

**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:

**Реконструкція систем опалення, вентиляції та
кондиціонування повітря нежитлової будівлі під
адміністративну будівлю у м. Києві**

Іванів Аліна Олегівна

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Предун К.М.**

”_____” _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

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

на тему:

**Реконструкція систем опалення, вентиляції та
кондиціонування повітря нежитлової будівлі під
адміністративну будівлю у м. Києві**

Виконав студент групи ТВс-21

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

ОПП: теплогазопостачання і вентиляція

Іванів Аліна Олегівна

Керівник **Корбут В.П.**

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **інженерних систем і екології**

Кафедра: **теплогазопостачання і вентиляції**

Освітній рівень: **«бакалавр за ОПП»**

Спеціальність: **будівництво та цивільна інженерія**

ОПП: **теплогазопостачання і вентиляція**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Предун К.М.**

» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Іванів Аліна Олегівна

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи Реконструкція систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря нежитлової будівлі під адміністративну будівлю у м. Києві затверджена наказом ректора КНУБА №760 від « 10 » травня 2024р.

2. Керівник роботи: Корбут Вадим Павлович
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту « 28 » червня 2024р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ.

Р

В

Розділ 3. Розрахунок системи опалення.

Д

Розділ 4. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря.

І

Розділ 5. Спеціальна частина проекту. Сертифікат енергоефективності будинку.

Р

Л

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища.

Характеристика об'єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.

З

2

Д

і

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.

Список літератури.

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 3. _____

Розділ 4. _____

Розділ 5. _____

Розділ 6. _____

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	
Розділ 2.	
Розділ 3.	
Розділ 4.	
Розділ 5.	
Розділ 6.	
Розділ 7.	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 6.	Сенчук М.П., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання « 25 » травня 2024р.

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

Керівник _____ Корбут В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Іванів А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

<u>ВСТУП.....</u>	<u>8</u>
<u>РОЗДІЛ 1.....</u>	<u>7</u>
<u>ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУВАННЯ</u>	<u>7</u>
<u>1.1.Характеристика об'єкту будівництва та географічний пункт будівництва:8</u>	
<u>1.2.Розрахункові параметри зовнішнього повітря:.....</u>	<u>9</u>
<u>1.3.Розрахункові параметри внутрішнього повітря:</u>	<u>10</u>
<u>РОЗДІЛ 2.....</u>	<u>13</u>
<u>РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....</u>	<u>13</u>
<u>2.1.Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....</u>	<u>14</u>
<u>2.2.Розрахунок тепловтрат.....</u>	<u>20</u>
<u>2.3.Підбір опалювальних приладів.....</u>	<u>27</u>
<u>РОЗДІЛ 3.....</u>	<u>30</u>
<u>РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ</u>	
<u>ПОВІТРЯ</u>	<u>30</u>
<u>3.1.Теплонадходження в приміщені.....</u>	<u>31</u>
<u>3.1.1.Теплонадходження від людей.....</u>	<u>31</u>
<u>3.1.2.Теплонадходження від джерел штучного освітлення</u>	<u>31</u>
<u>3.1.3.Теплонадходження від їжі, остигає:.....</u>	
<u>3.1.4. . Теплонадходження від обладнання гарячого цеху, і теплонадходження,</u>	
<u>що вловлюються місцевими витяжками:.....</u>	
<u>3.1.5.Теплонадходження від сонячної радіації :.....</u>	<u>32</u>
<u>3.2.Тепловий баланс.....</u>	<u>35</u>
<u>3.3.Надходження шкідливостей в приміщення</u>	<u>35</u>
<u>3.3.1.Надходження вологи в приміщення від людей.....</u>	<u>35</u>
<u>3.3.2.Вологонадходження від їжі на фуд-корті.....</u>	
<u>3.3.3.Вологонадходження від обладнання</u>	
<u>3.3.4.Надходження вуглекислого газу.....</u>	
<u>3.4. Побудова процесів обробки повітря системи вентиляції у ресторани та</u>	
<u>кухні.....</u>	<u>49</u>
<u>3.4.1.Повітрообмін по санітарним нормам</u>	<u>49</u>
<u>3.4.2.Повітрообмін на розбавлення шкідливостей до ГДК.....</u>	<u>49</u>

3.4.3.Характеристика витяжних зонтів	50
3.4.4.Розрахунок в теплий період року	51
3.4.5.Розрахунок в холодний період року	55
3.5.Побудова процесів обробки повітря системи вентиляції в торгівельному залі.....	58
3.5.1.Повітрообмін по санітарним нормам	58
3.5.2.Повітрообмін на розбавлення шкідливостей до ГДК.....	58
3.5.3.Розрахунок в теплий період року	59
3.5.4.Розрахунок в холодний період року	62
3.6.Розрахунок повітрообміну	65
3.6.1.Підбір решіток ресторану	65
3.6.2.Підбір решіток торгівельного залу	67
3.6.3.Підбір решіток кухні	70
3.7.Повітряний баланс в приміщенні	72
3.8.Аеродинамічний розрахунок	74
3.9.Підбір обладнання систем вентиляції та кондиціонування	84
РОЗДІЛ 4.....	95
ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ	95
МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ.....	95
4.1. Організація монтажу систем вентиляції та аспірації.....	96
4.1.1.Календарне планування виконання робіт	96
4.1.2.Побудова графіка зміни чисельності робітників на об'єкті.....	96
4.1.3. Оргіназація будівельної готовності об'єкту до початку монтажних робіт	97
4.2.Технології монтажу систем вентиляції	
4.2.1.Підготовчі роботи до монтажу систем вентиляції.....	
4.2.2.Особливості монтажу систем вентиляції	100
4.2.3.Монтаж повітропроводів	
4.2.4.Випробування , регулювання і здавання вентиляційних систем в експлуатацію.	102
РОЗДІЛ 5.....	81
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	81
5.1.Охорона праці та навколишнього середовища.....	107
5.1.1.Загальні положення	82

<u>5.1.2.Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи</u>	<u>109</u>
<u>5.2.Заходи профілактики виявлених факторів</u>	<u>86</u>
<u>5.2.1.Загальні вимоги безпеки</u>	<u>.....</u>
<u>5.2.2.Міри профілактики потенційно-небезпечних і шкідливих факторів</u>	<u>.....</u>
<u>5.2.3.Організація будівельного майданчика</u>	<u>86</u>
<u>5.2.4.Падіння людей з висоти</u>	<u>86</u>
<u>5.2.5.Падіння конструкцій та інших предметів</u>	<u>87</u>
<u>5.2.6.Заходи профілактики ураження електричним струмом</u>	<u>.....</u>
<u>5.2.7.Шкідливі речовини</u>	<u>.....</u>
<u>5.2.9.Освітленість робочих місць</u>	<u>89</u>
<u>5.2.10.Атмосферна електрика</u>	<u>89</u>
<u>5.2.11.Пожежне забезпечення</u>	<u>91</u>
<u>5.2.12.Незадовільні параметри мікроклімату</u>	<u>95</u>
<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</u>	<u>.....</u>

Іванів Д.О.

Іванів А.О.

ВСТУП

Вступ

Реконструкція систем опалення, вентиляції та кондиціонування є надзвичайно важливим етапом у модернізації адміністративних будівель. Сучасні вимоги до енергоефективності, екологічності та комфорту вимагають впровадження новітніх технологій та рішень, що дозволяють забезпечити оптимальні умови для праці та перебування людей в адміністративних приміщеннях.

Однією з головних задач реконструкції є покращення енергоефективності будівлі. Старі системи опалення, вентиляції та кондиціонування часто не відповідають сучасним стандартам, що призводить до значних енергетичних витрат і високих експлуатаційних витрат. Заміна або модернізація цих систем дозволяє знизити споживання енергії, що, у свою чергу, сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Другий важливий аспект - це покращення якості повітря в приміщеннях. Вентиляційні системи повинні забезпечувати ефективне видалення відпрацьованого повітря і подачу свіжого, підтримуючи оптимальний рівень вологості та температури. Це особливо важливо для забезпечення здорових і комфортних умов праці.

Крім того, сучасні системи кондиціонування дозволяють створювати індивідуальні кліматичні умови для різних зон будівлі, що підвищує комфорт і продуктивність працівників. Автоматизація та інтелектуальні системи управління кліматом дають можливість ефективно контролювати параметри мікроклімату в реальному часі.

Ця дипломна робота присвячена аналізу існуючих систем опалення, вентиляції та кондиціонування в адміністративній будівлі, а також розробці проекту їх реконструкції з використанням сучасних технологій та рішень. У роботі розглядаються основні етапи реконструкції, вимоги до нових систем, методи покращення енергоефективності та забезпечення комфорту, а також економічні аспекти впровадження нових технологій.

Метою даної роботи є розробка комплексного підходу до реконструкції систем опалення, вентиляції та кондиціонування, що дозволить досягти високого рівня енергоефективності, комфорту та безпеки в адміністративній будівлі.

Іванів А.

РОЗДІЛ 1
ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУВАННЯ

Іванів Д.О.

1.1. Характеристика об'єкту будівництва та географічний пункт будівництва:

- Місто проектування: **м.Київ**
- Призначення будівлі: **Адміністративна будівля**
- Географічна широта: **50° 27'**
- Барометричний тиск: **101,08 кПа**

Таблиця 1.1

Приміщення	К-ть людей, п, люд	Площа, F, м ²	Висота приміщення, Н, м	Об'єм, V, м ³	Орієнтація зовнішньої стіни ходу по сторонам світу	Висота робочої зони, h, м
<u>Вестибюль</u>	12	72,44	4,51	326,7	-	2
<u>Ліфтовий хол</u>	3	17,74	4,51	78,6	Сх	2
<u>Коридор</u>	2	11,09	4,51	50	-	2
<u>Сан.вузол чоловічий</u>	1	6,61	4,51	29,8	Пн/Сх	2
<u>Сан.вузол жіночий</u>	1	5,23	4,51	23,58	Сх	2
<u>Сан.вузол для МГН</u>	1	6,09	4,51	27,5	Сх	2
<u>Підсобне приміщення</u>	0	2,34	4,51	10,5	Пн	2
<u>Сходова клітина НЗ</u>	3	18,82	4,51	84,9	Зх	2
<u>Тамбур</u>	1	5,47	4,51	24,7	Зх	2
<u>Електрощитова</u>	3	17,22	4,51	77,7	Пн	2
<u>Водомірний вузол</u>	3	17,72	4,51	79,9	Пн	2
<u>Приміщення охорони, диспетчерська</u>	3	18,46	4,51	83,25	Пн	2
<u>Тамбур магазину</u>	2	12,11	4,51	54,6	Пд	2
<u>Магазин</u>	33	196,81	4,51	887,6	Пд/Зх	2
<u>Приміщення вводу</u>	1	6,73	4,51	30,35	Зх	2

<u>ВК</u>						
<u>Підсобне приміщення</u>	1	4,32	4,51	19,5	-	2
<u>Коридор</u>	5	28,1 1	4,51	126,8	-	2
<u>Підсобне приміщення</u>	3	15,7 9	4,51	71,21	Сх	2
<u>Теплопункт</u>	3	18,5 4	4,51	83,6	Пн/Зх	2
<u>Сходові клітини Н1</u>	3	19,2 5	4,51	86,8	Пд/Сх	2
<u>Ганок</u>	3	19,0 3	4,51	85,8	Пд	2

Інші поверхи розраховуються за схожим методом.

