний проект розроблений у відповідності з діючими додаткових змін, нормами проектування, методичними рекомендаціями та іншими нормативними документами:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»
- ДБН В.2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель»
- ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди»
- ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»

Зам. Інв. №							Арк.	
	Підпис і дата							
Інв. № ор.							Атестаційна випускна робота	Арк.
		Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища в приміщеннях будівлі та поліпшення умов перебування людей використовуються системи опалення та вентиляції повітря. У даному дипломному проекті були розроблені системи, які гарантують надійність та ефективність роботи, при цьому зменшуються енерговитрати. Цього досягнуто завдяки використанню сучасних систем опалення з автоматичними регуляторами теплового потоку опалювальних приладів.

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Арк.
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	

ЧАСТИНА І. ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ПРИМІЩЕНЬ

Розділ 1

Вихідні дані

Погоджено			

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
					Тепловий баланс приміщень Вихідні дані	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

1.1. Характеристика об'єкту

За класифікацією згідно ДБН В.2.2-9-2018 «Громадські будинки та споруди» навчальний заклад, що проектується, відноситься до «Закладів освіти».

Об'єкт що проектується, являє собою одноповерховий будинок, в якому розміщені наступні основні приміщення: лекційні аудиторії, читальна зала, хол-рекреація, буфет, кімнати викладачів, технічне приміщення.

Фасад будинку зорієнтований на північний захід.

Установа працює в період з 8-20 годину.

Основні шкідливості, які виділяються в приміщеннях:

- надлишкова теплота,
- надлишкова волога,
- вуглекислий газ.

Джерелом теплопостачання для внутрішніх інженерних систем будівлі є теплова мережа. Теплоносій – вода з параметрами 150-70⁰С в опалювальний період, 70-60⁰С – в неопалювальний період.

На підставі виконаних у дипломному проекті розрахунків основні показники будинку центру наступні:

Таблиця 1.1

Характеристика	Значення
Об'єм будівлі, м ³	4792,7
Загальна площа, м ²	1121,3
Розрахункова теплова потужність системи опалення, Вт	19725
Питома теплова потужність систем опалення q, Вт/м ²	18
Питоме теплоспоживання системи опалення w, ГДж/(м ² ·рік)	0,227

Зам. Інв. №						Підпис і дата	Інв. № ор.						Арк.
	<i>Атестаційна випускна робота</i>												
	Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата								

Розділ 2
**Теплотехнічний
 розрахунок та вибір
 будівельних огороджуючих
 конструкцій**

Погоджено			

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
					Теплотехнічний розрахунок та вибір будівельних огороджувальних конструкцій	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

Таблиця 2.1

Результати розрахунку та підбору огорожуючих конструкцій зводимо у таблицю:

<i>Найменування огорожуючої конструкції</i>	<i>R_{min}</i>	<i>R_{заг}</i>	<i>Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м²·°С)</i>	<i>Опис конструкцій</i>	<i>δ_{заг}</i>
<u>Зовнішня стіна</u>	3,30	3,34	0,300	Бетон на гравії або щебені з природного каменю 2400 кг/м ³ λ= 01,86 Вт/м ² °С δ=0,08 м. + Утеплювач з вермикулітбетону 400кг/м3 λ= 0,13 Вт/м ² °С - δ _{ут} = 0,4 м + керамзитбетон на керамзитовому піску 1800 кг/м3 , λ= 0,92 Вт/м ² °С δ=0,06м	0,472
<u>Горищне перекриття</u>	4,95	4,96	0,202	Залізобетон 2500 кг/м3 λ= 2,04 Вт/м ² °С δ=0,13 м + вироби з теплоізоляційні з мін. вати на основі базальтового волокна 50 кг/м3 λ= 0,048 Вт/м ² °С δ=0,22 м + розчин цементно піщаний 1800 кг/м3 λ= 0,93	0,380
<u>Перекриття над підвалом</u>	3,75	3,68	0,272	Лінолеум полівінілохлоридний на теплоізоляційній основі 1800 кг/м3 λ= 038 Вт/м ² °С δ=0,004 м + розчин цементнопіщаний 1800 кг/м3 λ= 0,93 Вт/м ² °С δ=0,070 м + вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна 75 кг/м3 λ= 0,047 Вт/м ² °С δ=0,15 м +бетон на гравії або щебні з природного каменю2400 кг/м3 λ= 1,86 Вт/м ² °С δ=0,220 м	0,444
<u>Вікна</u>	0,75	0,72	1,389	Вікна з двокамерними склопакетами 4М ₁ -16-4М ₁ -16-4і	-
<u>Зовнішні двері</u>	0,60	0,78	1,282	Одинарні металеві двері без утеплювача + Тамбур + Одинарні соснові двері 0,04м	0,040
<u>Внутрішні стіни</u>	-	0,71	1,408	Кладка з порожнистої глиняної цегли λ= 0,52 Вт/м ² °С - 1ц.	0,110

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Арк.

Атестаційна випускна робота

Змн. Арк. № Докум. Підпис Дата

Розділ 3

Тепловий баланс приміщень

Погоджено			

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
Зав.каф		Предун К.М.			Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Задоянний О.В.				ДП		
Консульт.					Тепловий баланс приміщень	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		
Виконав		Урбанський Д.А						

Для багат шарової конструкції:

$$v_e = 0,85 + 0,15 \frac{S_1}{S_2} = 0,85 + 0,15 \frac{11,09}{0,48} = 0,852$$

Коефіцієнти θ_1, θ_2 обираються для кожної години доби відповідно

$$\text{при } \varepsilon_1 = \varepsilon + 15 = -0,9 + 15 = 14,1;$$

$$\theta_1 = 0,71$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon + z = -0,9 + 11 = 10,1; \theta_2 = 1$$

ε – запізнення температурних коливань в огороженні;

$$\varepsilon = 2,7 \sum D - 0,4 = 2,7 \times 0,065 - 0,4 = -0,9$$

z – час максимуму сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації, приймається 11.

$$A_{M,C} = 11,0$$

$A_M = 223,5$ - площа масивної огорожуючої конструкції (зовнішня стіна, перекриття), кв.м

A_j - амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна),

$$A_j = J_{\text{макс}} - J_{\text{ср}} = (713 + 133) - 329 = 523$$

де

$J_{\text{макс}}$ - Максимальне значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження.

$J_{\text{ср}}$ - середньодобове значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження табл.

для приміщення 16

Тепловий потік, Вт, через масивну огорожуючу конструкцію (зовнішню стіну або перекриття) Q_M , для даної години доби (Z) необхідно визначити за формулою:

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \left(t_{\text{зовн}} + \rho \frac{J_{\text{ср}}}{\alpha_{\text{зовн}}} - t_{\text{вн}} \right) + \beta \frac{\alpha_{\text{вн}}}{v} \left(0,5 \theta_1 A_{M,C} + \frac{\rho}{\alpha_{\text{зовн}}} \theta_2 A_j \right) \right] \cdot A_M =$$

$$\left[\frac{1}{4,96} \left(23 + 0,8 \frac{329}{23,4} - 24,55 \right) + 1 \frac{12}{28,23} \left(0,5 \times 0,71 \times 11,0 + \frac{0,8}{12} \times 1 \times 329 \right) \right] \times 152,4 =$$

$$959,4 \text{ Вт}$$

Зам. Інв. №					Арк.
Підпис і дата					Атестаційна випускна робота
Інв. № ор.					
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

де $R = 4,96$ опір теплопередачі масивної огорожуючої конструкції (перекриття), кв.м. град С/Вт

$\rho = 0,8$ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхні огорожуючої конструкції

$$t_{вн} = t_{in} + K_l(t_{wz} - t_{in}) = 24 + 1.1(24.5 - 24) = 24.55$$

$J_{ср} = 329$ - середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/кв.м, що потрапляє в липні.

β_k - коефіцієнт рівний 1 - при відсутності вентиляційного повітряного прошарку в огороженні (перекриття)

$\alpha_{н}, \alpha_{вн}$ - коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої і внутрішньої поверхонь огороження Вт/(м² град. С), для перекуття

$$\alpha_{нпп} = 23,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}, \alpha_{внпп} = 12 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}$$

ν - величина затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожуючій конструкції

$$\nu = 2^{\sum D} \left(0,83 + 3 \frac{\sum R}{\sum D} \right) \nu_e = 2^{2,26} \left(0,83 + 3 \frac{4,585}{2,26} \right) 0,852 = 28,23$$

$$\sum D = 0,057 + 2,19 = 2,26$$

$$\sum R = 4,58 + 0,0052 = 4,585$$

Для багат шарової конструкції:

$$\nu_e = 0,85 + 0,15 \frac{S_1}{S_2} = 0,85 + 0,15 \frac{11,09}{0,48} = 0,852$$

Коефіцієнти θ_1, θ_2 обираються для кожної години доби відповідно при $\varepsilon_1 = \varepsilon + 15 = -0,9 + 15 = 14,1$;

$$\theta_1 = 0,71$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon + z = -0,9 + 11 = 10,1; \theta_2 = 1$$

ε - запізнення температурних коливань в огороженні;

$$\varepsilon = 2,7 \sum D - 0,4 = 2,7 \times 0,065 - 0,4 = -0,9$$

Зам. Інв. №					Арк.
Підпис і дата					Арк.
Інв. № ор.					Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота

z – час максимуму сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації, приймається 11.

$$A_{M,C}=11,0$$

$A_M = 223,5$ - площа масивної огорожуючої конструкції (зовнішня стіна, перекриття), кв.м

A_j - амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна),

$$A_j = J_{\text{макс}} - J_{\text{ср}} = (713 + 133) - 329 = 523$$

Де

$J_{\text{макс}}$ - Максимальне значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження.

$J_{\text{ср}}$ - середньодобове значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження.