1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря:

(таблиці заповненні за допомогою Іd-діаграми та вихідних даних)

Таблиця 1.2

Розрахункові параметри для зовнішнього повітря

<i>Період року</i>	<i>Температура t, °C</i>	<i>Ентальпія I, кДж/кг</i>	<i>Вологовміст d, г/кг</i>	<i>Відносна вологість φ, %</i>
Теплий	28	70	16,45	69
Холодний	-22	-21	0,4	83

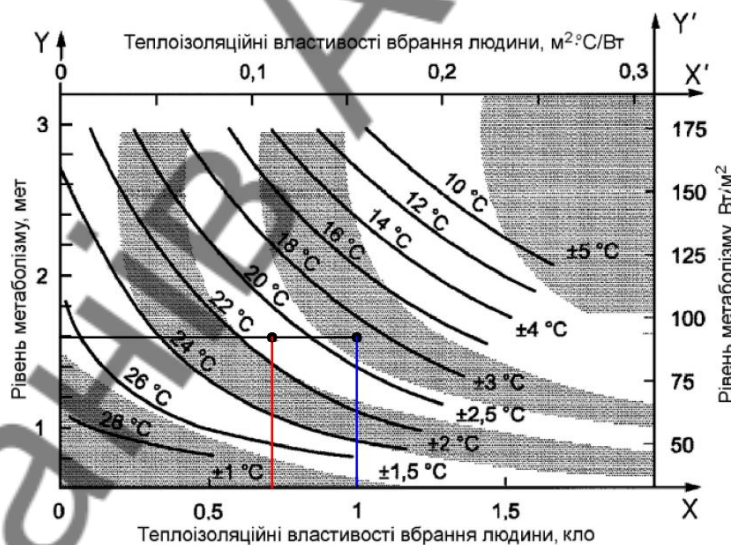
1.3 Розрахункові параметри внутрішнього повітря:

- Система кондиціонування підтримує оптимальні параметри повітря в приміщенні згідно ДБН «Опалення, вентиляція та кондиціонування», дод. Д, табл.1
- Температура внутрішнього повітря залежить від рівня метаболізму людини та теплоізоляційних властивостей вбрання людини;

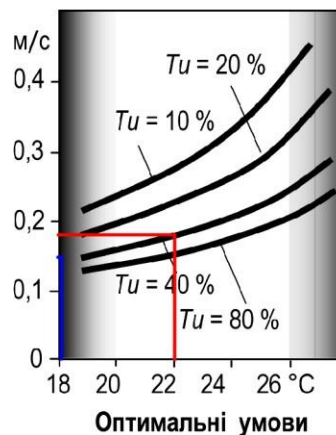
Рівень метаболізму: **116 Вт/м²** (2,0 мет), за дод. Д, табл.Д.2[2]

Теплоізоляційні властивості людини залежать від вбрання, табл. Д.3[2]:

- ✓ Холодний період року – **1,0 кло** (**0,155 м²-К/Вт**)
- ✓ Теплий період року – **0,7 кло** (**0,110 м²-К/Вт**)



- Швидкість руху повітря в робочій зоні залежить від турбулентності та температури внутрішнього повітря. Приймаємо: **Tu = 40%**



Відносна вологість повітря в робочій зоні залежить від умов мікроклімату, що прийняті у приміщенні, приймається за дод.Д, табл. Д 5[2]:

Таблиця 1.3

Умови мікроклімату	Відносна вологість повітря, %
Оптимальні умови	25-60

- Система кондиціонування підтримує *оптимальні* параметри повітря в приміщенні згідно ДБН «Опалення, вентиляція та кондиціонування», дод. Д, табл.1[2]
- Температура внутрішнього повітря залежить від рівня метаболізму людини та теплоізоляційних властивостей вбрання людини;

Таблиця 1.5

Період року	Категорія робіт	Оптимальні норми на постійних робочих місцях		
		Температура повітря 0С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Холодний період	Важка: III	16-18	60-40	0,3
Теплий період	Важка: III	18-20	60-40	0,4

Розрахункові параметри для внутрішнього повітря

<i>Приміщення</i>	<i>Період року</i>	<i>Температура</i>	<i>Відносна вологість ϕ, %</i>	<i>Рухливість повітря V, м/с</i>	<i>ГДК CO_2, г/м³</i>
Конферен.зала	Теплий	24	25-60	0,4	500
	Холодний	20		0,3	
Офісне приміщення	Теплий	24	25-60	0,2	500
	Холодний	22		0,19	
Складське приміщення	Теплий	20	40-60	0,4	500
	Холодний	18		0,3	

Іванів А.

Іванів А.О.

РОЗДІЛ 2
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд, температури повітря в яких відрізняються на 3 °С та більше, обов'язкове виконання умов [5]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min},$$

$$\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{ст},$$

$$t_{в \min} > t_{\min},$$

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

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$. Значення для житлових та громадських будинків залежно від кліматичної зони.

$\Delta t_{пр}$ – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

$\Delta t_{ст}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

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

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

За вимогами ДБН В.2.6-31-2016 опір теплопередачі огорожуючих конструкцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного $R_{\min q}$

Згідно з [5] потрібний опір теплопередачі внутрішніх конструкцій (стіл, перегородок, перекриття) між приміщеннями з нормованою температурою повітря слід визначати при різниці розрахункових температур повітря в цих приміщеннях більше 4°С.

1) Зовнішні стіни (ЗС):

1. Декоративний шар – розчин складний, 5 мм

$$\delta_1=0,005 \text{ м}, \lambda_1=0,87 \text{ Вт/м}^0\text{С}, R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,005}{0,87} = 0,006 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

$$s_1=10,42 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

2. Залізобетон, 200 мм.

$$\delta_2=0,14 \text{ м}; \lambda_2=2,04 \text{ Вт/м}^0\text{С}; R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,14}{2,04} = 0,069 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

$$s_2=18,95 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

3. Екструдований пінополістерол, 130 мм.

$$\delta_3=0,13 \text{ м}; \lambda_3=0,047 \text{ Вт/м}^0\text{С}; R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,13}{0,047} = 2,76 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

$$s_3=0,57 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

4. Залізобетон, 140 мм .

$$\delta_4=0,14 \text{ м}; \lambda_4=2,04 \text{ Вт/м}^0\text{С}; R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,14}{2,04} = 0,069 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

$$s_4=18,95 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

5. Плити облицювальні з граніту , 20 мм,

$$\delta_5=0,02 \text{ м}; \lambda_5=3,49 \text{ Вт/м}^0\text{С}; R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,02}{3,49} = 0,006 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

$$s_5=25,04 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

Визначаємо теплову інерцію зовнішньої стіни за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_{ip} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot s_{ip}$$

$$D = 0,006 \cdot 10,42 + 0,069 \cdot 18,95 + 2,76 \cdot 0,57 + 0,069 \cdot 18,95 + 0,006 \cdot 25,04 = 6,2;$$

Таким чином, згідно ДБН В 2.6-31:2016 (п.6.7) теплостійкість у літній період дозволяється не перевіряти.

Опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_3}$$

α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої

конструкції = 8,7 Вт/м²°С;

α_H – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції = 23 Вт/м²°С;

$$R_{заг}=0,115+0,006+0,069+2,76+0,098+0,057+0,043=3,148 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі рівний:

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{3,329} = 0,301 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$$

2) Горищне покриття:

1. Профнастил
2. Пароізоляція – 1 шар ПВХ
3. Утеплювач – ROCKWOOL, 300мм.

$$\delta_3=0,30\text{м}, \quad \lambda_3=0,047 \text{ Вт/м}^0\text{С}, \quad R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,3}{0,047} = 6,38 \text{ м}^2\text{°С/Вт},$$

$$s_3=0,57 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

4. Мембрана.

Визначаємо теплову інерцію горищного покриття за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_{ip} = 6,54 \cdot 0,57 = 3,7;$$

Опір теплопередачі:

$$R_{заг} = \frac{1}{\alpha_B} + R_3 + \frac{1}{\alpha_3};$$

$$R_{заг} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,047} + \frac{1}{23} = 6,54 \text{ м}^2\text{°С/Вт} > 6,0 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі:

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{6,54} = 0,153 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$$

3) Підлога (III):

1. ПВХ покриття "Таркетт"

$$\delta_1=0,005 \text{ м}$$

2. Залізобетонна плита

$$\rho_2=2500 \text{ кг/м}^3, \delta_2=0,27 \text{ м}, \lambda_2=2,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}, s_2=17,98 \text{ Вт/м}^2\text{C}$$

3. Гідроізоляція

4. Бетонна підготовка

$$\rho_4=1600 \text{ кг/м}^3, \delta_4=0,1 \text{ м}, \lambda_4=0,81 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}, s_4=8,69 \text{ Вт/м}^2\text{C};$$

5. Грунт ущільнений

$$\rho_5=350 \text{ кг/м}^3, \delta_5=0,1 \text{ м}, \lambda_5=0,19 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}, s_5=2 \text{ Вт/м}^2\text{C}.$$

Теплопередачу огорожувальних конструкцій, які контактують з грунтом, визначають згідно з EN ISO 13370, зокрема коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги, $U_{equiv,k}$, Вт/(м²·°C), розраховують залежно від характеристичного параметру B' , м та від загальної еквівалентної товщини d_t , м.

Характеристичний параметр B' для всіх приміщень визначаємо за відношенням загальної площі до половини периметру підлоги, який примикає до ґрунту. При цьому вважається, що теплопровідність ґрунту дорівнює $\lambda_g = 2,0$ Вт/м·°C, а ефект бокової теплоізоляції не враховується.

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{3665}{0,5 \cdot 259} = 28,3 \text{ м}$$

$$d_t = w + \lambda_g (R_{si} + R_f + R_{se})$$

w – повна товщина стін, включаючи всі шари;

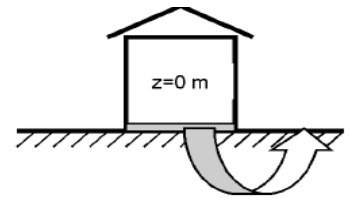
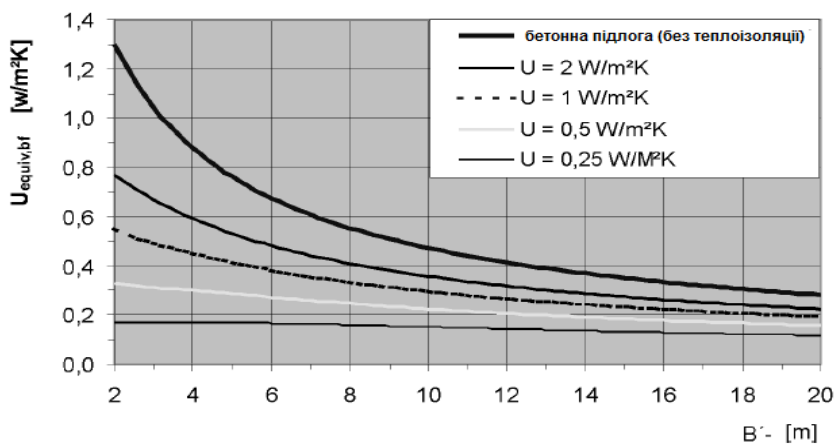
R_{si} – коефіцієнт опору теплопередачі внутрішньої поверхні

R_{se} – коефіцієнт опору теплопередачі зовнішньої поверхні

R_{se} – коефіцієнт опору теплопередачі конструкції перекриття

$$d_t = 0,27 + 2 \cdot (0,115 + 0,132 + 0,043) = 0,852 \text{ м}$$

Так, за характеристичним параметром B' коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги першого поверху визначається за даними наведеними на рис.1:



$U_{equiv,bf}$

Рис.1. Коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги першого поверху, що розташована на рівні землі

Коефіцієнт теплопередачі для неізольованих перекриттів, $dt < B'$:

$$U = \frac{2\lambda_g}{\pi B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1\right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 28,3 + 0,852} \cdot \ln\left(\frac{3,14 \cdot 28,3}{0,852} + 1\right)$$

$$= 0,208 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

ОПОРИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ R_0 ДЛЯ ЗОВНІШНІХ КОНСТРУКЦІЙ

Найменування огороджуючої конструкції	Опір теплопередачі		Коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м ² ·°С)	Опис конструкції	$\delta_{заг}$
	R_{min}	$R_{заг}$			
Зовнішня стіна	3,3	3,329	0,301	<ol style="list-style-type: none"> 1. Розчин складний, $\delta_1=0,005$ м, $\rho_1=1700$ кг/м³; $\lambda_1=0,87$ Вт/м⁰С; $s_1=10,42$ Вт/м²°С; 2. Залізобетон, $\delta_2=0,14$ м; $\rho_2=2500$ кг/м³; $\lambda_2=2,04$ Вт/м⁰С; $s_2=18,95$ Вт/м²°С; 3. Екструдований пінополістерол, $\delta_3=0,13$м; $\rho_3=50$ кг/м³; $\lambda_3=0,036$ Вт/м⁰С; $s_3=0,37$ Вт/м²°С; 4. Залізобетон, $\delta_4=0,20$м; $\rho_4=2500$ кг/м³; $\lambda_4=2,04$ Вт/м⁰С; $s_4=18,95$ Вт/м²°С; 5. Плити облицювальні з граніту, $\delta_5=0,20$м; $\rho_5=2800$ кг/м³; $\lambda_5=3,49$ Вт/м⁰С; $s_5=25,04$ Вт/м²°С; 	0,675
Горищне покриття	6	6,54	0,153	<ol style="list-style-type: none"> 1. Профнастил 2. Пароізоляція – 1 шар ПВХ 3. Утеплювач – ROCKWOOL, $\delta_3=0,30$м, $\lambda_3=0,047$ Вт/м⁰С, $s_3=0,57$ Вт/м²°С; 4. Мембрана. 	0,3
Вікна	0,75	0,75	1,334	Вікна з двокамерними склопакетами	-
Зовнішні двері	0,60	0,60	1,667		-
Внутрішні стіни	-	0,59	1,704	Кладка цегляна з повнотілої цегли глиняної звичайної на цементно-перлітовому розчині, $\rho_1=1600$ кг/м ³ , $\delta_1=0,25$ м, $\lambda_1=0,7$ Вт/м ⁰ С	0,250
	-	0,40	2,492	Кладка цегляна з повнотілої цегли глиняної звичайної на цементно-перлітовому розчині, $\rho_1=1600$ кг/м ³ , $\delta_1=0,12$ м, $\lambda_1=0,7$ Вт/м ⁰ С	0,120
Підлога		0,29	0,208	<ol style="list-style-type: none"> 1. ПВХ покриття "Таркетт" $\delta_1=0,005$ м 2. Залізобетонна плита $\rho_2=2500$ кг/м³, $\delta_2=0,27$ м, $\lambda_2=2,04$ Вт/м⁰С, $s_2=17,98$ Вт/м²°С 3. Гідроізоляція 4. Бетонна підготовка $\rho_4=1600$ кг/м³, $\delta_4=0,1$ м, $\lambda_4=0,81$ Вт/м⁰С, $s_4=8,69$ Вт/м²°С; 5. Ґрунт ущільнений $\rho_5=350$ кг/м³, $\delta_5=0,1$ м, $\lambda_5=0,19$ Вт/м⁰С, $s_5=2$ Вт/м²°С. 	0,27

2.2. Розрахунок тепловтрат

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огороження $\Phi_{T,i}$, Вт, слід обчислювати за формулою, що наведена нижче і включає основні можливі варіанти влаштування приміщення [7]:

$$\Phi_{T,i} = (N_{T,ie} + N_{T,iue} + N_{T,ig} + N_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

де: $N_{T,i}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С; $N_{T,iue}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалювальне приміщення назовні, Вт/°С; $N_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення у землю (грунт), Вт/°С; $N_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С.

Проектне теплове навантаження опалення приміщення визначають за формулою

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт}$$

де: $\Phi_{T,i}$ – трансмісійні тепловтрати через огорожувальні конструкції приміщення, Вт; $\Phi_{V,i}$ – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт; $\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря

$$N_{T,ie} = \sum k \cdot A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum l \cdot \psi_l \cdot l \cdot e_l, \text{ Вт/°С}$$

Останні поправочні коефіцієнти визначаються національними будівельними стандартами. За відсутності національних стандартів, їх значення за замовчуванням приймаються за додатком D.4.1 [7] і дорівнюють 1,0. Коефіцієнт теплопередачі k-будівельної конструкції огороження

приміщення U_k визначається на попередніх етапах проектування системи опалення при теплотехнічному розрахунку зовнішніх будівельних конструкцій згідно ДБН В.2.5-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [3].

Коефіцієнт теплопровідності матеріалу ψ_1 1-елементу лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огородження приймається за додатком Л [3] як розрахункова теплопровідність в умовах експлуатації.

Довжина лінійного теплового моста l визначається за будівельними кресленнями відповідних вузлів зовнішніх будівельних огорожень.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього повітря.

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum l \psi_1 \cdot l_1 \cdot b_u, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через огорожувальні конструкції, що контактують із ґрунтом

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

де: f_{g1} – поправочний коефіцієнт, що враховує річні коливання температури ґрунту, і визначається за національними стандартами, або за даними додатку D.4.3 [7], що наводяться в Таблиці 3; G_w – корегувальний коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод, і приймається за даними додатку D.4.3 [7], що наводяться в таблиці 3; f_{g2} – поправочний коефіцієнт на можливе зниження зовнішньої температури, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря (середню амплітуду коливання) і визначається за формулою

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$U_{equiv,k}$ – коефіцієнт передачі теплоти з урахуванням типу підлоги згідно з EN ISO 13370, який визначається залежно від характеристичного параметру B' , Вт/м²·°C.

Характеристика трансмісійних тепловтрат (теплонадходжень) в приміщеннях, що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря

$$H_{T,ij} = \sum k_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

де: f_{ij} – поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур у суміжних опалювальних приміщеннях і обчислюється за формулою

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{adjacent.space}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

де: $\theta_{\text{adjacent space}} = \theta_{\text{int},j}$ – температура в сусідньому j-му приміщенні або у прилеглому просторі, $^\circ\text{C}$.

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

де: $H_{V,i}$ – характеристика вентиляційних тепловтрат приміщення, $\text{Вт/}^\circ\text{C}$;

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

де: V_i – витрата повітря, що надходить за годину до опалювального приміщення, $\text{м}^3/\text{год}$, яка визначається залежно від організації повітрообміну в приміщенні.

При організованій подачі в опалюване приміщення повітря вентиляційною системою

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{V,i} + V_{\text{mech,inf},i}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де: $V_{\text{inf},i}$ – об'ємна швидкість надходження інфільтраційного повітря до опалювального приміщення, $\text{м}^3/\text{год}$; $V_{\text{su},i}$ – об'ємна швидкість надходження припливного вентиляційного повітря, $\text{м}^3/\text{год}$; $V_{\text{mech,inf},i}$ – додаткова витрата інфільтраційного повітря для компенсації надлишку витяжного вентиляційного потоку в опалювальному приміщенні, $\text{м}^3/\text{год}$; $f_{V,i}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення різниці розрахункових температур внутрішнього та зовнішнього повітря, яке попередньо було нагріте в припливній системі вентиляції або в сусідніх приміщеннях.

$$f_{V,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

де: $\theta_{\text{su},i}$ – температура припливного повітря від системи вентиляції до опалюваного приміщення, або від центральної системи повітряного

опалення, із сусідніх опалюваних чи неопалюваних приміщень, або від зовнішнього середовища, °С.

при відомих значеннях продуктивності припливної $V_{su,i}$ та витяжної $V_{ex,i}$ систем вентиляції в опалювальному приміщенні:

$$V_{mech,inf,i} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{inf,i}, \text{ м}^3/\text{ГОД};$$

Проектне теплове навантаження опалення будівлі визначають за формулою

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i}, \text{ Вт}$$

Кліматологічні дані для холодного періоду року

Таблиця 2.2

Місто	Середня температура за рік $t_{зовн.р}, \text{ }^\circ\text{C}$	Зона вологості	Температура найхолоднішої доби $t_{зовн.1}, \text{ }^\circ\text{C}$	Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зовн.5}, \text{ }^\circ\text{C}$	Опалювальний сезон		Кількість градусо-днів $S_{o,c}, \text{ гр.}^\circ\text{-дїб}$	Кліматична зона
					Середня температура $t_{o,c}, \text{ }^\circ\text{C}$	Тривалість $Z_{o,c}, \text{ дїб}$		
Київ	8	Н	-26	-22	-0,1	176	3538	I

Напрямок і швидкість руху в січні

Таблиця 2.3

	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність вітру, %	11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14,0	23,5	14,9
Швидкість вітру $V, \text{ м/с}$	3,2	2,0	1,7	2,0	2,7	3,0	3,0	2,9
Коефіцієнт β_v	0	0	0	0	0	0	0	0

Примітка: Таблиця складена на підставі ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".

Результати розрахунку тепловтрат

Розрахунок тепловтрат у приміщеннях житлового будинку виконуємо у табличному вигляді

Приміщення			Огородження					$(t_{вн} - t_{зовн.5})$ н, °С	$1 + \Sigma \beta$	Тепловтрати				
№ п/п	Наименовання та	A_n , м ²	Позначення	Орієнтація	Розміри, кількість (a•b)n, м		A , м ²			k , Вт/м ² •°С	Q_{oz}	Q_c	Q_n	Q_{gaz}
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14
101	Ж. К.	18,6	ЗС	Пн	4,7	3,6	16,8	0,34	43,0	1,10	272			
	22		ЗС	С	4,7	3,6	16,8	0,34	43,0	1,10	272			
			ДВ	С	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,10	132			
			ПЛ	-	4,3	4,3	18,6	0,35	25,8	1,00	170			
			БД	С	0,8	2,2	1,76	1,55	43,0	1,10	129			
											974	622	186	1410
201	Ж. К.	18,6	ЗС	Пн	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,10	243			
	22		ЗС	С	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,10	243			
			ДВ	С	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,10	132			
			БД	С	0,8	2,2	1,76	1,55	43,0	1,10	129			
												745	622	186
301	Ж. К.	18,6	ЗС	Пн	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,05	231			
	22		ЗС	С	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,05	231			
			ДВ	С	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,05	126			
			БД	С	0,8	2,2	1,76	1,55	43,0	1,05	123			
												711	622	186

401	Ж. К.	18,6	ЗС	<i>Пн</i>	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,00	220			
801	22		ЗС	<i>С</i>	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,00	220			
			ДВ	<i>С</i>	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,00	120			
			БД	<i>С</i>	0,8	2,2	1,76	1,55	43,0	1,00	117			
											677	622	186	1120
901	Ж. К.	18,6	ЗС	<i>Пн</i>	4,7	3,6	16,8	0,34	43,0	1,00	247			
	22		ЗС	<i>С</i>	4,7	3,6	16,8	0,34	43,0	1,00	247			
			ДВ	<i>С</i>	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,00	120			
			СТ	-	4,3	4,3	18,6	0,3	38,7	1,00	215			
			БД	<i>С</i>	0,8	2,2	1,76	1,55	43,0	1,00	117			
											945	622	186	1390
402	Ж.К.	9,9	ЗС	<i>С</i>	2,5	3,2	8,0	0,34	41,0	1,10	123			
802	20		ДВ	<i>С</i>	1,2	1,5	1,8	1,55	41,0	1,10	125			
											249	318	99	470
403	Кухня	7,3	ЗС	<i>С</i>	3,5	3,2	11,2	0,34	41,0	1,00	157			
803	20		ДВ	<i>С</i>	1,2	1,5	1,8	1,55	41,0	1,00	114			
											271	235	73	440

Іванів

404	Ж. К.	18,9	ЗС	С	3,7	3,2	11,8	0,34	43,0	1,00	173			
804	22		ЗС	ПД	6,2	3,2	19,8	0,34	43,0	1,00	291			
			БД	С	0,8	2,2	1,8	1,55	43,0	1,00	117			
			ДВ	С	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,00	120			
											701	633	189	1150
405	Ж. К.	18,9	ЗС	З	5,2	3,2	16,6	0,34	43,0	1,10	268			
805	22		ЗС	ПД	6,2	3,2	19,8	0,34	43,0	1,00	291			
			ДВ	ПД	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,00	120			
			БД	ПД	0,8	2,2	1,8	1,55	43,0	1,00	117			
											796	633	189	1240
406	Ж. К.	10,2	ЗС	З	2,5	3,2	8,0	0,34	41,0	1,10	123			
806	20		ДВ	З	1,2	1,5	1,8	1,55	41,0	1,10	125			
											249	326	102	480
407	Кухня	9,3	ЗС	З	3,5	3,2	11,2	0,34	41,0	1,10	173			
807	20		ДВ	З	1,2	1,5	1,8	1,55	41,0	1,10	125			
											298	298	93	510

408	Ж. К.	9,6	ЗС	З	3,5	3,2	11,2	0,34	41,0	1,10	173			
808	20		ДВ	З	1,2	1,5	1,8	1,55	41,0	1,10	125			
											298	309	96	520
409	Ж. К.	13,9	ЗС	З	3,7	3,2	11,8	0,34	43,0	1,10	191			
809	22		ЗС	ПН	4,7	3,2	15,0	0,34	43,0	1,00	220			
			ДВ	З	1,2	1,5	1,8	1,55	43,0	1,10	132			
			БД	З	0,8	2,2	1,8	1,55	43,0	1,10	129			
											671	465	139	1000
A1	С.К.	23,6	ЗС	С	4,0	3,2	####	0,34	37,0	1,00	1518			
	16		ДВ	С	1,2	1,5	14,4	1,55	37,0	1,00	823			
			ДД	С	1,2	2,2	2,6	1,89	37,0	1,00	184			
			ПІ	-	5,8	4,0	23,3	0,35	22,2	1,00	183			
			СТ	-	5,8	4,0	23,3	0,3	33,3	1,00	231			
											2940	###	-	6660
Загальна площа будинку, м² -					1749,1									

2.3. Підбір опалювальних приладів

В якості опалювальних приладів для приміщень торгівельно-офісного центру, були прийняті сталеві панельні радіатори, конвектори з примусовою вентиляцією, тепловентилятори.

Панельні радіатори PURMO Compact з профільованими нагрівальними панелями та конвекційними елементами. Забезпечені бічними накладками та верхньою накладкою типу «гриль». Чотири приєднувальних отвори з внутрішньої різьбленням G ½" роблять можливим бічне приєднання як праворуч, так і зліва.

Внутрішньогонідлогові конвектори з примусовою конвекцією POLVAX. Характеризуються високою теплопродуктивністю. Можливе регулювання частоти обертання вентилятора. Передбачена робота в режимі природної конвекції з вимкненим вентилятором. Використовуються як автономно, так і в комбінації з іншими джерелами тепла.

Фанкойли касетного типу MKD-(S) і MKA-(F), 4-х спрямовані, 4-х трубні, серії Compact. Застосовуються в центральних гідравлічних системах кондиціонування та опалення з роздільними джерелами теплоносія або неможливістю подачі одного виду теплоносія в мережу холодопостачання та мережу теплопостачання (варіанти: чиллер+котел, тепловий насос+центральне опалення тощо).

Тепловентилятор PROTON – використання тепловентилятора з електричним нагрівом надзвичайно ефективно за відсутності системи гарячого водопостачання. У цієї моделі використовується електричні ТЕНи, виготовлені з високолегованої неіржавіючої сталі, що забезпечує високу інтенсивність теплообміну і тривалу безперебійну роботу обладнання. Принцип дії тепловентилятора заснований на роботі осьового вентилятора, який нагріває повітря і пропускає його через електричні ТЕНи. Нагріте таким чином повітря подається в приміщення і прямує в робочу зону за

допомогою направляючих жалюзі.