для приміщення 7

Тепловий потік, Вт, через масивну огорожуючу конструкцію (зовнішню стіну або перекриття) Q_M , для даної години доби (Z) необхідно визначити за формулою

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \left(t_{\text{зовн}} + \rho \frac{J_{\text{ср}}}{\alpha_{\text{зовн}}} - t_{\text{вн}} \right) + \beta \frac{\alpha_{\text{вн}}}{\nu} \left(0,5\theta_1 A_{M,C} + \frac{\rho}{\alpha_{\text{зовн}}} \theta_2 A_j \right) \right] \cdot A_M =$$

$$\left[\frac{1}{4,96} \left(23 + 0,8 \frac{329}{23,4} - 24,55 \right) + 1 \frac{12}{28,23} \left(0,5 \times 0,71 \times 11,0 + \frac{0,8}{12} \times 1 \times 329 \right) \right] \times 55,6 =$$

$$14,8 \text{ Вт}$$

де $R = 4,96$ опір теплопередачі масивної огорожуючої конструкції (перекриття), кв.м. град С/Вт

$\rho = 0,8$ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхні огорожуючої конструкції

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{in}} + K_l(t_{\text{wz}} - t_{\text{in}}) = 24 + 1,1(24,5 - 24) = 24,55$$

$J_{\text{ср}} = 329$ - середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/кв.м, що потрапляє в липні.

Зам. Інв. №		Підпис і дата		Инв. № ор.		Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	Арк.

де $I_{\text{макс}}$ - Максимальне значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження табл.

$I_{\text{ср}}$ - середньодобове значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження.

3.2 Розрахунок тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря

Втрати теплоти Q_v , Вт, розраховують для кожного опалюваного приміщення, що має одне або більшу кількість вікон чи балконних дверей в зовнішніх стінах, виходячи із необхідності забезпечення підігріву зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітрообміну в годину, за формулою для читального залу:

$$Q_v = 0,28 C_{\text{п}} \rho_{\text{вн}} A_{\text{п}} h_{\text{п}} K_v (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн5}}) K_{3,\text{п}} = 0,28 * 1,19 * 223,5 * 6,2 * 1 * (22 + 22) * 0,7 = 14229,6$$

для аудиторії 16

$$Q_v = 0,28 C_{\text{п}} \rho_{\text{вн}} A_{\text{п}} h_{\text{п}} K_v (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн5}}) K_{3,\text{п}} = 0,28 * 1,19 * 152,4 * 6,2 * 1 * (22 + 22) * 0,7 = 9533,9$$

для аудиторії 7

$$Q_v = 0,28 C_{\text{п}} \rho_{\text{вн}} A_{\text{п}} h_{\text{п}} K_v (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн5}}) K_{3,\text{п}} = 0,28 * 1,19 * 55,6 * 3 * 1 * (22 + 22) * 0,7 = 1683$$

де 0,28 – коефіцієнт переводу з кДж/год у Вт;

$C_{\text{п}} \approx 1$ кДж/(кг·°С) – питома теплоємність повітря;

$\rho_{\text{вн}}$ – густина внутрішнього повітря, кг/м³;

$A_{\text{п}}$ - площа підлоги приміщення, м²;

$h_{\text{п}}$ – висота приміщення, м;

$K_v = 1$ - кратність повітрообміну в приміщенні, год⁻¹;

$t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, °С;

$t_{\text{зовн5}}$ – температура найхолоднішої п'ятиденки, °С;

$K_{3,\text{п}}$ – коефіцієнт урахування впливу зустрічного теплового потоку в

Зам. Інв. №					
	Підпис і дата				
Інв. № ор.					
	Атестаційна випускна робота				
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк.

конструкціях, який дорівнює 0,7 для приміщень з вікнами у потрійних рамах, 0,8 – для вікон і балконних дверей з роздільними рамами та 1 – для одинарних вікон і балконних дверей у спарених рамах.

Густина внутрішнього повітря, кг/м^3 , слід визначати за формулою

$$\rho_{\text{вн}} = \frac{353}{273+t_{\text{вн}}} = \frac{353}{273+22} = 1,19 \quad (3.4)$$

Приміщення, в яких об'єм витяжки перевищує однократний повітрообмін, повинні, як правило, проектуватись з припливною вентиляцією підігрітим повітрям.

Втрати теплоти Q_v на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить у вхідні вестибюлі (холи) та сходові клітки будинків через зовнішні двері при їх відчиненні і відсутності повітряно-теплових завіс, слід розраховувати за формулою:

$$Q_v = 0,7V_v(H + 0,8p)(t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн5}}) = 0,7*1(3+0,8*219)(22+22) = 5488,6, \quad (3.5)$$

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

p – кількість людей, що знаходяться в будинку

Зам. Інв. №					
	Підпис і дата				
Інв. № ор.					
	Атестаційна випускна робота				
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк.

Загальні надходження теплоти до приміщення 14

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
	Люди	3498	5300	5830	4134
	Сонячна радіація	7586,5	7586,5	-	-
	Штучне освітлення	-	-	1733,24	1733,24
	Всього	11084,5	12886,5	7563,24	5867,24

Загальні надходження теплоти до приміщення 16

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
	Люди	13200	13200	15600	15600
	Сонячна радіація	4118,9	4118,9	-	-
	Штучне освітлення	-	-	1257,3	1257,3
	Всього	17318,9	17318,9	16857,3	16857,3

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

Загальні надходження теплоти до приміщення 7

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
	Люди	1122	1122	1326	1326
	Сонячна радіація	1365,8	1365,8	-	-
	Штучне освітлення	—	—	458,7	458,7
	Всього	2487,8	2487,8	1784,7	1784,7

Примітка. Теплонадходження від сонячної радіації враховується при температурі зовнішнього повітря 10°C і вище, тобто в теплий період року. При цьому теплонадходження від джерел освітлення не враховуються.

Зам. Інв. №								
Підпис і дата								
Інв. № ор.							Атестаційна випускна робота	Арк.
		Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ЧАСТИНА II. ОПАЛЕННЯ

Розділ 4

Теплова потужність системи опалення

Погоджено		

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
Інв. № ор.		Зав.каф	Предун К.М.		Опалення. Теплова потужність системи опалення.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		
		Керівник	Задоянний О.В.					
		Консульт.						
		Виконав	Урбанський Д.А					

Розділ 5

Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення

Погоджено

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
					Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

перекриття, що спрощує проектування та виконання монтажу системи опалення, повне використання тепловіддачі трубопроводів, що призводить до зменшення розмірів опалювальних приладів, система опалення має достатню гідравлічну сталість, що забезпечує ефективну роботу системи та мінімізує втрати тиску, простота конструкції порівняно з двотрубною системою опалення

Недоліки:

У зв'язку з обмеженим тепловим навантаженням на приладові вітки, рекомендується не встановлювати більше п'яти опалювальних приладів на одну приладову вітку.

Двотрубна горизонтальна система водяного опалення.

Переваги:

- Економічні показники горизонтальної двотрубною системи опалення вигідно відрізняються від економічних показників інших систем опалення. Наприклад, вона характеризується меншими річними витратами теплоти (на 10...15% в порівнянні з однотрубними системами). У двотрубних системах опалення також спостерігається постійний перепад температур води у кожному опалювальному приладі, а середня температура води в будь-якому приладі на двотрубному стояку також однакова.
- технічні переваги: обмежене число проходів через перекриття; повне використання тепловіддачі трубопроводів, що зменшує об'ємність опалювальних приладів; в порівнянні з однотрубними СВО - більше число можливого встановлення опалювальних приладів; втрати тиску у однотрубній системі значно перевищують втрати в двотрубній системі; система опалення має достатньо спрощену схему гідравлічного розрахунку при запропонованому попутньому русі теплоносія;

Зам. Інв. №						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Підпис і дата						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Інв. № ор.						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
	Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- конструктивно система має обмежене число проходів через перекриття;
- незначні втрати тиску;
- система опалення має достатньо спрощену схему гідравлічного розрахунку та теплотехнічного розрахунку опалювальних приладів;
- можливість відключення приладових віток при проведенні регламентних, ремонтних та експлуатаційних робіт у відповідних приміщеннях;
- горизонтальна система опалення, при прокладанні приладових гілок у заливних підлогах має більш естетичний вигляд;
- дає можливість регулювання кількості теплоти, яка надходить до приміщення, за допомогою термостатичних клапанів та можливість контролю гнучкого регулювання при відсутності використання приміщення.

5.2. Призначення приміщень та опалювальні прилади

Для вибраної системи опалення, враховуючи призначення приміщень, рекомендується використовувати секційні алюмінієві армовані сталлю трубою радіатори типу РБП 2-500(300), які виготовляються на заводі "Більшовик" (ООО "Пресс").

Радіатори РБП 2-500(РБП 1-300) використовуються в двохтрубних і одноктрубних системах опалення з вертикальним або горизонтальним розміщенням приладових віток, які об'єднують окремі опалювальні прилади. Вони підходять як для насосних або елеваторних систем, так і для гравітаційних систем опалення. Радіатори можуть працювати при тиску до 18 атмосфер. Вони мають сучасний дизайн і відповідають санітарно-технічним вимогам, не поступаючись зарубіжним аналогам. Термін експлуатації радіаторів становить не менше 40 років. Вони не вимагають спеціальної підготовки води і

Зам. Інв. №								
Підпис і дата								
Інв. № ор.								
							<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				

практично не кородують при контакті з водою, що є важливим умовою при низькій якості води. Схема підключення опалювальних приладів рекомендується "зверху-вниз", що забезпечує максимальний тепловий потік. Таким чином, застосування секційних алюмінієвих армованих сталюю трубою радіаторів у двотрубній горизонтальній системі водяного опалення має багато переваг з технічних і економічних позицій.

5.3. Запірна та регулювальна арматура

Запобіжно-регулююча арматура передбачена для автоматичного регулювання системи опалення та відключення окремих її частин у разі аварії або ремонту. Для цих цілей використовуються автоматичні регулятори перепаду тиску ASV-P+ASV-M з функцією спорожнення системи. Для автоматичного підтримання температури в приміщеннях на заданому рівні використовуються терморегулятори RTD-N від компанії "Danfoss". Термостатичні головки встановлюються в горизонтальній площині на підводах до опалювальних приладів. Для видалення повітря з кожного опалювального приладу і верхніх точок стояка передбачається використання ручних повітровипускних кранів інж. Маєвського та автоматичних повітровипускників MATIC.