Повітряно-теплова завіса Wings E200 EC електрична - по праву може вважатися вдосконаленою моделлю, яка увібрала в себе масу переваг. Даний агрегат вішається над дверним або віконним отвором, створюючи повітряний бар'єр, перешкоджаючи при цьому проникненню всередину приміщення холодного повітря, вогкості, бруду та інших негативних факторів, в той час, як двері або вікно знаходиться у відкритому стані. Ця функція необхідна для збереження тепла і загального кліматичного фону, коли, до того ж, йде економне споживання електроенергії основна опалювальна система, тому що відсоток тепловтрати значно знижується. Крім того, завіса корисна і в літній час. Вам просто необхідно вимкнути теплообмінник, щоб модель працювала вхолосту, а холодний повітряний потік не дасть потрапити в приміщення сухому вітрі, спеку, неприємних запахів, пилу і дрібних комах. Тим самим ви зможете отримати найбільш сприятливу атмосферу, що сприяє приємному проведенню часу.

Таблиця 2.4

Номер приміщення	Розрахункова потужність, Вт	Встановлена потужність, Вт	Тип, марка опалювального приладу	Кількість шт
102	4588 Вт	2379 Вт	KV.230,78(MINI)-2250	2 шт.
	4991 Вт	5740 Вт	MKD-500S	2 шт.
103	6400 Вт	2200 Вт	MKD-300S	3 шт.
106	1486 Вт	1495 Вт	Purmo C 33 800x450	1 шт.
109	2782 Вт	977 Вт	Purmo C 22 900x400	3 шт.
118	4347 Вт	5000 Вт	MKA-600F	1 шт.
119	1536 Вт	481 Вт	Purmo C 22 500x300	4 шт.

Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двоштубної поквартирної системи опалення

Номер розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки		Витрата води на ділянці	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питома динамічний тиск	Швидкість води на ділянці	Сума коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянці	Загальні втрати тиску
№ діл.	$Q_{дл}, \text{Вт}$	φ	$G, \text{кг/год}$	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$\lambda/d, \text{м}^{-1}$	$G/v, (\text{кг/год})/(\text{м}^3/\text{с})$	$A \cdot 10^{-4} \text{ Па}/(\text{кг/год})^2$	$V, \text{м/с}$	$\Sigma \xi$	$\xi_{пр}$	$S, \text{Па}/(\text{кг/год})^2$	$\Delta P_{дл}, \text{Па}$	$\Sigma \Delta P, \text{Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ГПП-1	73600	1,0000	3165	7,5	40	0,75	4670	0,0000225	0,678	1,2	6,825	0,000154	1538	1538
ГПП"-1"	73600	1,0000	3165	8,5	40	0,75	4670	0,0000225	0,678	1,2	7,575	0,000170	1707	3245
1-2	63870	0,8678	2746	3,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,588	1	3,4	0,000077	577	3822
1"-2"	63870	0,8678	2746	3,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,588	1	3,4	0,000077	577	4399
2-3	55660	0,7563	2393	3,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,513	1	3,4	0,000077	438	4837
2"-3"	55660	0,7563	2393	3,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,513	1	3,4	0,000077	438	5276
3-4	47700	0,6481	2051	3,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,439	1	3,4	0,000077	322	5597
3"-4"	47700	0,6481	2051	3,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,439	1	3,4	0,000077	322	5919
4-5	40020	0,5438	1721	4,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,368	2,2	5,35	0,000120	356	6276
4"-5"	40020	0,5438	1721	4,20	40	0,75	4670	0,0000225	0,368	2,2	5,35	0,000120	356	6632
5-6	32340	0,4394	1391	3,20	25	1,3	2040	0,0001180	0,682	1,5	5,66	0,000668	1292	7924
5"-6"	32340	0,4394	1391	3,20	25	1,3	2040	0,0001180	0,682	1,5	5,66	0,000668	1292	9215
6-7	24660	0,3351	1060	3,20	25	1,3	2040	0,0001180	0,520	1	5,16	0,000609	685	9900
6"-7"	24660	0,3351	1060	3,20	25	1,3	2040	0,0001180	0,520	1	5,16	0,000609	685	10585
7-8	16980	0,2307	730	3,20	20	1,79	1250	0,0003150	0,584	1,5	7,228	0,002277	1214	11798
7"-8"	16980	0,2307	730	3,20	20	1,79	1250	0,0003150	0,584	1,5	7,228	0,002277	1214	13012
8-9	9300	0,1264	400	3,20	15	2,69	685	0,0010500	0,584	1,5	10,108	0,010613	1697	14710
8"-9"	9300	0,1264	400	3,20	15	2,69	685	0,0010500	0,584	1,5	10,108	0,010613	1697	16407
$Q_{\varphi} =$	9570 Вт													
$N =$	-2,82 %													

ІВАНІВ

ІВАНІВ А.О.

РОЗДІЛ 3

***РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ***

3.1. Теплонадходження в приміщення

У розрахунковому приміщенні можливі наступні види теплонадходжень.

3.1.1. Теплонадходження від людей

Теплонадходження від людей					
Питому кількість теплоти і вологи визначаємо за таблицею 4.1 [3]:					
$t_{wz} =$	26,7	°C			
$q_{л.п}^{mn} =$	145	Вт	$Q_{л.п}^{mn} =$	94250	Вт (145*650)
$q_{л.я}^{mn} =$	60	Вт	$Q_{л.я}^{mn} =$	39000	Вт (60*650)
$m_{вл} =$	120	г/год	$M_{вл} =$	78000	г/год (120*650)
$M =$	60	г/год	$M_{CO_2} =$	39000	г/год (60*650)

3.1.2. Теплонадходження від джерел штучного освітлення

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \text{ Вт};$$

E – освітленість; (для кухні, обідніх залів: $E=200$ лк; торговельних залів магазинів: $E=400$ лк;)

F – площа підлоги приміщення, м²;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення, Вт/м²;

$q_{осв} = 0,1 \text{ Вт/м}^2$ – для люмінесцентних ламп;

$\eta_{осв}$ – доля теплоти, яка потрапляє в приміщення,

$\eta_{осв} = 0,55$ – для люмінесцентних ламп;

Теплонадходження від штучного освітлення

В якості освітлювальних приладів приймаємо люмінесцентні лампи, теплонадходження яких обчислюємо за формулою:

$$Q_{осв} = F \cdot N_{ос} \eta_{ос} \quad (3.9)$$

F - площа підлоги

$N_{ос}$ - питома потужність (13 Вт/м²)

$\eta_{ос} = 0,55$

$$Q_{осв} = 3542 \text{ Вт} \quad (495,45 \cdot 13 \cdot 0,55)$$

3.1.3. Теплонадходження від сонячної радіації :

Кількість теплоти, Вт, що потрапляє в приміщення кожен годину розрахункової доби:

$$Q_{ок}^{cp} = (q_{ок}^{cp} + A_{q_{ок}}) \cdot F_{ок}$$

Середньодобова кількість теплоти, що поступає в приміщення через зовнішні стіни, Вт/м²:

$$q_{ок}^{cp} = K_{ок} \cdot [(t_3^p + \rho_{ок} \cdot q_{cp}^B / \alpha_3^B) - t_B^{ок}]$$

через покриття:

$$q_{ок}^{cp} = K_{ок} \cdot [(t_3^p + \rho_{ок} \cdot q_{cp}^r / \alpha_3^r) - t_B^{ок}]$$

Теплонадходження від сонячної радіації

Теплонадходження від сонячної радіації визначається як сума надходження сонячної радіації через вікна та через перекриття:

$$Q_{\Sigma}^{c.p} = Q_{вік} + Q_{пер} \quad (3.6)$$

$$Q_{вік} = q_{вік}^{c.p} A_{вік} \quad (3.7)$$

$$Q_{пер} = q_{пер}^{c.p} A_{пер} \quad (3.8)$$

$$q_{вік}^{c.p} = 160 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_{пер}^{c.p} = 17 \text{ Вт/м}^2$$

$$Q_{вік} = 5760 \text{ Вт} \quad (160 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 3)$$

$$Q_{пер} = 8423 \text{ Вт} \quad (17 \cdot 495,45)$$

$$Q_{\Sigma}^{c.p} = 14183 \text{ Вт} \quad (5760 + 8423)$$

$K_{отв}$ - коефіцієнт відносно проникнення сон. радіації через світлові прорізи, в якому застосування відрізняються від одинарного ;

$q_{п}^B$ - кількість теплоти прямої сонячної радіації , що поступає через 1 год. світлової прорізі);

$q_{р}^B$ - кількість теплоти розсіяної сонячної радіації , що поступає через 1 год. світлової прорізі);

$\beta_{сз}$ - коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв (0,7);

$K_{інс.в}$ - коефіцієнт інсаляції (1);

$K_{обл}$ - коефіцієнт опромінення (1)

$K_{ок} = \frac{1}{R}$ - коефіцієнт теплопередачі огорожувальної конструкції;

t_3^p - температура найжаркішої доби забезпеченістю 0,95;

$\rho_{ок}$ - коефіцієнт теплопоглинання зовнішньої поверхні;

$t_v^{ок}$ - температура повітря біля огороження

$q_{ср}$ - середньодобова кількість теплоти через огорожувальну конструкцію, Вт/м² (табл. 2.12,11):

Теплонадходження від сонячної радіації через світлопрозорі конструкції:

$$Q_{\text{вікна}} = (q_{\text{ок.р}} + q_{\text{ок.т}}) \cdot F_{\text{ок}} ; \text{Вт}$$

$$q_{\text{ок.р}} = K_{\text{отв}} \cdot \beta_{\text{сз}} [(q_{\text{п}}^{\text{в}} \cdot K_{\text{інс.в}} + q_{\text{р}}^{\text{в}} \cdot K_{\text{обл}})]$$

$K_{\text{отв}}$ - коефіцієнт відносно проникнення сон. радіації через світлові прорізи, в якому застосування відрізняються від одинарного;

$q_{\text{п}}^{\text{в}}$ - кількість теплоти прямої сонячної радіації, що поступає через 1 год. світлової прорізи[4, додаток 17, ст. 307];

$q_{\text{р}}^{\text{в}}$ - кількість теплоти розсіяної сонячної радіації, що поступає через 1 год. світлової прорізи[4, додаток 17, ст. 307];

$\beta_{\text{сз}}$ -коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв 0,7;

$K_{\text{інс.в}}$ - коефіцієнт інсаляції 1;

$K_{\text{обл}}$ - коефіцієнт опромінення 1;

$$q_{\text{ок.т}} = \frac{t_{\text{з.ум}} - t_{\text{в}}}{R_{\text{ок}}};$$

$t_{\text{з.ум}}$ - умовна температура зовнішнього повітря;

$t_{\text{в}}$ - внутрішня температура в приміщенні;

$R_{\text{ок}}$ - опір теплопередачі світлової прорізи вікна 0,7;

$$t_{\text{з.ум}} = t_3^{\text{р}} + 0,5 \cdot A_{\text{тн}} \cdot \beta_2 + ((J_{\text{п}}^{\text{в}} \cdot K_{\text{інс}}^{\text{в}} + J_{\text{р}}^{\text{в}} \cdot K_{\text{обл}}) \cdot \rho_{\text{ок}} \cdot \frac{\beta_{\text{езу}}}{\alpha_3})$$

$t_3^{\text{р}}$ - зовнішня розрахункова температура;

$A_{\text{тн}}$ -добова амплітуда температури;

β_2 - коефіцієнт, що враховує гармонічні коливання температур зовнішнього повітря при $\epsilon=0$;

$J_{\text{п}}, J_{\text{р}}$ – кількість прямої та розсіяної теплоти від сонячної радіації, яка поступає кожну годину на вертикальну поверхню;

$\rho_{\text{ок}}$ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації із заповненням світлової прорізи (скло=0,25);

3.2. Тепловий баланс

Складання теплового балансу в приміщенні

Різниця теплонадходжень та тепловтрат визначається теплонадлишками в приміщенні, які повинні бути компенсовані вентиляційним повітрям.

Відповідно визначаються теплонадлишки повні та явні для теплового та холодного періодів року.

Знайдені величини приводяться в таблиці 4.1

6,5

Таблиця 4.1

Розрахунок теплонадлишків та теплонестач

Приміщення	Об'єм, м ³	Період року	Розрахункова температура		Тепловтрати $\Sigma Q_{\text{втр}}, \text{Вт}$	Теплонадходження $\Sigma Q_{\text{надх}}, \text{Вт}$		Теплонадлишки та теплонестачі $\Delta Q, \text{Вт}$		Теплонапруження, Вт/м^3
			t_3	t_6		явні	повні	явні	повні	
Глядацька зала	2229,5	Теплий	23,7	26,7	-	53183	108433	53183	108433	23,85
		Холодний	-22	20	36507	112632	145132	76125	108625	34,14
		Перехідний	8	20	12735	81140	113640	68405	100905	30,68

Надходження шкідливостей в приміщення

3.3.1. Надходження вологи в приміщення від людей

Кількість вологи що надходить від людей, залежить від складності роботи та температури оточуючого повітря, визначається за формулою:

$$W_{\text{вол}} = \Sigma \omega_{\text{л.і}} \cdot n_i$$

де n_i - кількість людей;

$\omega_{\text{л.і}}$ - питома кількість вологи від однієї людини [4], табл.4.1;

для теплового періоду року:

Таблиця 3.26

<u>Торгівельна зала:</u>	$W^{\text{тп}} =$	2730	$w =$	91	$n =$	30
<u>Зала ресторану:</u>	$W^{\text{тп}} =$	4950	$w =$	99	$n =$	50
<u>Кухня:</u>	$W^{\text{тп}} =$	3664	$w =$	229	$n =$	16

для холодного періоду року:

Таблиця 3.27

<u>Торгівельна зала:</u>	$W^{\text{хп}} =$	2010	$w =$	67
<u>Зала ресторану:</u>	$W^{\text{хп}} =$	4550	$w =$	91
<u>Кухня:</u>	$W^{\text{хп}} =$	3488	$w =$	218

3.3. Розрахунок повітрообміну

3.6.1. Підбір решіток ресторану

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

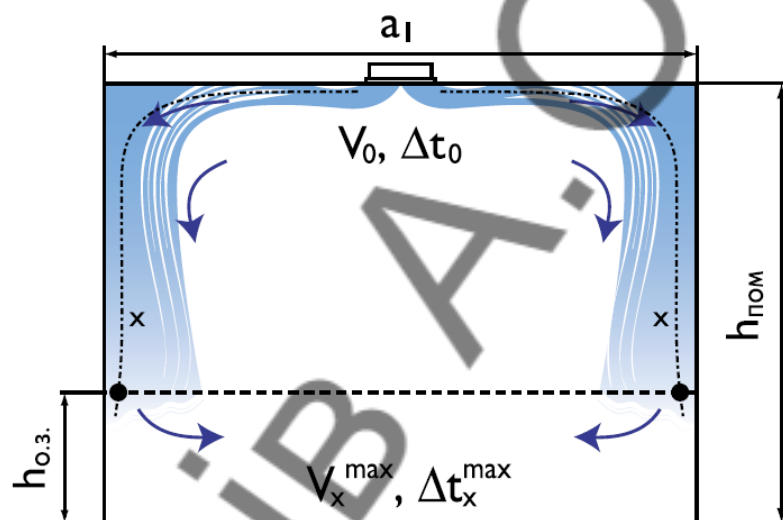
Витрата повітря: $L = 5191 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа основної зали: $F = 108,2 \text{ м}^2$

Висота приміщення: $H = 5,05 \text{ м}$

Висота робочої зони: $h_{wz} = 1,5 \text{ м}$

1. Задаємося наступною схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною **8**

3. Кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = L/z = 5191/8 = 649 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

4. Обираємо повітророзподільник на стелю типу ВПТ160 «Арктос», що створює віялову струмину, що настилається на стелю з такими характеристиками:

Характеристика повітророзподільника

Таблиця 3.38

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
250	0,147	0,9	0,8	649	2,4

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника:

$$V_0 = L_1/3600 * F = 649/3600 * 0,147 = 1,2 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_0 = -t_{in} + t_{wz} = 24 - 20 = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем:

- Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями приміщення

$\frac{h_{ном} - h_{о.з.}}{\sqrt{a_1 b_1}}$	0,1	0,4	0,8	1,2	1,5	2,0
K_c	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6

$$h_{пр} - h_{wz} = 5,05 - 1,5 = 3,55 \text{ м}$$

$$\frac{h_{пр} - h_{wz}}{\sqrt{ab}} = \frac{3,55}{4,65} = 0,76 \Rightarrow$$

$$K_c = 0,5$$

- K_H - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків

Довжина струмини:

$$A_{R_0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 * \sqrt{F_0}}{V_0^2 * T_{wz}} = 11,1 \frac{4 * \sqrt{0,147}}{1,2^2 * 297} = 0,039$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 24 = 297 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$x = 0,5 * \sqrt{ab} + h_{пр} - h_{wz} = 0,5 * \sqrt{5,4 * 4} + 5,05 - 1,5 = 5,87 \text{ м}$$

$$A_{R_x} = \frac{n}{m^2} * A_{R_0} * \left(\frac{x}{1,13 * \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{0,8}{0,9^2} * 0,039 * \left(\frac{5,87}{1,13 * \sqrt{0,147}} \right)^2 = 7,07$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 * A_{R_x}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 * 7,07} = 2,16$$

K_B - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{F} \cdot K_C \cdot K_H \cdot K_B}{x}$$

$$V_{\max} = \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,147}}{5,87} \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 2,64 = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}} < V_{\text{доп}}$$

$$\Delta t_{x \max} = \Delta t_0 \cdot \frac{V_x \cdot n}{V_0 \cdot m}$$

$$\Delta t_{x \max} = 4 \cdot \frac{0,1 \cdot 0,8}{1,2 \cdot 0,9} = 0,29^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{доп}} = 1^\circ\text{C}$$

3.6.2. Підбір решіток торгівельного залу

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

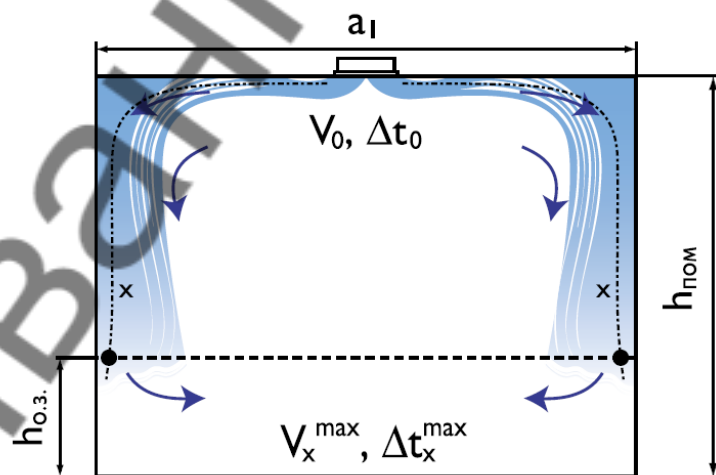
Витрата повітря: $L = 5742 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа основної зали: $F = 191,9 \text{ м}^2$

Висота приміщення: $H = 5,05 \text{ м}$

Висота робочої зони: $h_{\text{wz}} = 2 \text{ м}$

1. Задаємося наступною схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною **12**

3. Кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = L/z = 5742/12 = 479 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

4. Обираємо повіторозподільник на стелю типу ВПТ160 «Арктос», що створює віялову струмину, що настилається на стелю з такими характеристиками:

Характеристика повіторозподільника

Таблиця 3.39

Діаметр приєднання D_0 мм	Площа живого перерізу F_0 m^2	Коефіцієнт затухання швидкості m	Коефіцієнт затухання температури n	Витрата L $m^3/год$	КМО
250	0,147	1,2	1	479	2,4

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повіторозподільника:

$$V_0 = L_1/3600 * F = 479/3600 * 0,147 = 0,9 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_0 = -t_{in} + t_{wz} = 24 - 19 = 5 \text{ } ^\circ C$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем:

- Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями приміщення

$\frac{h_{пом} - h_{в.з.}}{\sqrt{a_1 \cdot b_1}}$	0,1	0,4	0,8	1,2	1,5	2,0
K_c	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6

$$h_{пр} - h_{wz} = 5,05 - 2 = 3,05 \text{ м}$$

$$\sqrt{ab} = \sqrt{4 \cdot 4,5} = 4,24$$

$a \cdot b$ – площа що припадає на один ПР

$$\frac{h_{пр} - h_{wz}}{\sqrt{ab}} = \frac{3,05}{4,24} = 0,71 \Rightarrow$$

$$K_c = 0,54$$

- K_H - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків

Довжина струмни:

$$A_{R_0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{V_0^2 \cdot T_{wz}} = 11,1 \frac{5 \cdot \sqrt{0,147}}{0,9^2 \cdot 292} = 0,089$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 19 = 292 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{ab} + h_{\text{пр}} - h_{wz} = 0,5 \cdot \sqrt{4 \cdot 4,5} + 5,05 - 2 = 5,1 \text{ м}$$

$$A_{R_x} = \frac{n}{m^2} \cdot A_{R_0} \cdot \left(\frac{x}{1,13 \cdot \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{1}{1,2^2} \cdot 0,089 \cdot \left(\frac{5,1}{1,13 \cdot \sqrt{0,147}} \right)^2 = 1,81$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot A_{R_x}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot 1,81} = 1,5$$

K_B - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$V_{x \text{ max}} = V_0 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{F} \cdot K_C \cdot K_H \cdot K_B}{x}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,147}}{5,1} \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1,5 = 0,06 \frac{\text{м}}{\text{с}} < V_{\text{доп}}$$

$$\Delta t_{x \text{ max}} = \Delta t_0 \cdot \frac{V_x \cdot n}{V_0 \cdot m}$$

$$\Delta t_{x \text{ max}} = 5 \cdot \frac{0,06 \cdot 1}{0,9 \cdot 1,2} = 0,27^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{доп}} = 1^\circ\text{C}$$

3.6.3. Підбір решіток кухні

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

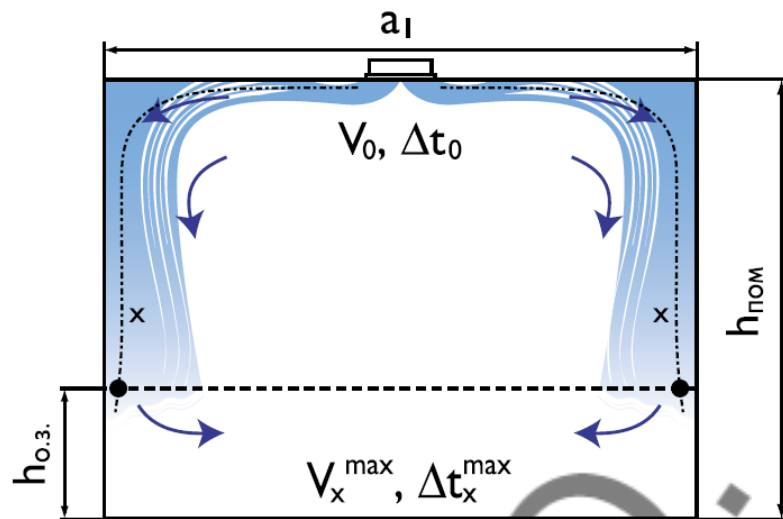
Витрата повітря: $L = 6311 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа основної зали: $F = 113 \text{ м}^2$

Висота приміщення: $H = 5,05 \text{ м}$

Висота робочої зони: $h_{wz} = 2 \text{ м}$

1. Задаємося наступною схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною **14**

3. Кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = L/z = 6311/14 = 450 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

4. Обираємо повітророзподільник на стелю типу ВПТ-160 «Арктос», що створює віялову струмину, що настилається на стелю з такими характеристиками:

Таблиця 3.40

Характеристика повітророзподільника

Діаметр приєднання D_0 мм	Площа живого перерізу F_0 м^2	Коефіцієнт затування швидкості m	Коефіцієнт затування температури n	Витрата L $\text{м}^3\text{/год}$	КМО
250	0,147	1,2	1	450	2,4

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника:

$$V_0 = L_1/3600 * F = 450/3600 * 0,147 = 0,9 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_0 = -t_{in} + t_{wz} = 21,7 - 20 = 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем:

- Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями приміщення

$\frac{h_{пем} - h_{о.з.}}{\sqrt{a_1 b_1}}$	0,1	0,4	0,8	1,2	1,5	2,0
K_c	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6

$$h_{пр} - h_{wz} = 5,05 - 2 = 3,05 \text{ м}$$

$$\sqrt{ab} = \sqrt{5 \cdot 3,5} = 4,18$$

$a \cdot b$ – площа що припадає на один ПР

$$\frac{h_{пр} - h_{wz}}{\sqrt{ab}} = \frac{3,05}{4,18} = 0,73 \Rightarrow$$

$$K_c = 0,52$$

- K_H - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків

Довжина струмини:

$$A_{R_0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 * \sqrt{F_0}}{V_0^2 * T_{wz}} = 11,1 \frac{1,7 * \sqrt{0,147}}{0,9^2 * 294,7} = 0,003$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 21,7 = 294,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{ab} + h_{пр} - h_{wz} = 0,5 \cdot \sqrt{5 \cdot 3,5} + 5,05 - 2 = 5,1 \text{ м}$$

$$A_{R_x} = \frac{n}{m^2} * A_{R_0} * \left(\frac{x}{1,13 * \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{1}{1,2^2} * 0,003 * \left(\frac{5,1}{1,13 * \sqrt{0,147}} \right)^2 = 0,28$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 * A_{R_x}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 * 0,28} = 1,11$$

K_B - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{F} \cdot K_C \cdot K_H \cdot K_B}{x}$$

$$V_{\max} = \frac{0,9 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{0,147}}{5,1} \cdot 1 \cdot 0,52 \cdot 1,11 = 0,05 \frac{\text{м}}{\text{с}} < V_{\text{доп}}$$

$$\Delta t_{x \max} = \Delta t_0 \cdot \frac{V_x \cdot n}{V_0 \cdot m}$$

$$\Delta t_{x \max} = 1,7 \cdot \frac{0,05 \cdot 1}{0,9 \cdot 1,2} = 0,08 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{доп}} = 1^\circ\text{C}$$

3.4. Повітряний баланс в приміщенні

Значення повітрообміні в кожному приміщенні заносимо до таблиці.

$$L = K_p \cdot V \text{ (повітрообмін за кратністю)}$$

$$L = n \cdot L \text{ (повітрообмін за обладнанням)}$$

K_p – кратність повітрообміну в годину.