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Арк.
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	

Розділ 6

Гідравлічний розрахунок системи опалення

Погоджено		

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
					Гідравлічний розрахунок системи опалення.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

Значення характеристики опору S може бути визначено для кожної ділянки окремо або частини мережі, що складається з послідовних і паралельних ділянок.

Характеристика опору S послідовно розташованих ділянок трубопроводів із постійною витратою води дорівнює сумі характеристик опору цих ділянок, тобто

$$S_{1-2} = S_1 + S_2, \quad (6.4)$$

де S_1 і S_2 - характеристики опору ділянок трубопроводу .

Витрата води G в розрахункових ділянках розподільчих і збірних магістральних трубопроводів визначають як суму витрат води в горизонтальних приладових вітках і стояках, які обслуговуються даними розрахунковими ділянками.

Витрату води $G_{стij}$, кг/год, в будь якій ділянці стояка двотрубної системи опалення можна визначити також за формулою:

$$G_{стij} = G_{co} \cdot \varphi_{ij}, \quad (6.5)$$

де φ_{ij} - частка загальної витрати води в системі опалення, яка припадає на j -ту ділянку стояка.

Величину φ_{ij} слід обчислювати за формулою,

$$\varphi_{ij} = \frac{\sum_1^m Q_{1,j}}{Q_1} \quad (6.6)$$

де $\sum_1^m Q_{1,j}$ - теплові втрати будинку, що припадають на j -ту ділянку стояка, Вт.

Витрату води $G_{o.n.j}$ -кг/год, в будь-якому опалювальному слід визначати за формулою:

$$G_{o.n.j} = G_{co} \cdot \psi_j \quad (6.7)$$

де ψ_j - слід обчислювати за формулою:

$$\psi_j = \frac{Q_{1,j}}{Q_1} \quad (6.8)$$

де $Q_{1,j}$ - тепловтрати приміщення, Вт.

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

Витрати води в розрахункових ділянках горизонтальних приладових віток обчислюються як сума витрат води в опалювальних приладах, які обслуговуються цими розрахунковими ділянками. Для визначення характеристик налаштування клапанів у приладових вітках в опалювальних приладах, ми враховуємо витрати води $G_{оп}$ у цих приладах та перепади тиску ΔP_k через ці клапани. Останні визначаються з урахуванням умов зв'язку циркуляційних колекторів, які проходять через опалювальні прилади, з основним циркуляційним колектором приладової вітки.

Втрати тиску води в циркуляційних кільцях приладової вітки знаходимо без урахування втрат тиску води в загальних ділянках системи опалення. Втрати тиску води $\Delta P_{о.к}$ в основному кільці приладової вітки:

$$\Delta P_{ок} = \sum \Delta P + \Delta P_{оп.ок} + \Delta P_{к.ок} \quad (6.9)$$

Перевіряємо обмеження щодо мінімальних втрат тиску води у підводках до опалювальних приладів, які повинні складати не менше 70% загальних втрат тиску в циркуляційних кільцях без урахування втрат тиску в загальних ділянках. Таку перевірку для кожної підводки до опалювального приладу здійснюється за нерівністю:

$$\frac{\Delta P_{к1} + \Delta P_{оп}}{\sum \Delta P} \geq \frac{30}{70} = 2,33 \quad (6.10)$$

Якщо вказана умова не виконується, є необхідність знизити втрати тиску води в ділянках приладової вітки шляхом зменшення регулювання клапана в основному циркуляційному кільці вітки.

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Арк.
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	

Таблиця 6

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двохтрубної поквартирної системи опалення

Номер розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходу теплово та гідравлічного потоків	Витрата води на ділянці	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянці	Сумма коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянці	Загальні втрати тиску
№ діл.	$Q_{діл}, Вт$	φ	$G, кг/год$	$l, м$	$d, мм$	$\lambda/d, м^{-1}$	$G/v, (кг/год)/(м/с)$	$A*10^{-4}, Па/(кг/год)^2$	$V, м/с$	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{пр}$	$S, Па/(кг/год)^2$	$\Delta P_{діл}, Па$	$\Sigma \Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ІТП-1	22794	1,0000	980	7,5	50	0,54	7810	0,0000081	0,125	1,2	5,25	0,000043	41	41
ІТП"-1"	22794	1,0000	980	8,7	50	0,54	7810	0,0000081	0,125	1,2	5,898	0,000048	46	87
1-2	17035	0,7473	732	15,50	50	0,54	7810	0,0000081	0,094	1	9,37	0,000076	41	127
1"-2"	17035	0,7473	732	15,50	50	0,54	7810	0,0000081	0,094	1	9,37	0,000076	41	168
2-3	15193	0,6665	653	21,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,084	1,5	13	0,000105	45	213
2"-3"	15193	0,6665	653	21,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,084	2	13,5	0,000109	47	260

$$Q_{14} = 15182 \text{ Вт}$$

$$N = 0,07 \%$$

Змін	Кіл	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Аркуш

Розділ 7

Розрахунок та вибір опалювальних приладів

Погоджено		

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
Інв. № ор.		Зав.каф	Предун К.М.		Розрахунок та вибір опалювальних приладів.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		
		Керівник	Задоянний О.В.					
		Консульт.						
		Виконав	Урбанський Д.А					

7. Підбір опалювальних приладів.

Систем опалення двотрубна, на вході в кожний з опалюваних приладів температура води дорівнює $t_1 = 90^{\circ}\text{C}$, а на виході – $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$.

В якості опалювальних приладів прийняті радіатори VONOVA 11KV, 21KV з розмірами Н=300 мм та Н=500мм, які встановлюються вільно у стіни і оздоблюються декоративним екраном. Для видалення повітря із системи опалення у найвищих опалювальних приладах у верхній пробці встановлені ручні повітровипускні крани інж. Маєвського. Для забезпечення сталості гідравлічного та теплового режиму системи опалення на гілках, що ведуть до розподільчих колекторів, встановлюються автоматичні регулятори тиску фірми Данфосс, які мають пробки для спуску води.

Метою теплового розрахунку є визначення довжини (або кількості секцій) кожного з опалювальних приладів таким чином, щоб фактична потужність опалювального приладу перевищувала розрахункову. Розрахункова потужність встановлюється на основі складання теплового балансу для кожного з приміщень адміністративно-побутового корпусу. Якщо в одному приміщенні передбачено один або декілька приладів, то їх теплова потужність визначається як частка від загальної розрахункової потужності опалювальних приладів у даному приміщенні. Для автоматичного підтримання температури у приміщеннях та з метою енергозбереження на подаючій підводці всіх опалювальних приладів встановлюються автоматичні терморегулятори типу RTD-N від фірми Данфосс. Завищена довжина (або кількість секцій) і, відповідно, тепловіддача опалювальних приладів використовується для забезпечення розрахункового температурного режиму у приміщеннях адміністративно-побутового корпусу. Якщо в одному приміщенні запроектовано один або більше приладів, то їх теплова

Зам. Інв. №						Арк.
	Підпис і дата					
Інв. № ор.					Атестаційна випускна робота	Арк.
	Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис		

потужність визначається як частка від розрахункової потужності опалювальних приладів загалом у даному приміщенні. Для автоматичного підтримання температур у приміщеннях та з метою енергозбереження на подаючій підводці всіх опалювальних приладів встановлюються автоматичні терморегулятори ф. Данфосс типу RTD-N. Завищення прийнятої довжини (або кількості секцій), а відповідно, і тепловіддачі опалювальних приладів покликане забезпечити розрахунковий температурний режим у приміщеннях адміністративного будинку при несприятливих параметрах зовнішнього повітря.

Розрахункова теплова потужність, Вт, опалювального приладу визначається за формулою:

$$Q_{o.n.}^{nomp} = (Q_1 + Q_{вн} - 0,9 \cdot Q_{т.р.} - Q_{з.п.}) \cdot v_2 \cdot v_3 \quad (7.1)$$

де

Q_1 - тепловтрати приміщення, Вт, визначаємо за даними таблиці

$Q_{вн}$ - тепловтрати, Вт, через внутрішні стіни, що відокремлюють приміщення, для якого розраховують теплову потужність опалювального приладу від суміжного приміщення;

$Q_{т.р.}$ – тепловий потік, Вт, від неізольованих трубопроводів системи опалення, що прокладаються в приміщеннях; при застосуванні пластмасових труб величиною $0,9 Q_{т.р.}$ можна знехтувати;

v_2 - коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень, згідно;

v_3 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти при способі установки опалювального приладу, при установці опалювальних приладів вільно біля стіни $v_3 = 1$;

$Q_{з.п.}$ – тепловий потік, що регулярно надходить в приміщення від електричних приладів, людей.

При наявності декількох опалювальних приладів в приміщенні потрібний тепловий потік рівномірно розподіляється на них.

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

Розходження між величинами фактичного та потрібного теплових потоків визначаємо за формулою

$$M = \frac{Q_{o.n.}^{\phi} - Q_{o.n.}^{потр}}{Q_{o.n.}^{\phi}} \cdot 100 \quad (7.2)$$

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Арк.
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	

Таблиця 7

Результати розрахунку радіаторів

№ опал. приміщ.	Необхідна розрахункова теплова потужність	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Перепад температури води в опал. приладі	Розрахункова температура приміщення	Температурний напір ОП	Тепловіддача відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужн. опал. приладу	Поправ. коеф. на витрату води в ОП	Поправ. коеф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Довжина опал. приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Невязка	Тип радіатору
№ прим.	Q_1 , Вт	$G_{оп}$, кг/год	$t_{вх}$, °C	$\Delta t_{о.п.}$, °C	$t_{вн}$, °C	Δt_m , °C	$Q_{тр}$, Вт	$Q_{оп}$, Вт	φ_1	φ_2	$Q_{потр.н.}$, Вт	мм	$Q_{н.ф.}$, Вт	М, %	H=500мм
1	30	1	90	20	22	58	0	30	0,78	0,89	42	1000	754	1714,71	10VK
2	1080	46	90	20	20	60	0	1091	0,82	0,96	1350	900	1464	8,45	21VK
3	719	31	90	20	20	60	0	726	0,82	0,95	906	1200	1464	61,58	20VK
4	1072	46	90	20	20	60	0	1083	0,82	0,96	1340	1200	1464	9,24	20VK
5	606	26	90	20	20	60	0	612	0,82	0,95	766	900	1289	68,22	21VK
6	606	26	90	20	22	58	0	612	0,78	0,95	801	1000	1911	138,64	22VK
7	606	26	90	20	22	58	0	612	0,78	0,95	801	1000	1911	138,64	22VK
8	821	35	90	20	20	60	0	829	0,82	0,95	1032	1400	1708	65,53	20VK
9	615	26	90	20	20	60	0	621	0,82	0,95	777	1400	1708	119,70	20VK
10	4182	180	90	20	20	60	0	4224	0,82	0,99	5088	900	1720	66,19	22VK
11	722	31	90	20	20	60	0	729	0,82	0,95	910	900	1720	89,06	22VK
12	3044	131	90	20	20	60	0	3074	0,82	0,98	3727	1400	1911	48,72	20VK
13	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	1400	1708	25,39	20VK
											18901		20732	9,69	

Змін	Кіл	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Аркуш

Розділ 8

Вибір обладнання теплового пункту

Погоджено		

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
					Вибір обладнання теплового пункту.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

Ручне регулювання насоса дозволяє встановити параметри базисних функцій:

- вмикання / вимикання;
- вид регулювання ($\Delta P - \text{const}$ $\Delta P - \text{variable}$);
- задане значення напору;
- автоматичний перехід на мінімальну кількість обертів.