Таблиця 3.41

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення Vм ³ /год	Приплив		Витяжка	
			к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год
101	Торг.зала	969	за розр.	5742	за розр.	5742
102	Зала ресторану	546	за розр.	5191	за розр.	3279
103	Кухня	571	за розр.	6311	за розр.	1151
104	Коридор	43	-	43	-	43
105	Коридор	29	-	29	-	29
106	Кухня	107	5	535	1	107
107	Кухня	41	1	41	1	41
108	Кухня	81	3	243	1	81
109	Кухня	154	2	308	1	154
110	Кухня	61	1	61	1	61
111	Кухня	58	1	58	1	58
112	Електрощитова	16	-	-	-	100
113	Кімната персоналу	39	1	39	1	39
114	Душова персоналу	8	-	-	1	8
115	Санвузол	11	-	-	-	100
116	Санвузол	40	-	-	-	100
117	С/в для людей із обм. можливостями	20	-	-	-	100
118	Складське приміщення	230	-	-	1	230
119	Офісне приміщення	288	4	1152	5	1440
120	Санвузол	14	-	-	-	100

Σ 2509 Σ 2791

3.5. Аеродинамічний розрахунок

Для вентиляції житлових і громадських будівель приймаються повітропроводи із різних матеріалів, основною із яких являється тонкостінна сталь, азбестоцементні плити і цегла. Металеві повітропроводи, як правило, виконуються із уніфікованих деталей. Не уніфіковані повітропроводи допускається приймати у виняткових випадках: у обмежених умовах, з конструктивних або архітектурних міркувань.

Втрати тиску на подолання опору тертя

Одним з основних питань при аеродинамічних розрахунках систем вентиляції є визначення втрат тиску. Однією із складових втрат тиску є втрати тиску на подолання опору тертя стінок повітропроводу. Втрати тиску визначаються за формулою Дарсі-Вейсбаха, Па:

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (3.1)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя;

d – внутрішній діаметр розрахункової ділянки, м;

l – довжина розрахункової ділянки, м;

Для прямокутних повітропроводів у розрахунках приймають еквівалентний діаметр, що визначається за формулою.

$$d_e = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)} \quad (3.2)$$

a і b – сторони прямокутного повітропроводу, м

Коефіцієнт гідравлічного тертя при числі Рейнольдса $Re > 2300$ визначається за формулою Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_e}{d_e} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25}, \quad (3.3)$$

де k_e – еквівалентна шорсткість стінок повітропроводу, м;

d_e – еквівалентний діаметр повітропроводу (діаметр), м;

Re – число Рейнольдса

$$Re = \frac{v \cdot d_e}{\nu}, \quad (3.4)$$

де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, приймається $1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

d_e – еквівалентний діаметр повітропроводу (діаметр), м;

v – дійсна швидкість повітря в повітропроводі м/с

Швидкість руху повітря в повітропроводі визначається за формулою

$$v = \frac{L}{3600 \cdot f_d}, \quad (3.5)$$

де L – витрата повітря на ділянці повітропроводу, м³/год;

f_d – дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу, м;

Втрати тиску на тертя визначається за формулою

$$P_T = \left(\frac{\lambda}{d_e}\right) \cdot l \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_d, \quad (3.6)$$

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.

Абсолютна шорсткість K стінок повітропроводів із різних матеріалів відповідає усередненій висоті виступів шорсткості в мм.

Втрати тиску на подолання місцевих опорів

Структура вентиляційних систем, крім прямих ділянок повітропроводів, передбачає встановлення фасонних деталей, регулюючих пристроїв, а також інших конструктивних елементів системи, які є певними штучними перешкодами на шляху руху повітря. На кожній такій перешкоді відбувається падіння тиску в потоці повітря яке рухається в системі. Це відбувається за рахунок перебудови полів швидкостей повітря в повітропроводі, а також виникнення вітрових зон біля стінок, що в цю чергу супроводжується втратами енергії потоку. Прийнято вважати, що втрати тиску на подолання місцевих опорів є зосередженими. Керуючись даними положенням, втрати тиску на подолання місцевих опорів вентиляційних систем визначаються за формулою

$$\Delta P_z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot k_2 = \sum \xi \cdot P_d \cdot k_2 \quad (3.7)$$

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

Необхідно зазначити, що при аеродинамічних розрахунках ділянок, які мають спільний місцевий опір наприклад (трійник, хрестовину тощо), коефіцієнт місцевого опору відноситься до ділянки з меншою витратою.

Загальні втрати тиску на ділянці вентиляційної системи

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.

$$\Delta P_{\text{діл}} = \Delta P_T + \Delta P_z \quad (3.8)$$

або

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (3.9)$$

Загальні втрати тиску у вентиляційній системі в цілому визначаються як сума загальних втрат тиску в розрахункових ділянках, які відносяться до головної магістралі вентиляційної системи.

Головна магістраль вентиляційної системи – це найбільш віддалена від

вентилятора і найбільш навантажена по повітропродуктивності її частина.

Розрахункова ділянка вентиляційної системи – це частина повітропроводу з постійною витратою повітря і постійним однотипним поперечним перерізом.

Ув'язування відгалуження системи. Розрахунок відгалуження системи виконують в аналогічній послідовності, як і ділянок магістрального напрямку з визначенням $\Delta P_{\text{від}}$. 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.

$$H = \frac{\Delta P_{\text{діл}} - \Delta P_{\text{від}}}{\Delta P_{\text{діл}}} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

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 невиконанні даної умови ув'язування різниці тисків виконується шляхом зміни розміру поперечного перерізу повітропроводу відгалуження з наступним перерахуванням втрат тиску у відгалуженні з метою задоволення умови $H \leq 10\%$. 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

$$\xi_{\text{дф}} = \frac{1,67 \cdot (\Delta P_{\text{діл}} - \Delta P_{\text{від}})}{v_{\text{від}}^2}, \quad (3.11)$$

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 $\xi_{\text{дф}}$.

Аеродинамічний розрахунок повітропроводів системи вентиляції зводиться в таблицю.

Іванів А.О.

Аеродинамічний розрахунок П1-В1

Аеродинаміка (П1-В1)																			
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $V_{дл}$, м ³ /год	Довжина ділянки $L_{дл}$, м	Розміри поперечного перерізу повітропроводу ВхН для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм	Еквівалентний діаметр ϕ , мм	Діюча площа поперечного перерізу повітропроводу f_d , м ²	Діюча швидкість в перерізі v_d , м/с	Число Рейнольдса $Re=(v_d \cdot \phi)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_e/d_e) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості $\beta_{ш}$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_d	Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda \cdot L_{дл} / d_e) \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_d$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{дл}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma \xi_{дл} \cdot P_d \cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{дл} = P_m + P_z$, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросельклавана $\xi_{фк}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Магістраль приплив</i>																			
1-2	500	8,8	-	250	0,049	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	3,86	1,03	1	84,95	88,81	88,81		
2-3	1000	2,5	-	355	0,099	2,81	66452	0,021	1	1	4,73	0,70	0,38	1	1,80	2,49	91,30		
3-4	1500	2,7	-	355	0,099	4,21	99678	0,019	1	1	10,64	1,57	0,38	1	4,04	5,61	96,92		
4-5	2000	2,1	-	450	0,159	3,49	104847	0,019	1	1	7,33	0,65	0,38	1	2,78	3,43	100,35		
5-6	2500	2,7	-	450	0,159	4,37	131058	0,018	1	1	11,45	1,25	0,14	1	1,60	2,85	103,20		
6-7	3000	10,9	-	500	0,196	4,25	141543	0,018	1	1	10,82	4,19	0,14	1	1,51	5,70	108,90		
7-8	4200	1,3	-	500	0,196	5,94	198160	0,017	1	1	21,20	0,93	0,15	1	3,18	4,11	113,01		
8-9	4400	7,4	-	500	0,196	6,23	207596	0,017	1	1	23,27	5,74	0,53	1	12,33	18,08	131,08		
<i>Відгалудження</i>																			
2-10	500	5,5	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	2,41	0,24	1	78,15	80,56	80,56	9,28	1,72
3-11	500	6,7	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	2,94	0,38	1	78,83	81,76	81,76	10,45	1,99
4-12	500	6,7	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	2,94	0,38	1	78,83	81,76	81,76	15,64	3,16
5-13	500	8,3	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	3,64	0,38	1	78,83	82,46	82,46	17,82	3,73
6-14	500	8,3	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	3,64	0,38	1	78,83	82,46	82,46	20,09	4,32
15-16	300	5,5	-	250	0,0491	1,70	28308,6	0,025	1	1	1,73	0,96	0,2	1	77,35	78,31	78,31	28,09	17,71
16-17	600	3,2	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	1,95	0,24	1	78,66	80,61	80,61	28,67	4,69
17-18	900	3,2	-	355	0,0989	2,53	59806,8	0,021	1	1	3,83	0,74	0,24	1	77,92	78,66	78,66	2,37	13,71
18-7	1200	16,9	-	355	0,0989	3,37	79742,4	0,020	1	1	6,81	6,55	0,3	1	79,04	85,59	85,59	-8,81	-12,59
16-19	300	2,4	-	150	0,0177	4,72	47180,9	0,024	1	1	13,36	5,04	0,24	1	80,21	85,24	85,24	-5,81	-0,35
17-20	300	2,4	-	250	0,0491	1,70	28308,6	0,025	1	1	1,73	0,42	0,24	1	77,42	77,84	77,84	4,80	2,27
18-21	300	2,4	-	250	0,0491	1,70	28308,6	0,025	1	1	1,73	0,42	0,24	1	77,42	77,84	77,84	4,80	2,27
8-22	200	4,1	-	125	0,0123	4,53	37744,8	0,025	1	1	12,31	10,03	0,38	1	81,68	91,71	91,71	-11,21	-0,75

Магістраль витяжка																			
1-2	300	5,0	-	250	0,0491	1,70	28308,6	0,025	1	1	1,73	0,88	1,5	1	79,60	80,47	80,47		
2-3	600	3,1	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	1,89	0,68	1	4,71	6,60	87,07		
3-4	900	2,7	-	355	0,0989	2,53	59806,8	0,021	1	1	3,83	0,62	0,55	1	2,11	2,73	89,80		
4-5	1200	21,4	-	355	0,0989	3,37	79742,4	0,020	1	1	6,81	8,29	0,5	1	3,41	11,70	101,49		
5-6	1400	2,2	-	355	0,0989	3,93	93032,8	0,020	1	1	9,27	1,13	0,3	1	2,78	3,91	105,40		
6-7	4400	7,2	-	500	0,1963	6,23	207596	0,017	1	1	23,27	5,59	0,27	1	6,28	11,87	117,27		
Відгалудження																			
12-13	500	5,2	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	2,28	0,24	1	78,15	80,43	80,43	0,05	2,35
13-14	1000	2,4	-	355	0,0989	2,81	66452	0,021	1	1	4,73	0,67	0,38	1	78,80	79,47	79,47	1,20	0,20
14-15	1500	2,6	-	355	0,0989	4,21	99678	0,019	1	1	10,64	1,51	0,38	1	81,04	82,56	82,56	-2,59	-0,20
15-16	2000	2,4	-	450	0,1590	3,49	104847	0,019	1	1	7,33	0,74	0,14	1	78,03	78,76	78,76	9,54	1,14
16-17	2500	2,4	-	450	0,1590	4,37	131058	0,018	1	1	11,45	1,11	0,38	1	81,35	82,46	82,46	8,17	0,64
17-6	3000	8,7	-	450	0,1590	5,24	157270	0,018	1	1	16,49	5,61	0,2	1	80,30	85,91	85,91	15,36	0,95
13-18	500	2,7	-	500	0,1963	0,71	23590,5	0,026	1	1	0,30	0,04	0,5	1	77,15	77,19	77,19	3,07	10,80
14-19	500	2,7	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	1,18	0,24	1	78,15	79,34	79,34	0,93	7,91
15-20	500	0,9	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	0,39	0,3	1	78,44	78,84	78,84	0,63	0,33
16-21	500	0,9	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	0,39	0,24	1	78,15	78,55	78,55	2,34	0,39
17-22	500	0,9	-	250	0,0491	2,83	47180,9	0,023	1	1	4,81	0,39	0,24	1	78,15	78,55	78,55	1,15	0,19
5-11	200	5,7	-	125	0,0123	4,53	37744,8	0,025	1	1	12,31	13,94	0,24	1	79,95	93,90	93,90	-4,56	-0,92

Аеродинамічний розрахунок ПЗ

Аеродинаміка ПЗ																			
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянку $L_{дін}, \text{м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки $l_{дін}, \text{м}$	Розміри поперечного перерізу повітропроводу ВхН для прямокутного повітропроводу	Еквівалентний діаметр $\phi_e, \text{мм}$	Дісна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_a, \text{м}^2$	Дісна швидкість в перерізі v_d	Число Рейнольдса $Re=(v_d \rho) / \nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя	Коефіцієнт шорсткості β_w	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянку P_d	Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda / d_e) \cdot l \cdot \beta_w \cdot K_1 \cdot P_d$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянку $\Sigma \xi_{дін}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \xi_{дін} \cdot P_d$	Сумарні втрати тиску на ділянку $\Delta P_{дін} = P_m + P_z$	Сумарні втрати тиску на ділянку від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Магістраль приплив</i>																			
1-2	450	2,7	-	250	0,049	2,55	42462,8	0,023	1	1	3,89	0,98	1,03	1	84,01	84,99	84,99		
2-3	900	1,2	-	400	0,126	1,99	53078,6	0,022	1	1	2,38	0,16	0,38	1	0,90	1,06	86,05		
3-4	1350	1,2	-	400	0,126	2,99	79617,8	0,020	1	1	5,35	0,32	0,38	1	2,03	2,35	88,40		
4-5	1800	1,3	-	500	0,196	2,55	84925,7	0,020	1	1	3,89	0,20	0,38	1	1,48	1,68	90,08		
5-6	2250	2,7	-	500	0,196	3,18	106157	0,019	1	1	6,09	0,62	0,14	1	0,85	1,47	91,55		
6-7	2400	6,7	-	500	0,196	3,40	113234	0,019	1	1	6,92	1,72	0,14	1	0,97	2,69	94,23		
7-8	2650	11,3	-	500	0,196	3,75	125029	0,018	1	1	8,44	3,47	0,15	1	1,27	4,73	98,97		
8-9	2800	1,8	-	500	0,196	3,96	132107	0,018	1	1	9,42	0,61	0,53	1	4,99	5,61	99,84		
9-10	5800	2,4	-	500	0,196	8,21	273649	0,016	1	1	40,44	3,11	0,53	1	21,43	24,54	123,51		
<i>Відгалудження</i>																			
2-11	450	1,4	-	250	0,0491	2,55	42462,8	0,023	1	1	3,89	0,51	0,24	1	77,93	78,44	78,44	7,70	1,68
3-12	450	1,4	-	250	0,0491	2,55	42462,8	0,023	1	1	3,89	0,51	0,38	1	78,48	78,99	78,99	8,21	1,82
4-13	450	1,4	-	250	0,0491	2,55	42462,8	0,023	1	1	3,89	0,51	0,38	1	78,48	78,99	78,99	8,21	2,42
5-14	450	1,4	-	250	0,0491	2,55	42462,8	0,023	1	1	3,89	0,51	0,14	1	77,55	78,05	78,05	1,72	3,09
6-15	150	1,1	-	125	0,0123	3,40	28308,6	0,026	1	1	6,92	1,59	0,15	1	78,04	79,63	79,63	6,30	1,72
7-16	250	0,9	-	160	0,0201	3,46	36860,1	0,025	1	1	7,16	0,99	0,2	1	78,43	79,42	79,42	0,27	2,07
8-17	150	1,1	-	125	0,0123	3,40	28308,6	0,026	1	1	6,92	1,59	0,24	1	78,66	80,26	80,26	-1,05	2,71
23-22	600	1,4	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,85	0,24	1	78,66	79,51	79,51	-1,37	6,37
22-21	1200	1,6	-	250	0,0491	6,79	113234	0,020	1	1	27,70	3,47	0,3	1	85,31	88,78	88,78	1,06	1,26
21-20	1800	1,8	-	400	0,1256	3,98	106157	0,019	1	1	9,51	0,81	0,24	1	79,28	80,10	80,10	-2,11	-0,17
20-19	3000	1,8	-	400	0,1256	6,63	176929	0,017	1	1	26,41	2,07	0,24	1	83,34	85,41	85,41	3,79	-0,24
19-18	3000	0,9	-	500	0,1963	4,25	141543	0,018	1	1	10,82	0,35	0,24	1	79,60	79,94	79,94	0,39	-0,09
18-9	600	6,1	-	500	0,1963	0,85	28308,6	0,025	1	1	0,43	0,13	0,53	1	77,23	77,36	77,36	0,89	1,60
22-24	600	1,4	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,85	0,53	1	80,67	81,52	81,52	-5,38	-0,27
21-25	600	1,6	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,98	0,24	1	78,66	79,64	79,64	2,31	-0,03
20-26	600	1,6	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,98	0,24	1	78,66	79,64	79,64	0,77	0,09
19-27	600	1,4	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,85	0,24	1	78,66	79,51	79,51	0,15	0,02
18-28	600	1,6	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,98	0,38	1	79,63	80,61	80,61	1,12	1,18

Аеродинамічний розрахунок В9

Аеродинаміка В9																			
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{дін}, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки $l_{дін}, \text{ м}$	Розміри поперечного перерізу повітропроводу ВхН для прямокутного повітропроводу	Еквівалентний діаметр $d_e, \text{ мм}$	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_a, \text{ м}^2$	Дійсна швидкість в перерізі v_a	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя	Коефіцієнт шорсткості β_w	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_d	Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda/d_e) \cdot l \cdot \beta_w \cdot K_1 \cdot P_d$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{дін}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z =$	загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{дін} = P_m + P_z,$	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, P_a	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Магістраль витяжка</i>																			
1-2	250	4,2	-	160	0,0201	3,46	36860,1	0,025	1	1	7,16	4,61	1,5	1	87,75	92,36	92,36		
2-3	400	8,8	-	160	0,0201	5,53	58976,2	0,023	1	1	18,34	22,79	0,68	1	12,47	35,26	127,62		
3-4	1000	9,2	-	315	0,0779	3,57	74890,4	0,021	1	1	7,63	4,59	0,55	1	4,20	8,78	136,40		
4-5	2400	9,3	-	315	0,0779	8,56	179737	0,018	1	1	43,95	23,18	0,5	1	21,98	45,16	181,56		
<i>Відгалудження</i>																			
2-5	150	0,7	-	125	0,0123	3,40	28308,6	0,026	1	1	6,92	1,01	0,24	1	78,66	79,68	79,68	0,68	1,41
3-6	600	1,1	-	250	0,0491	3,40	56617,1	0,022	1	1	6,92	0,67	0,38	1	79,63	80,30	80,30	-0,78	-0,09
9-8	900	6,8	-	160	0,0201	12,44	132696	0,020	1	1	92,86	79,72	0,38	1	112,29	192,01	192,01	-5,28	-0,11
8-7	900	0,7	-	160	0,0201	12,44	132696	0,020	1	1	92,86	8,21	0,14	1	90,00	98,21	98,21	1,23	0,32
7-4	1400	1,3	-	160	0,0201	19,35	206417	0,019	1	1	224,69	35,30	0,38	1	162,38	197,68	197,68	-2,95	-0,27
8-10	200	0,9	-	125	0,0123	4,53	37744,8	0,025	1	1	12,31	2,20	0,2	1	79,46	81,66	81,66	16,85	8,13
7-11	300	6,3	-	160	0,0201	4,15	44232,1	0,024	1	1	10,32	9,64	0,5	1	82,16	91,80	91,80	1,19	0,62

Аеродинамічний розрахунок В4

Аеродинаміка В4																			
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{air}, \text{м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки $l_{dl}, \text{м}$	Розміри поперечного перерізу повітропроводу ВхН для прямокутного повітропроводу	Еквівалентний діаметр $d_e, \text{мм}$	Діюча площа поперечного перерізу повітропроводу $f_a, \text{м}^2$	Діюча швидкість в перерізі v_a	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя	Коефіцієнт шорсткості $\beta_{ш}$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_d	Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda/d_e) \cdot l \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_d$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{dl}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z =$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{dl} = P_{тер} + P_z,$ P_a	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Магістраль витяжка</i>																			
1-2	100	1,6	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	1,12	1,5	1	81,62	82,73	82,73		
2-3	400	1,0	-	200	0,0314	3,54	47180,9	0,023	1	1	7,51	0,88	0,68	1	5,11	5,98	88,72		
3-4	400	1,7	-	200	0,0314	3,54	47180,9	0,023	1	1	7,51	1,47	0,55	1	4,13	5,61	94,32		
4-5	400	0,3	-	200	0,0314	3,54	47180,9	0,023	1	1	7,51	0,26	0,5	1	3,76	4,02	92,73		
5-6	400	0,3	-	200	0,0314	3,54	47180,9	0,023	1	1	7,51	0,26	0,5	1	3,76	4,02	98,34		
6-7	600	7,6	-	200	0,0314	5,31	70771,4	0,022	1	1	16,90	13,81	0,5	1	8,45	22,27	116,59		
<i>Відгалудження</i>																			
8-2	100	1,9	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	1,33	0,24	1	77,74	79,06	79,06	4,43	1,41
10-9	100	0,7	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	0,49	0,38	1	78,17	78,66	78,66	0,51	0,13
9-3	100	1,7	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	1,19	0,38	1	78,17	79,36	79,36	4,08	1,10
11-9	100	0,8	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	0,56	0,14	1	77,43	77,99	77,99	1,23	3,49
12-4	100	0,7	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	0,49	0,38	1	78,17	78,66	78,66	0,88	5,10
13-5	100	2,7	-	125	0,0123	2,26	18872,4	0,028	1	1	3,08	1,88	0,2	1	77,62	79,50	79,50	3,91	1,05

3.6. Підбір обладнання систем вентиляції та кондиціонування

Підбір вентиляторів систем В4 і В9:

- ✓ Канальний відцентровий вентилятор серії ВЕНТС ВКС 200 для В4



Опис

Конструкція:

- Корпус вентилятора виготовлений з високоякісної та високоміцної АВС-пластмаси.
- Наявна герметична монтажна коробка.
- Для зручнішого підключення та використання вентилятор може бути обладнаний шнуром живлення з електричним роз'ємом ІЕС С14 (ВК...Р).

Двигун:

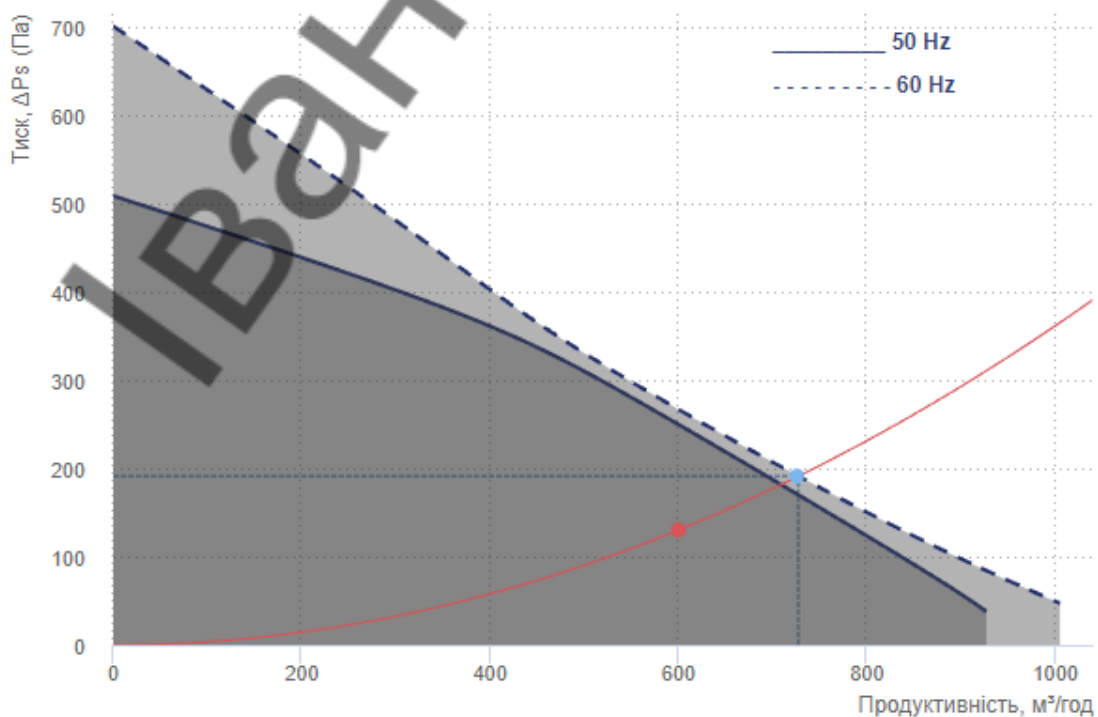
- Однофазний двигун із зовнішнім ротором обладнаний відцентровим робочим колесом із назад загнутими лопатками.
- Двигун має вбудований тепловий захист з автоматичним перезапуском.
- Для деяких типорозмірів доступний двигун з більш потужними характеристиками (**ВКС**).
- Двигуни обладнані підшипниками кочення для забезпечення більшого терміну експлуатації (40 000 годин).
- Для досягнення точних характеристик, безпечної роботи та низького рівня шуму, під час процесу складання кожна турбіна проходить динамічне балансування.