Всі режими роботи, а також повідомлення про неполадки і попередження (повідомлення про неполадки призводить до вимикання) виводяться безпосередньо на дисплей насоса.

Трубопроводи теплової мережі та системи опалення з'єднані між собою байпасною лінією, на якій розташовані:

- лічильник фірми "ETW-U-5" $dn=25\text{mm}$ для визначення кількості води, взятої з теплової мережі для підживлення системи опалення та при запуску ситами опалення в експлуатацію;
- кульові крани;
- зворотній клапан Socla Danfoss 102 PV $\varnothing 25$ мм фірми "Danfoss".

У місцях підключення патрубків теплообмінника, через які проходить вода (для подачі в систему опалення та повернення до теплової мережі), розташовані універсальні датчики температури (температури опору) під назвою ESMB. Оскільки тиск у тепловій мережі є достатнім для заповнення системи та створення робочого тиску, то на байпасній лінії не передбачено встановлення насоса.

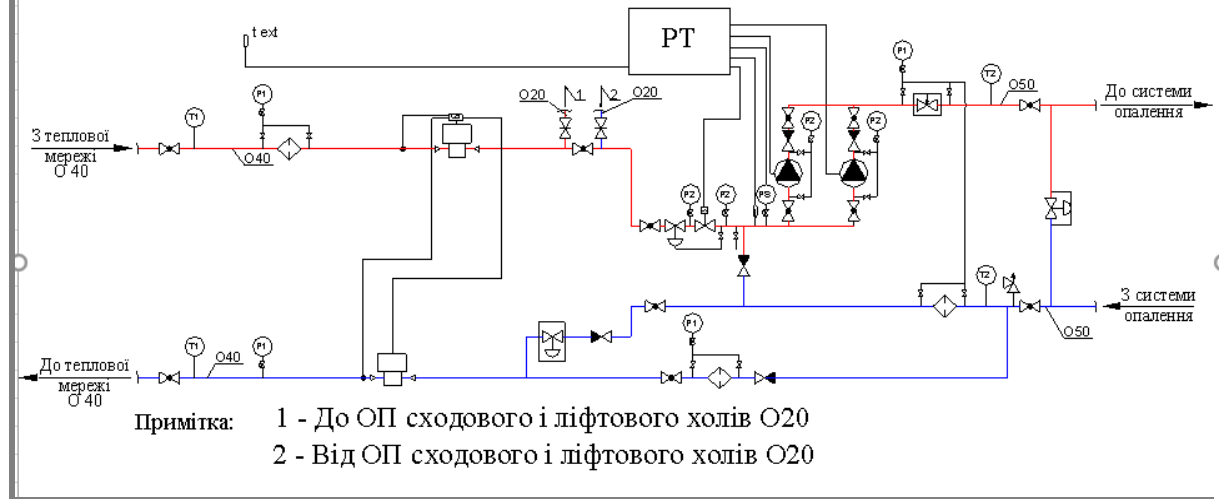
Після теплообмінника на зворотному трубопроводі системи опалення розташований циркуляційний насос. Цей насос має ручне управління та автоматичну нічну функцію зниження продуктивності, яка досягається шляхом безперервного регулювання.

Ручне управління дозволяє встановлювати основні параметри роботи насоса.

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

СХЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ (ІТІП)



Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.

ЧАСТИНА ІІІ. ВЕНТИЛЯЦІЯ

Розділ 9

Принципові рішення. Розрахунок повітрообмінів

Погоджено			

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
Зав.каф		Предун К.М.			Вентиляція. Принципові рішення. Розрахунок повітрообмінів.	КНУБА ФІСЕ		
Керівник		Задоянний О.В.				гр.Тв 41		
Консульт.						м. Київ 2023р.		
Виконав		Урбанський Д.А						

Підключення повітроводів до адаптерів повітророзподілення виконати через гнучкі повітроводи довжиною 0,25 м (на кресленні умовно не показані).

Вентканали, виводяться на 0,5 м вище покрівлі будинку і накриваються зонтами.

В якості повітропроводів використовувалися повітропроводи виготовлені з оцинкованої сталі , гнучкі алюмінієві повітропроводи, а також цегельні вентиляційні канали в будівельних конструкціях.

Усі повітропроводи прокладаються за підшивною стелею, та та ізолювані пінофолом ППЕ5.

9.2 Розрахунок надходжень шкідливостей.

Теплонадходження від людей (читальна зала).

Кількість людей в прим 14 -53чол.

Розрахунки виконують окремо за явними та повними тепловиділеннями.

- Повна кількість теплоти:

$$Q_{л hf} = \sum_{i=1}^n q_{hfi} \cdot n_i, = 100 \times 53 = 5300 \text{Вт} \quad (9.1)$$

$$Q_{л hf} = \sum_{i=1}^n q_{hfi} \cdot n_i, = 110 \times 53 = 5830 \text{Вт}$$

де:

q_{hfi} – питоме виділення повної теплоти однією людиною (береться залежно від ступеня важкості роботи та температури робочої зони) табл.4.1. [8] або Додаток X, Вт/люд;

n_i – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

- Явна кількість теплоти:

$$Q_{л,я} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot n_i, = 66 \times 53 = 3498 \text{Вт} \quad (9.2)$$

Зам. Інв. №					Арк.
Підпис і дата					Атестаційна випускна робота
Інв. № ор.					
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{\text{л.я}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot n_i = 78 \times 53 = 4134 \text{ Вт}$$

де:

q_i – питоме виділення явної теплоти однією людиною, табл. А.13 [8]
або Додаток В, Вт/люд

n_i – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження,
люд.

Теплонадходження від штучного освітлення (читальна зала).

Теплонадходження від джерел загального освітлення враховують в залежності від часу доби, умов експлуатації приміщень і наявності прорізів природнього освітлення.

$$Q_{\text{осв}} = A \cdot E \cdot q_{\text{ос}} \cdot \eta_{\text{ос}} = 223.5 \times 300 \times 0,047 \times 0,55 = 1733,24 \text{ Вт} \quad (9.3)$$

де:

A – площа підлоги, м^2

E – освітленість таб.4.2.[8] або Додаток Д, Лк

$q_{\text{ос}}$ – питомі виділення теплоти, Вт/ м^2 на 1 Лк освітленості
люмінесцентні лампи у межах 0,05 – 0,13

лампи розжарення 0,13 – 0,25

$\eta_{\text{ос}}$ – коефіцієнт, який враховує надходження теплоти у робочу зону приміщення від світильників різного типу:

люмінесцентні лампи 0,55

лампи розжарення 0,85

Вологонадходження від людей (читальна зала).

Надходження вологи від людей:

Приміщення 14

$$\text{ТП } W_{\text{вол}} = \sum_{i=1}^k w_{\text{л.і}} \cdot n_i = 48 \times 53 = 2544 \text{ г/год,} \quad (9.4)$$

Зам. Інв. №		Підпис і дата		Інв. № ор.		Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	Арк.

9.3 Розрахунок повітрообмінів.

Значення повітрообміну в кожному приміщенні зводиться в таблицю 9.1 окремо на приплив та на видалення. Різниця між ними – дисбаланс (приплив, витяжки) подається, або видаляється в допоміжні приміщення. Наприклад, витяжка із гардеробу, місць для куріння або сан вузлів, що межують з вестибюлем. Компенсація припливу повітря у вестибюль та коридори. Кратності повітрообміну наведені у відповідних нормативних документах.

Розрахунок повітрообміну

Таблиця 9.1

Ном ер при міще ння	Приміщен ня	Об'єм приміщення V, м ³ /год	Приплив		Витяжка		Примі тка
			к _р , год ⁻¹	L, м ³ /го д	к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	
1	Хол- рекреація 1	506,1	1,8	910	-	-	
2	Буфет	121,5	-	-	5	620	
3	Кімната викладачів	36	20 на 1 люд.	80	20 на 1 люд.	80	
4	Лекційна аудиторія	161,4	20 на 1 люд.	340	20 на 1 люд.	340	
5	Лекційна аудиторія	166,8	20 на 1 люд.	340	20 на 1 люд.	340	
6	Лекційна аудиторія	166,8	20 на 1 люд.	340	20 на 1 люд.	340	

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

										Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота					

7	Лекційна аудиторія	166,8	20 на 1 люд.	340	20 на 1 люд.	340	
8	Лекційна аудиторія	132,9	20 на 1 люд.	340	20 на 1 люд.	340	
9	Хол-рекреація 2	207	1,8	375	-	-	
10	Коридор	22,2	1,8	125	-	-	
11	Санвузол Ж	36	-	-	3-умивальні і 3 унітази	225	
12	Санвузол Ч	24,9	-	-	2-умивальні, 2 пісуари і 1 унітаз	150	
13	Санвузол	11,1	-	-	1 умивальна і 1 унітаз	75	
14	Читальна зала	1385,7	20 на 1 люд.	1060	20 на 1 люд.	1060	
15	Технічне приміщення	226,5	-	-	1,5	340	
16	Лекційна аудиторія на 200 місць	944,9	20 на 1 люд.	3200	20 на 1 люд.	3200	
17	Кімната викладачів	37,8	20 на 1 люд.	80	20 на 1 люд.	80	

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Арк.

Атестаційна випускна робота

Змн. Арк. № Докум. Підпис Дата

Розділ 10

Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції. Вибір обладнання

Погоджено			

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
					Аеродинамічний розрахунок систем Вентиляції. Вибір обладнання.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, приймається $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

d_e – еквівалентний діаметр повітропроводу (діаметр), м;

ν – дійсна швидкість повітря в повітропроводі м/с

Швидкість руху повітря в повітропроводі визначається за формулою:

$$\nu = \frac{L}{3600 \cdot f_d}, \quad (10.5)$$

де L – витрата повітря на ділянці повітропроводу, $\text{м}^3/\text{год}$;

f_d – дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу, м;

Втрати тиску на тертя визначається за формулою

$$P_T = \left(\frac{\lambda}{d_e}\right) \cdot l \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_d, \quad (10.6)$$

де $\beta_{ш}$ – коефіцієнт, який враховує шорсткість стінок повітропроводів залежить від абсолютної шорсткості стінки K

k_1 k_2 – поправочні коефіцієнти, які враховують температуру повітря що транспортується по повітропроводах.

P_d – динамічний тиск повітря на ділянці. Па.

Втрати тиску на подолання місцевих опорів вентиляційних систем визначаються за формулою

$$\Delta P_z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \nu^2}{2} \cdot k_2 = \sum \xi \cdot P_d \cdot k_2 \quad (10.7)$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці вентиляційної системи, які беруться з довідкової літератури.

Загальні втрати тиску на розрахункові ділянці довжиною l при наявності місцевих опорів визначається як сума втрат тисків на подолання опору тертя і місцевих опорів ділянки.

$$\Delta P_{\text{діл}} = \Delta P_T + \Delta P_z \quad (10.8)$$

Зам. Інв. №					Арк.
Підпис і дата					Арк.
Інв. № ор.					Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота

або

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (10.9)$$

Визначивши загальні втрати тиску відгалуженні $\Delta P_{\text{від}}$ і знаючи загальні втрати тиску в паралельній розрахунковій ділянці магістрального напрямку $\Delta P_{\text{діл}}$, розраховують нев'язку різниці тисків за формулою.

$$H = \frac{\Delta P_{\text{діл}} - \Delta P_{\text{від}}}{\Delta P_{\text{діл}}} \cdot 100\% \quad (10.10)$$

Аеродинамічний розрахунок вважається виконаним остаточно для відгалуження і паралельної ділянки магістрального напрямку при умові, що нев'язка не перевищує 10%, тобто $H \leq 10\%$.

При неможливості ув'язування різниці тисків зміною поперечного перерізу повітропроводів відгалуження, ув'язання виконується з допомогою установлення діафрагми (дросель клапану) з додатковим місцевим опором $\xi_{\text{дф}}$, який визначають за формулою

$$\xi_{\text{дф}} = \frac{1,67 \cdot (\Delta P_{\text{діл}} - \Delta P_{\text{від}})}{v_{\text{від}}^2}, \quad (10.11)$$

де $\Delta P_{\text{діл}}$ – втрати тиску на магістралі Па;

$\Delta P_{\text{від}}$ – втрати тиску на відгалуженні Па;

$v_{\text{від}}^2$ – дійсна швидкість повітря на відгалуженні м/с.

Після цього ув'язування різниці тисків у відгалуженні і в паралельній ділянці магістрального напрямку виконується з урахуванням додаткового місцевого опору діафрагми (дросель клапан) на відгалуженні з коефіцієнтом місцевого опору $\xi_{\text{дф}}$.

Результати аеродинамічного розрахунку повітропроводів наведені в таблицях:

Зам. Інв. №					
	Підпис і дата				
Інв. № ор.					
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк.

Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

Таблиця 10.3

№ ділянки	Витрата L, м³/год	Довжина ділянки l, м	Потрібна швидкість v', м/с	Потрібна питома витрата	Прийнята питома витрата	Діаметр повітропроводу d,	Фактична швидкість повітря	$\lambda_1/d, m^{-1}$	Поправка на				$\lambda/d=k_1 \cdot k_v \cdot k_\Delta \cdot (\lambda_1/d)$	Сумарний коефіцієнт	Приведений коефіцієнт	Питомий швидкісний тиск	Характеристика опору	Втрати тиску на ділянці	Сумарні втрати тиску на відгалуд	Втрати тиску на відгалуд	Абсолютна невязка	Відносна невязка $\epsilon=100 \cdot \Delta p$	потрібний місцевий	Діаметр отвору діафрагм
									температуру		швидкість k_v	шорсткість k_Δ												
									k1	k2														
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
МАГІСТРАЛЬ ПРИПЛИВНА ПВ1																								
1	265	2,9	3	89	110	200	2,4	0,1138	1	1	0,9036	1	0,298206	2,5	2,798206	19,283	53,96	3,79	3,79	-	-	-	-	-
2	530	2,7	3,1	171	175	250	3,0	0,1138	1	1	0,8517	1	0,261693	2,50	2,761693	7,610	21,02	5,90	9,69	-	-	-	-	-
3	795	2,7	3,2	249	255	315	3,1	0,08527	1	1	0,7873	1	0,181259	2,50	2,681259	7,610	20,40	12,90	22,59	-	-	-	-	-
4	1060	15,3	3,3	322	340	355	3,1	0,08527	1	1	0,721	1	0,940639	2,6	3,540639	2,916	10,32	11,60	34,19	-	-	-	-	-

Таблиця 10.2

№ ділянки	Витрата L, м³/год	Довжина ділянки l, м	Потрібна швидкість v', м/с	Потрібна питома витрата	Прийнята питома витрата	Діаметр повітропроводу d,	Фактична швидкість повітря	$\lambda_1/d, m^{-1}$	Поправка на				$\lambda/d=k_1 \cdot k_v \cdot k_\Delta \cdot (\lambda_1/d)$	Сумарний коефіцієнт	Приведений коефіцієнт	Питомий швидкісний тиск	Характеристика опору	Втрати тиску на ділянці	Сумарні втрати тиску на відгалуд	Втрати тиску на відгалуд	Абсолютна невязка	Відносна невязка $\epsilon=100 \cdot \Delta p$	потрібний місцевий	Діаметр отвору діафрагм
									температуру		швидкість k_v	шорсткість k_Δ												
									k1	k2														
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
МАГІСТРАЛЬ ВИТЯЖНА ПВ1																								
1	265	2,9	3	89	110	200	2,4	0,1138	1	1	0,8517	1	0,281078	2,5	2,781078	19,283	53,63	3,77	3,77	-	-	-	-	-
2	530	2,7	3,1	171	175	250	3,0	0,1138	1	1	0,7116	1	0,218646	2,50	2,718646	7,610	20,69	5,81	9,58	-	-	-	-	-
3	795	2,7	3,2	249	255	315	3,1	0,08527	1	1	0,812	1	0,186946	2,50	2,686946	7,610	20,45	12,92	22,50	-	-	-	-	-
4	1060	3,1	3,3	322	340	355	3,1	0,08527	1	1	0,812	1	0,214642	2,50	2,714642	7,610	20,66	23,21	45,71	-	-	-	-	-

Аеродинамічний розрахунок системи ПВ2

Таблиця 10.3

№ ділянки	Витрата L м³/год	Довжина ділянки l, м	Потрібна швидкість v', м/с	Потрібна витрата g'v' = L/v', с·м²/год	Прийнята питома витрата gv > g'v, с·м²/год	Діаметр повітропроводу d, мм	Фактична швидкість повітря v=L/g _v , м/с	λ ₁ /d, м ⁻¹	Поправка на				λ/d=k1·kv·kΔ·(λ ₁ /d)	Сумарний коефіцієнт місцевого опору Σξ	Приведений коефіцієнт опору ξ'=λ/d + Σξ·k ₂	Питомий швидкісний тиск A*·10 ⁶ , Па·год ² /м ⁶	Характеристика опору S=A·ξ'·10 ⁶ Па·год ² /м ⁶	Втрати тиску на ділянці ΔP _i =S·(L·10 ⁻³) ² , Па	Сумарні втрати тиску на магістралі ΔP _{мг} , Па	Втрати тиску на відгалуженні, ΔP _в , Па	Абсолютна невязка Δp _i =Δp _{мг} -Δp _в , Па	Відносна невязка ε=100·Δp _в /Δp _{мг} , %	потрібний місцевий опір діафрагми, ξ'=(ρ·v²/2)	Діаметр отвору діафрагми d ₀ , мм	
									температуру		швидкість k _v	шорсткість k _Δ													
									k1	k2															
МАГІСТРАЛЬ ВИТЯЖНА ПВ2																									
1	320	1,9	2,5	128	115	200	2,8	0,1138	1	1	0,812	1	0,1756	2,5	2,6756	19,283	51,59	5,28	5,28	-	-	-	-	-	-
2	400	1,7	2,6	154	250	300	1,6	0,08527	1	1	0,7116	1	0,1032	2,50	2,6032	7,610	19,81	3,17	8,45	-	-	-	-	-	-
3	720	2,7	2,7	267	350	350	2,1	0,08527	1	1	0,7116	1	0,1638	2,50	2,6638	7,610	20,27	10,51	18,96	-	-	-	-	-	-
4	1040	2,7	2,8	372	350	350	3,0	0,06326	1	1	0,7663	1	0,1309	2,6	2,7309	2,916	7,96	8,61	27,57	-	-	-	-	-	-
5	1360	1,2	2,9	469	460	400	3,0	0,06326	1	1	0,653	1	0,0496	0,5	0,5496	2,916	1,60	2,96	30,54	-	-	-	-	-	-
6	1680	3,4	3	560	480	630	3,5	0,04786	1	1	0,6828	1	0,1111	2,3	2,4111	1,205	2,91	8,20	38,74	-	-	-	-	-	-
7	3280	0,8	3,1	1059	1070	630	3,1	0,04786	1	1	0,6688	1	0,0256	0,43	0,4556	1,205	0,55	5,91	44,65	-	-	-	-	-	-
8	3620	13,2	4	905	1100	630	3,3	0,04786	1	1	0,6591	1	0,4164	0,35	0,7664	1,205	0,92	12,10	56,75						
9	5060	2,6	5	1012	1150	630	4,4	0,04786	1	1	0,6591	1	0,082	0,35	0,432	1,205	0,52	13,33	70,08						
ВІДГАЛУЖЕННЯ 1																									
1	113	2,4	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,4896	2,40	2,8896	304,11	878,75	11,22	70,08	11,22	58,9	84,0	3,77	114	
2	226	1,8	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,1544	2,50	2,6544	19,28	51,18	2,61	0,00	2,61					
3	340	2,9	3	114	114	200	3,0	0,08527	1	1	0,7116	1	0,176	2,75	2,926	7,61	22,27	5,19	70,08	5,19	64,9	92,6	3,04	287	
4	420	8,1	3	140	130	200	3,2	0,08527	1	1	0,7116	1	0,4915	2,75	3,2415	7,61	24,67	9,54	0,00	9,54					
ВІДГАЛУЖЕННЯ 2																									
1	113	2,4	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,4896	2,40	2,8896	304,11	878,75	11,22	70,00	11,22	58,8	84,0	3,76	114	
2	226	1,8	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,1544	2,50	2,6544	19,28	51,18	2,61	0,00	2,61					
3	340	3,1	3	114	114	200	3,0	0,08527	1	1	0,7116	1	0,1881	2,75	2,9381	7,61	22,36	5,20	70,00	5,20	64,8	92,6	3,04	287	
ВІДГАЛУЖЕННЯ 3																									
1	113	2,4	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,4896	2,40	2,8896	304,11	878,75	11,22	70,00	11,22	58,8	84,0	3,76	114	
2	226	1,8	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,1544	2,50	2,6544	19,28	51,18	2,61	0,00	2,61					
3	340	3,1	3	114	114	200	3,0	0,08527	1	1	0,7116	1	0,1881	2,75	2,9381	7,61	22,36	5,20	70,00	5,20	64,8	92,6	3,04	287	
ВІДГАЛУЖЕННЯ 4																									
1	113	2,4	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,4896	2,40	2,8896	304,11	878,75	11,22	70,00	11,22	58,8	84,0	3,76	114	
2	226	1,8	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,1544	2,50	2,6544	19,28	51,18	2,61		2,61					
3	340	3,1	3	114	114	200	3,0	0,08527	1	1	0,7116	1	0,1881	2,75	2,9381	7,61	22,36	5,20	70,00	5,20	64,8	92,6	3,04	287	
ВІДГАЛУЖЕННЯ 5																									
1	420	8,3	3	140	115	200	3,7	0,08527	1	1	0,7116	1	0,5036	2,75	3,2536	7,61	24,76	4,37	70,00	4,37	65,6	93,8	2,05	287	
2	760	7,4	3	254	255	300	3,0	0,1138	1	1	0,7536	1	0,6346	2,50	3,1346	19,28	60,44	34,91	0,00	34,91					
3	1100	7,4	3	367	360	350	3,1	0,08527	1	1	0,7116	1	0,449	2,75	3,199	7,61	24,34	64,37	70,00	64,37	5,6	8,0	0,25	287	
4	1440	33,3	3	480	450	400	3,2	0,08527	1	1	0,7116	1	2,0206	2,75	4,7706	7,61	36,30	139,65	0,00	139,65					

Змін	Кіл	Лист	№ док	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Аркуш

2

Аеродинамічний розрахунок системи ПВ2

Таблиця 10.4

№ ділянки	Витрата L, м³/год	Довжина ділянки l, м	Потрібна швидкість v', м/с	Потрібна питома витрата g'v' = L/v', с·м²/год	Прийнята питома витрата gv > g'v, с·м²/год	Діаметр повітропроводу d, мм	Фактична швидкість v = L/gv, м/с	λ₁/d, м⁻¹	Поправка на				λ/d = k₁·kv · kΔ · (λ₁/d)	Сумарний коефіцієнт місцевого опору Σξ	Приведений коефіцієнт опору ξ' = λ/d + Σξ · k₂	Питомий швидкісний тиск A * 10⁶, Па·год²/м⁶	Характеристика опору S = A · ξ' · 10⁶, Па·год²/м⁶	Втрати тиску на ділянці ΔP₁ = S · (L · 10³)², Па	Сумарні втрати тиску на магістралі ΔPₘ, Па	Втрати тиску на відгалуженні, ΔPᵥ, Па	Абсолютна невязка Δpₐ = Δpₘₑ - Δpᵥ, Па	Відносна невязка ε = 100 · Δpₐ / Δpₘₑ, %	потрібний місцевий опір діафрагми, ξ = ΔP / (ρ · v² / 2)	Діаметр отвору діафрагми d₀, мм	
									температу	к1	к2	швидкість kv													
МАГІСТРАЛЬ ПРИПЛИВНА ПВ2																									
1	320	3,5	2,5	128	115	200	2,8	0,1989	1	1	0,8517	1	0,592911	3,1	3,692911	115,741	427,42	43,77	43,77	-	-	-	-	-	-
2	640	2,7	2,6	247	250	300	2,6	0,1989	1	1	0,7028	1	0,377425	0,85	1,227425	115,741	142,06	58,19	101,96	-	-	-	-	-	-
3	960	1,3	2,7	356	350	350	2,7	0,1504	1	1	0,7162	1	0,140031	2,75	2,890031	46,955	135,70	125,06	227,02	-	-	-	-	-	-
4	1040	1,3	2,8	372	350	350	3,0	0,08527	1	1	0,656	1	0,072718	2,75	2,822718	7,610	21,48	23,23	250,25	-	-	-	-	-	-
5	1360	1,8	2,9	469	460	400	3,0	0,06326	1	1	0,6688	1	0,076155	3,15	3,226155	2,916	9,41	17,40	267,65						
6	1680	3,7	3	560	480	630	3,5	0,04786	1	1	0,6985	1	0,123692	2,75	2,873692	1,205	3,46	9,77	277,43						
7	3280	5,5	3,1	1059	1070	630	3,1	0,04786	1	1	0,6721	1	0,176917	3,1	3,276917	1,205	3,95	42,48	319,91						
8	3620	14	4	905	1100	630	3,3	0,04786	1	1	0,6591	1	0,441623	0,35	0,791623	1,205	0,95	12,50	332,41						
8	5060	2,7	5	1012	1150	630	4,4	0,04786	1	1	0,6591	1	0,08517	0,35	0,43517	1,205	0,52	13,43	345,83						
ВІДГАЛУЖЕННЯ 1																									
1	113	1,8	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,367199	2,40	2,767199	304,11	841,53	10,75	345,83	10,75	335,1	96,9	21,44	114	
2	226	5,1	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,437374	2,50	2,937374	19,28	56,64	2,89	0,00	2,89					
3	340	29,2	3	114	107	200	3,2	0,08527	1	1	0,7116	1	1,771801	2,75	4,521801	7,61	34,41	6,87	345,83	6,87	339,0	98,0	13,99	287	
ВІДГАЛУЖЕННЯ 2																									
1	113	2,5	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,509999	2,40	2,909999	304,11	884,95	11,30	345,83	11,30	334,5	96,7	21,40	114	
2	226	1,8	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,154367	2,50	2,654367	19,28	51,18	2,61	0,00	2,61					
3	340	3,2	3	114	107	200	3,2	0,08527	1	1	0,7116	1	0,19417	2,75	2,94417	7,61	22,41	5,20	345,83	5,20	340,6	98,5	14,06	287	
ВІДГАЛУЖЕННЯ 3																									
1	113	2,5	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,509999	2,40	2,909999	304,11	884,95	11,30	345,83	11,30	334,5	96,7	21,40	114	
2	226	1,8	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,154367	2,50	2,654367	19,28	51,18	2,61		2,61					
3	340	10,9	3	114	107	200	3,2	0,08527	1	1	0,7116	1	0,661392	2,75	3,411392	7,61	25,96	5,62	345,83	5,62	340,2	98,4	14,04	287	
ВІДГАЛУЖЕННЯ 4																									
1	113	2,5	3	38	44,28	125	2,6	0,2707	1	1	0,7536	1	0,509999	2,40	2,909999	304,11	884,95	11,30	345,83	11,30	334,5	96,7	21,40	114	
2	226	0,9	3	76	90	180	2,5	0,1138	1	1	0,7536	1	0,077184	2,50	2,577184	19,28	49,70	2,54	0,00	2,54					
3	306	0,7	3	102	107	200	2,9	0,08527	1	1	0,7116	1	0,042475	2,75	2,792475	7,61	21,25	4,53	345,83	4,53	341,3	98,7	17,39	287	
4	420	28,5	3	140	107	200	3,9	0,08527	1	1	0,7116	1	1,729327	2,75	4,479327	7,61	34,09	10,54	0,00	10,54					
ВІДГАЛУЖЕННЯ 5																									
1	340	3,2	3	114	115	200	3,0	0,08527	1	1	0,7116	1	0,19417	2,75	2,94417	7,61	22,41	2,59	345,83	2,59	343,2	99,3	16,36	287	
2	680	0,9	3	227	240	300	2,8	0,1138	1	1	0,7536	1	0,077184	2,50	2,577184	19,28	49,70	22,98	0,00	22,98					
3	1020	0,8	3	340	350	350	2,9	0,08527	1	1	0,7116	1	0,048543	2,75	2,798543	7,61	21,30	45,14	345,83	45,14	300,7	86,9	14,75	287	
3	1440	34,3	3	480	470	400	3,1	0,08527	1	1	0,7116	1	2,08126	2,75	4,83126	7,61	36,77	121,37	0,00	121,37					

Змін	Кіл	Лист	№ док	Підпис	Дата

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Аркуш

2

Розділ 11

Технологія та організація монтажних робіт

Погоджено		

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
Інв. № ор.		Зав.каф Керівник Консульт. Виконав	Предун К.М. Задоянний О.В. Сенчук М.П. Урбанський Д.А		Технологія та організація монтажних робіт.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		

Технологія та організація монтажних робіт.

Для створення вентиляційних заготовок та монтажу вентиляційних систем розробляються монтажні креслення. Ці креслення розробляються на основі робочих креслень з дотриманням чинних нормативних актів і враховують виміри, здійснені після завершення основних будівельних робіт.

Монтажні схеми систем вентиляції складаються з:

- монтажна схема вентиляційної системи;
- ескізи ненормалізованих деталей;
- комплектовочні відомості вентиляційних деталей і типових вентиляційних виробів;
- специфікації основних і допоміжних матеріалів;

Монтажна схема розробляється у формі однієї безмасштабної лінії, де використовуються умовні позначення, які відображають діаметри повітропроводів, порядкові номери деталей та розміри конструкцій. У комплектовочній відомості вказується кількість, розміри та площі поверхонь повітропроводів, їх порядкові номери, кількість та розміри з'єднувальних виробів, а також кількість та типи регулюючих приладів і повітророзподільників, що входять до складу вентиляційної системи. Календарний план будівельно-монтажних робіт на об'єкті складається з двох частин: лівої розрахункової, де відображаються відповідні терміни, і правої графічної, яка ілюструє послідовність виконання робіт.

Порядок розробки календарного плану:

- визначаємо номенклатуру і об'єм робіт по робочим кресленням, методи виробництва кожного виду робіт;
- визначаємо склад ланки;
- встановлюємо процент перевиконання робіт;
- складаємо праву частину плану і коректуємо його по строкам;

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Атестаційна випускна робота
Інв. № ор.						
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Календарні плани монтажу систем окремих будівель або споруд розробляються з використанням актуальних будівельних методів та технологій. Монтаж вентиляційних пристроїв і систем повітропроводів виконується з використанням готових вузлів і деталей, які виготовлені та укомплектовані на ЦЗЗ. Після складання календарного плану будівельно-монтажних робіт, визначаються техніко-економічні показники на об'єкті, які відображають наскрізність і ефективність прийнятих рішень.

Розрахунку належить:

- коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили К. Він визначається на основі графіка руху робочої сили і являє собою відношення максимальної кількості працівників до середньої кількості працівників за весь час будівництва:

$$K = n_{\max}/n_{\text{сер}}, \quad n_{\text{сер}} = F/n_{\text{днів}}$$

При розробці календарних планів будівельно-монтажних робіт тривалість будівництва встановлюють у відповідності з нормами тривалості будівництва.

Порядок розробки календарного плану слідуючий:

- визначають номенклатуру та об'єм робіт, методи виконання кожного виду робіт;
- розраховують в людино-днях тривалість робіт;
- виявляють технологічну послідовність та тривалість кожної з робіт;
- визначають склад ланки;
- встановлюють процент перевиконання робіт;
- корегують календарний план по термінам.

Визначимо масу обладнання. Яке використовують при монтажі систем опалення та вентиляції.

Після складання календарного плану визначимо техніко-економічні показники по об'єкту: коефіцієнт нерівномірності руху робочих к,

Зам. Інв. №							Арк.
	Підпис і дата						
Инв. № ор.		Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	

що визначається на основі графіка руху робочої сили і представляє собою відношення максимальної кількості робочих по графіку до середньої кількості робочих по графіку до середньої кількості робочих за період будівництва

$$k = \frac{n_{\max}}{n_{\text{сер}}} \leq 1,3.$$

Існує декілька шляхів між вихідною та кінцевою подією на сітьовому графіку. Шлях, що має найбільший тривалість, називається критичним шляхом. Роботи та події, що належать до критичного шляху, отримують статус критичних. Між будь-якими двома подіями на цьому шляху повинна бути лише одна робота. Графік мережі повинен мати просту форму, без зайвих перетинів. Нумерація подій виконується зліва направо після побудови графіка. В мережі не повинно бути "тупиків" - подій, з яких не виходить жодна робота і в які не входить жодна робота. У сіті також не повинно бути замкнених контурів, подій або робіт, які мають однакові номери або шифри.

Для кожної роботи сітьової моделі визначимо:

- ранній термін початку (закінчення) - мінімальний з можливих моментів
- спочатку (закінчення) даної роботи при заданих термінах робіт та заданому "початковому моменті";

Пізній термін початку (закінчення) - максимальний з можливих моментів початку (закінчення) даної роботи, при якому ще можливе виконання всіх послідуєчих робіт з дотриманням директивного терміну настання останньої події;

повний резерв часу - максимальний час, на який можна відстрочити початок або збільшити тривалість роботи, не змінюючи директивного терміну закінчення комплексу робіт; вільний резерв часу - максимальний час.

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

На який можна відстрочити початок або збільшити тривалість роботи, при умові, що ранні терміни початку наступних робіт не змінюються.

Коли сітьовий графік розрахований, його необхідно побудувати в масштабі часу.

Масштабний сітьовий графік є більш зручним для контролю за прогресом виконання робіт. Цей тип графіка дозволяє швидко знаходити роботи, що заплановані на конкретний період, та визначати їх випередження або відставання в разі необхідності ресурсного перерозподілу. При побудові масштабного сітьового графіка відображають ранні початки або пізні закінчення робіт у масштабі часу.

Порядок побудови:

- викреслюють горизонтальну масштабну лінійку, по якій вказують календарні та робочі дні;
- всі роботи зображають в масштабі часу. При цьому початкова подія кожної роботи знаходиться у відповідності зі значенням раннього початку роботи, а величина проекції роботи на вісь часу буде дорівнювати сумі її тривалості та вільного резерву.

За допомогою індустріального методу монтажу санітарно-технічних робіт основний обсяг заготівельних та збірних робіт переноситься на заводські умови. Використання готових елементів при монтажі у вентиляційних цехах значно спрощує технологію та організацію монтажу, а також зменшує кількість операцій, які виконуються безпосередньо на монтажній площадці.

З метою спрощення заготовки деталей та виконання монтажу систем, монтажне проектування передбачає обов'язкове використання нормалізованих монтажних положень повітропроводів у відношенні до будівельних конструкцій, а також максимальне використання стандартних та типових деталей. Монтажні положення визначають

Зам. Інв. №					
	Підпис і дата				
Інв. № ор.					
	Атестаційна випускна робота				
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Арк.

розташування повітропроводів відносно будівельних конструкцій та технологічного обладнання з метою забезпечення зручного монтажу і безпечної експлуатації системи. Монтаж вентиляційних систем виконується з повністю укомплектованими заводськими вузлами та деталями.

Монтаж необхідно виконувати, дотримуючись слідуєчих правил:

- фланці повітропроводів не повинні бути вмонтовані в стіни, перекриття та перегородки;
- повітропроводи повинні надійно кріпитися до будівельних конструкцій

Для транспортування вологого повітря повітропроводи монтується таким чином, щоб у їх нижній частині відсутні були поздовжні шви. Методи та способи монтажу вентиляційних систем вибираються залежно від місцевих умов та розташування повітропроводів щодо будівельних конструкцій.

Процес монтажу вентиляційної системи розпочинається з огляду місць прокладки повітропроводів. Далі проводиться розмітка та встановлення засобів кріплення повітропроводів.

Болти на фланцевих з'єднаннях слід затягувати, а гайки болтів розміщуються з одного боку фланця.

Для виготовлення вентиляційних заготовок розробляються монтажні креслення вентиляційних систем, які також використовуються під час монтажу цих систем.

Монтажне креслення системи вентиляції включає в себе монтажну схему вентиляційної системи, комплектовочні відомості вентиляційних деталей та типових вентиляційних виробів, специфікацію основних та допоміжних матеріалів, а також обсяги виконуваних робіт.

Для занесення типових виробів та деталей вентиляційної системи створюється окрема спеціальна відомість.

Зам. Інв. №							Арк.
	Підпис і дата						
Інв. № ор.						Атестаційна випускна робота	
	Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- приєднання його до повітропроводу,
- установка кріплень,
- вивірка і закріплення шумоглушника.

4. Установка повітророзподілювачів:

- підйом повітророзподілювача в проектне положення і приєднання їх до повітропроводу з автопідйомника або монтажної вишки,
- закріплення до будівельних конструкцій.

5. Зборка і монтаж прямих вузлів фасонних частин повітропроводів укрупненими блоками,

- зборка деталей і повітропроводів в укрупнені блоки на фланцях з установкою засувок і затяжкою болтів,
- установка кріплень в готові отвори та їх заділка цементним розчином, закріплення їх до опорних конструкцій з підтримкою при електро-прихватці,
- підйом і встановлення блоків в проектне положення і тимчасове їх закріплення,
- приєднання встановленого блоку з раніше змонтованим блоком на фланцях з встановленням прокладок і затяжкою болтів,
- вивірка і заключне закріплення системи.

6. Монтаж гнучких вставок:

- встановлення патрубків від вентилятора до повітропроводу або від повітропроводу до повітропроводу,
- вивірка встановленого патрубка по осі повітропроводу,
- установка прокладок,
- приєднання фланців з затяжкою болтів.

Повітропроводи починають збирати від вентилятора. Першу фарбовку повітропроводів виконують при їх виготовленні. Змонтовані повітропроводи теж покривають масляною краскою, а в необхідних випадках – вогнетривкими або кислотостійкими

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

						<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			

розчинами. Викрашені поверхні сушать на протязі 2-х годин, при температурі не нижче 15°C.

Технологія будівельно-монтажних робіт.

Перед початком монтажних робіт бригада монтажників повинна мати всі необхідні креслення будинку, в якому планується встановлення вентиляційних систем. На цих кресленнях повинні бути зазначені всі розміри та форми повітропроводів, засоби їх кріплення, розташування приточних та витяжних камер та іншого вентиляційного обладнання, а також прив'язки вентиляційних систем до будівельних конструкцій. Креслення також повинні містити плани будинку на кожному поверсі з найбільш характерними розмірами. Для виготовлення вентиляційних деталей розробляють монтажні креслення вентиляційних систем. Ці креслення використовуються під час монтажу вентиляційних систем. Монтажні організації розробляють монтажні креслення у відповідності з їх завданнями та з урахуванням умов монтажу. Монтажні креслення створюються на основі робочих креслень, дотримуючись чинних нормативних документів та використовуючи розміри, виміряні на місці після виконання основних будівельних робіт.

Монтажне креслення системи вентиляції мають зміст:

- монтажну (аксонометричну) схему вентиляційної системи;
- ескізи ненормалізованих деталей;
- комплектуючи відомості вентиляційних деталей;
- специфікацію головних та допоміжних матеріалів;
- об'єми робіт;
- головні вимоги до виготовленню системи;
- вказівки по збірці деталей в транспортабельні блоки;
- інші вимоги до монтажу систем.

Зам. Інв. №							Арк.
	Підпис і дата						
Інв. № ор.						Атестаційна випускна робота	Арк.
	Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Монтажна (аксонометрична) схема вентиляційної системи представляється у вигляді однієї лінії без масштабу, де використовуються умовні позначки, позначення діаметрів або розмірів перетину повітроводів, порядкові номери деталей, місця встановлення вентиляційного обладнання, прив'язки мережі до будівельних конструкцій та відмітки повітроводів по висоті приміщення. Складніші вузли та деталі, а також ненормалізовані деталі повітроводів на монтажних кресленнях зображуються в більшому масштабі з більш детальною деталізацією.

У комплектуючих відомості зазначаються такі дані: кількість, розміри, площа поверхонь повітропроводів, а також їх порядкові номери; кількість та розміри приєднань та кріплення деталей; кількість та типи регулюючих пристроїв; повітророзподільчі та місцеві відсмоктувачі, що входять до складу вентиляційної системи. Після складання монтажної схеми та комплектуючих відомостей вентиляційних деталей формується специфікація матеріалів, необхідних для виготовлення та монтажу системи.

В цій відомості мають бути вказані такі дані: кількість листової, стрічкової, кутової, пруткової сталі з урахуванням припусків та надбавок на відходи; відбортовку, фланцеві та бандажні приєднання; а також матеріали для виготовлення засобів кріплення та з'єднання повітропроводів.

При розробці монтажних креслень для кожної вентиляційної системи необхідно використовувати нормалізовані фасонні частини повітропроводів. Перерізи повітропроводів повинні відповідати чинним нормам, а товщина металу для повітропроводів визначається згідно з ТУ-36-736-74.

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Атестаційна випускна робота
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розділ 12

Автоматизація

Погоджено			

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
Інв. № ор.		Зав.каф	Предун К.М.		Автоматизація.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		
		Керівник	Задоянний О.В.					
		Консульт.						
		Виконав	Урбанський Д.А					

- автоматичне та дистанційне управління двигунами та приладами запірно -регулюючих органів;
- автоматичний захист, що попереджує перехід передаварійного стану в аварійній;
- підтримання технологічних параметрів у відповідності з заданими значеннями.

Також, система автоматизації теплового пункту здійснює контроль за зміною температури, тиском та витратою теплоносія.

Для вимірювання температури використовуються універсальні температурні датчики ESMB від компанії "Danfoss". Вони розташовані в подаючому та зворотньому трубопроводах на вході в тепловий пункт, на виході теплоносія з теплообмінника до системи опалення та назад до теплової мережі. Ці датчики надсилають сигнал до електричного регулятора ECL Komfort 2000.

Крім цього, на регулятор ECL також надходить сигнал від датчиків температури внутрішнього та зовнішнього повітря ESM-1.

На подаючому трубопроводі з теплової мережі знаходиться регулятор прямої дії, який призначений для збереження постійного перепаду тиску. У разі збільшення перепаду тиску, регулятор AVP автоматично закривається.

Вода, що повертається до теплової мережі, повинна мати температуру не нижче 40 °С. Ця температура контролюється за допомогою датчика температури TE 9, який передає сигнал через електричне табло ECL Komfort 2000 до седельного клапана VM 2. Седельний клапан керується редукторним електроприводом AVM-10 за допомогою імпульсного сигналу від регулятора ECL-2000. Електропривід забезпечує довготривалу та безперебійну роботу регулюючого клапана. Він також має пристрій захисту, який включає зворотну пружину і дозволяє автоматично закрити

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						Атестаційна випускна робота
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розділ 13

Охорона праці

Погоджено			

Зам. Інв. №	
-------------	--

Підпис і дата	
---------------	--

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>			
					Опалення та вентиляція навчального закладу у місті Житомир	Стадія	Аркуш	Аркушів
						ДП		
Інв. № ор.		Зав.каф	Предун К.М.		Охорона праці.	КНУБА ФІСЕ гр.Тв 41 м. Київ 2023р.		
		Керівник	Задоянний О.В.					
		Консульт.	Клімова І.В.					
		Виконав	Урбанський Д.А					

Основні небезпечні та шкідливі фактори, що діють при монтажі опалення та вентиляції.

Таблиця 13.1

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1.	Падіння людей з висоти	Монтаж систем опалення і вентиляції	h=3,3 м, h=13,2 м	СНиП III-4-80* п.2.2-2.12 СНиП 2.04.05-91*
2.	Падіння предметів з висоти	Монтаж систем опалення і вентиляції	h=3,3 м, h=13,2 м	СНиП III-4-80* п.2.2-2.4 СНиП 2.04.05-91*
3.	Електричний струм	Зварювальні роботи/експлуатація технологічної оснастки	U=380/220В	СНиП III-4-80* п.13.2-13.26
4.	Вібрація	Наладка і пуск систем в дію	f=150 Гц, v=0,02м/с	ДСТУ 2300-93 ГОСТ12.1.012-90 ДСН 3.3.6.039-99
5.	Виробничий шум	Наладка і пуск систем в дію	Рівень < 85 Дб	ДСТУ 2325-93 ГОСТ12.1.003-83* ДСН 3.3.6.037-99
6.	Освітлення робочих місць	Монтаж систем опалення і вентиляції	30 лк	СНиП II-4-85 ГОСТ12.1.046-85

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ				Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

2. Падіння предметів і конструкцій з висоти

Падіння предметів з висоти є одним з найважливіших аспектів профілактики виробничого травматизму під час монтажу.

У практиці монтажу будівельних конструкцій можливі випадки втрати міцності та стійкості конструкцій через недостатній урахунок монтажних навантажень з різних організаційно-технічних причин.

Норми проектування будівельних конструкцій передбачають забезпечення їх міцності та стійкості під час монтажу. В проектах будівельних конструкцій вказуються місця для стропування, які вибираються залежно від потреб. Розташування з'єднань, що забезпечують стійкість закріплених конструкцій, вирішується у проекті виробництва робіт.

Заборонено монтувати елементи без монтажних петель.

Стропування елементів систем вентиляції повинно проводитись за раніше розробленими схемами. Способи стропування елементів конструкцій та обладнання повинні забезпечувати їх переміщення до місця встановлення у позиції, близькій до проектної.

Під час перерв у роботі заборонено залишати елементи конструкцій та обладнання незакріпленими.

3. Електричний струм.

Під час виконання робіт у наближеності до елементів електромереж, які перебувають під напругою, існує ризик випадкового контакту з ними.

Основні засоби електрозахисту, які здатні витримувати робочу напругу та дозволяють безпечний доступ до елементів електроустановки, що перебувають під напругою (до 1000 В), включають діелектричні гумові рукавиці, інструмент з ізольованими рукоятками, струмошукачі, а для електроустановок з напругою понад 1000 В - ізолюючі штанги, ізольовані та струмоведучі клещі.

Зам. Інв. №							Арк.
	Підпис і дата						
Інв. № ор.						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Арк.
	Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

При організації електричних мереж на будівельному майданчику необхідно передбачити можливість відключення всіх електроустановок в межах окремих об'єктів та робочих ділянок. Струмopровідні частини електроустановок мають бути ізольовані, огорожені або розташовані на недоступних для дотику місцях. Електрозварювальна установка повинна бути підключена до джерела живлення через рубильник та запобіжники або автоматичний вимикач.

4.Вібрація.

Важливо почати розробку заходів щодо захисту від вібрації на етапі проектування технологічних процесів, машин, виробничих приміщень та схеми організації робіт. Методи зменшення шкідливих вібрацій від працюючого обладнання можна розподілити на дві основні групи: 1) методи, що базуються на зменшенні інтенсивності збуджуючих сил в джерелі їх виникнення; 2) методи послаблення вібрації на шляху їх поширення через опорні зв'язки від джерела до інших машин та будівельних конструкцій.

Технологічні засоби для боротьби зі шкідливими вібраціями включають вибір таких технологічних процесів, де використовуються машини, які генерують мінімальне динамічне навантаження.

Ефективним засобом боротьби зі шкідливою вібрацією є використання пасивної віброізоляції з використанням віброгасячих основ.

5.Виробничий шум.

До технологічних заходів, спрямованих на боротьбу з шумом, входить вибір таких технологічних процесів, де використовуються механізми та машини, що мають мінімальні динамічні навантаження. Для захисту працюючих у виробничих приміщеннях, де присутнє шумне обладнання, застосовуються наступні заходи: звукоізоляція

Зам. Інв. №						Арк.
Підпис і дата						ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
Інв. № ор.						Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

					<i>Атестаційна випускна робота</i>			

Список використаної літератури.

1. ДБН В.2.5-67: 2013р. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України: 2013р.
2. ДБН В.2.6-31:2016р. Теплова ізоляція будівель/ДП „Укрархбудінформ”. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ–Н Б В.1.1-27: 2010р.
4. ДСТУ Б В 1.1–36: 2016р. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
5. ДБН В.2.5-39.2008р. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009р.
6. ДСТУ Б EN 12831:2008р. Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження.
7. ДСТУ Б EN 15251:2011р. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики.
8. Опалення промислових об’єктів: методичні вказівки до виконання індивідуального завдання / уклад.: М.П.Сенчук, О.П.Любарець, М.О.Шишина, В.О.Любарець.– КНУБА: 2018р.
9. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій» курсового проекту для студентів напрямку підготовки «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» /Уклад.: Ю.К.Росковшенко, О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА:2012р.
10. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА: 2016р.
11. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок водяного опалення» курсового проекту для студентів напрямку підготовки. «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і

Зам. Інв. №								Арк.
Підпис і дата							Атестаційна випускна робота	
Інв. № ор.								
		Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