Застосування:

- Використовуються у припливно-витяжних системах вентиляції торговельних, офісних та інших приміщень.
- Випускаються в типорозмірах 100, 125, 150, 160, 200, 250, 315 мм.
- Для приміщень із підвищеними вимогами до рівня шуму пропонуються малошумні варіанти (ВК...Б).
- Завдяки корпусу з високоякісної пластмаси, яка, на відміну від металу, не піддається корозії, вони є найкращим варіантом для встановлення у витяжних системах вентиляції приміщень з підвищеною вологістю: санвузлів, кухонь та ін.

Технічні характеристики

	ВК 200		ВКС 200		ВК 250 Б		ВК 250		ВК 315		ВКС 315	
Напруга, В	1~230		1~230		1~230		1~230		1~230		1~230	
Частота, Гц	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
Споживана потужність, Вт	107	132	173	216	108	135	173	207	200	250	310	310
Струм, А	0,47	0,58	0,76	0,94	0,47	0,59	0,76	0,9	0,88	1,36	1,36	1,36
Максимальна витрата повітря, м³/год	780	890	930	1020	865	930	1080	1090	1340	1700	1700	1700
Частота обертання, хв ⁻¹	2660	2765	2125	2155	2560	2570	2090	2120	2655	2590	2590	2590
Рівень звукового тиску на відстані 3 м, дБА	46	46	48	49	47	48	49	50	48	57	57	57
Макс. температура транспортованого повітря, °С	-25...+55	-25...+50	-25...+55	-25...+45	-25...+55	-25...+50	-25...+55	-25...+50	-25...+55	-25...+55	-25...+45	-25...+45
Клас енергоефективності	В	-	В	-	В	-	В	-	-	-	-	-
Захист	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4



- ✓ Витяжні вентилятори серії KFS-250/2,2/2-400, KFS-355/2,2/2-400 для В9 і В6.



Kitchen Fan Star (KFS) – високопродуктивний витяжний вентилятор, для видалення повітря високої температури, який здержує жирні пари та дим. В лічені секунди видаляє запахи та покращує мікроклімат в кухонних приміщеннях та на харчевих виробництвах.

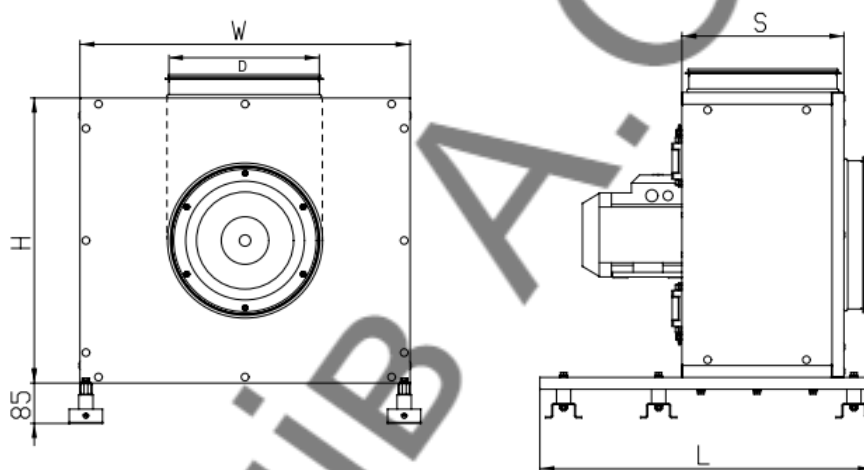
Особливості:

- У лічені секунди видаляє запахи і покращує мікроклімат в кухонних приміщеннях і на харчових виробництвах.
- Ефективна робота при високій температурі повітря, що очищається (до 120 ° C);
- Високий ККД 84,8%
- Низький рівень шуму і теплоізоляції.
- Надміцна конструкція корпусу вентилятора. Подвійні стінки з високоякісної оцинкованої сталі.
- Вентилятор оснащений герметичними дверима для простого монтажу та обслуговування.

Стандартна комплектація:

- шумо-, термоізоляція корпусу: 50 мм мінеральної вати щільністю 80 кг / м³;
- Енергоефективне робоче колесо із заломленими назад лопатками;
- Винесений з потоку асинхронний двигун IP55 з класом ізоляції F.

KFS	МАКС.РАСХОД ВОЗДУХА, М³/Ч	НАПРЯЖЕНИЕ/ ЧАСТОТА, 50 Гц	МОЩНОСТЬ, кВт	ТОК, А	ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ, ОБ/МИН	УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ, ДБА
KFS-225/0,25/2-250	1700	380 3 -	0,25	0,6	2790	54
KFS-250/0,55/2-315	2400	380 3 -	0,55	1,3	2790	58
KFS-280/0,75/2-315	3200	380 3 -	0,75	1,75	2790	60
KFS-315/1,1/2-315	4500	380 3 -	1,1	2,4	2790	60
KFS-355/0,37/4-400	6500	380 3 -	2,2	4,37	2790	63
KFS-400/0,55/4-400	9000	380 3 -	4,0	7,6	2790	67
KFS-315/0,18/4-315	2500	380 3 -	0,18	0,63	1340	40
KFS-355/0,37/4-400	3500	380 3 -	0,37	1,05	1340	45
KFS-400/0,55/4-400	5000	380 3 -	0,55	1,45	1340	50



Підбір припливної і припливно-витяжної установок ПЗ і ПП-В1:

✓ Припливно-витяжна установка Aerostar ПП-В1

 	
Дата: Предложение №: Подготовил:	
О проекте: Описание: Заказчик: Место: Подготовлено для:	Вайн Тайм Приточно-вытяжная установка Aerostar ПП1 Стоянка, Київська обл., Україна
Модель: GreenSTR-5	
РАСХОД ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА РАСХОД ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА Скорость воздуха в приточной секции	4500 м³/ч 4500 м³/ч 2.6 м/с
	СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ПРИТОКЕ СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ВЫТЯЖКЕ Зимняя темп. по проекту Скорость воздуха в вытяжной секции
	250 Pa 250 Pa -22 °C 2.6 м/с

Ширина: mm 930 (REC 930, Frame 820) **Высота:** mm 1360 + 120
Общая длина: mm 4213 **Общий вес:** kg 785
Номинальное электропотребление: 35 кВт

Размеры установки, вес и комплектация - предварительные и могут быть оптимизированы перед заказом.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ			
Изоляция	Минеральная вата	Толщина панелей	50 mm
Крыша	С крышей	Внутренняя боковая панель	Из оцинкованной стали
Сторона обслуживания	Правая	Внешняя боковая панель	Из окрашенной оцинкованной стали RAL7024
Сторона подключения	Правая	Рама 120 mm	

Eurovent data:			
Температурный диапазон установки:	-30/50 °C	Скорость воздуха в секции фильтра:	2.6/2.6 m/s
Model box:		Зимняя темп.наружн.воздуха:	-22 °C
Air density:	1.204 kg/m ³	Козф.теплопередачи:	T2 °C
Мех прочность корпуса:	D1	Тепловые мостики:	TB3
Байпас фильтра:	F9		

1	Концевой элемент
С козырьком	

2	Концевой элемент
Входная секция с передним клапаном	
Регулирующий клапан, размеры L670xH530 mm, расход воздуха 4500 m ³ /h	
Монтируемые элементы автоматики:	
GBB331.1E, AC 240 В, 3-поз., 25 Nm (107734) - 1 шт.	

2	Фильтр
G4(Coarse 70%) N°2 287 x 287 x 300 mm	
G4(Coarse 70%) N°2 435 x 287 x 300 mm	
Падение давления на чистом фильтре 56 Pa	
Расчетное падение давления на фильтре 128 Pa	
Потеря давления загр.фильтра 200 Pa	
Монтируемые элементы автоматики:	
PSW-500-PVC (108457) - 1 шт.	

3	Пластинчатый рекуператор		
N°2 APHE A 60 3.8 32.4			
Расход приточного воздуха	4500 m ³ /h	Расход вытяжного воздуха 4500 m ³ /h	
Зимние условия			
Температура воздуха на входе	-22 °C	Температура воздуха на входе	20 °C
Относительная влажность на входе	100 %	Относительная влажность на входе	50 %
Температура воздуха на выходе	6.34 °C	Температура воздуха на выходе	0.86 °C
Влажность воздуха на выходе	8.75 %	Влажность воздуха на выходе	98.63 %
Внешняя потеря давления	235 Pa	Потеря давления на выбросе	255 Pa
Скорость воздуха	3.06 m/s	Скорость воздуха	3.02 m/s
Эффективность рекуперации	42.8 kW	КПД	60/67 %
		КПД по влаге	60/67 %
Эффективность осушения	60.16 %		

<i>Летние условия</i>			
Температура воздуха на входе	35 °C	Температура воздуха на входе	24 °C
Относительная влажность на входе	40 %	Относительная влажность на входе	50 %
Температура воздуха на выходе	28.52 °C	Температура воздуха на выходе	30.54 °C
Влажность воздуха на выходе	57.7 %	Влажность воздуха на выходе	34.12 %
Внешняя потеря давления	280 Pa	Потеря давления на выбросе	273 Pa
Скорость воздуха	3.37 m/s	Скорость воздуха	3.37 m/s
Эффективность рекуперации	10.04 kW	КПД	59/59 %
		КПД по влаге	59/59 %
Пластинчатый рекуператор из алюм.листов С корпусом из Алюминий С клапаном байпаса Каплеуловитель Монтируемые элементы автоматики: GDB161.1E, AC 24 V / DC 0...10 V, 5 Нм (107678) - 1 шт. ASK-AR (109892) - 1 шт. PSW-500-PVC (108457) - 1 шт.			

4 Электронагреватель			
Тип теплообменника	158 A 13/5,0	Установленная мощность	30 kW
Кол-во Тэнов	6	Потребляемая мощность	21.23 kW
Кол-во электро-ступеней	2(15/15)	Темп. вход	6.34 °C
Источник электроэнергии	3 ~ 380 V 50 Hz	Отн.вл. на входе	8.75 %
		Темп. выход	20.34 °C
Скорость воздуха в сечении	3.19 m/s	Отн. вл. на выходе	3.5 %
Вынос (ширина) +115 мм			

5 Реверсивный ТО			
ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУХА		ГАЗ	
Испаритель			
Расход воздуха	4500 m ³ /h	R410A	
Температура на входе	28.52 °C	Температура испарения	7 °C
Относительна влажность на вх.	57.7 %	Температура перегрева	12 °C
Температура на выходе	19.97 °C	Температура переохлаждения	46.9 °C
Относительная влажность	79.8 %	Температура конденсации	50 °C
Мощность	22.56 kW	Расход	540.8 kg/h
Запас мощности	10 %	Потеря давления	12.917 kPa
Потеря давления воздуха	124 Pa	Кол-во газ. контуров	1
Потеря давления сухого воздуха	124 Pa		
Скорость воздуха	3.13 m/s		
Конденсатор			
Расход воздуха	4500 m ³ /h	R410A	
Температура на входе	6.34 °C	Температура конденсации	50 °C
Относительна влажность на вх.	3.8 %	Температура переохлаждения	47.9 °C
Температура на выходе	20.17 °C	Температура газа	105 °C
Относительная влажность	1.42 %	Расход	276.1 kg/h
Мощность	20.89 kW	Потеря давления	1.136 kPa
Запас мощности	52.8 %	Кол-во газ. контуров	1
Потеря давления воздуха	77 Pa		
Потеря давления сухого воздуха	77 Pa		
Скорость воздуха	3.13 m/s		
MOD EVCO GS5/4R Right			
Кол-во теплообменников	1	Кол-во контуров	10
Кол-во рядов	4	Диаметр подключения	22/28
Площадь теплообмена	27.8 m ²	Рабочее сечение	800x500 mm
Объем теплообменника	4.94 dm ³		
Поддон		Параметры управления ККБ	
Каплеуловитель		Тип управления: Аналоговое	
Сторона обслуживания: Правая		Сигнал пуска: Сухой контакт	
Сторона подключения: Правая		Сигнал аварии: Сухой контакт	
Вынос (ширина) +115 мм			
Наружный диаметр дренажного патрубка 25 мм			

6		Приточный вентилятор							
ВЕНТИЛЯТОР				ДВИГАТЕЛЬ					
ZIEHL									
Тип вентилятора	GR35C-ZID.DC.CR - 115510/A01			Установленная мощность	EC MOTOR 2.5 kW				
Размер	355			Питание	3~ 400V 50Hz				
Производительность	4500 m³/h			Тип двигателя	EC				
Располагаемый напор	250 Pa			Класс изоляции	F				
Потеря давления в установке	532 Pa			Защита	IP54				
Полное давление	845 Pa			Эффективность	66.91 %				
Общее статическое давление	782 Pa			Макс. число оборотов	2970 rpm				
Динамическое давление	63 Pa			Потребляемая эл. мощность (лето)	1.58 kW				
Число оборотов	2577 rpm			Потребляемая эл. мощность (зима)	1.41 kW				
Уровень звуковой мощности	84.64 dB(A)			Номинальный ток	4 A				
Напряжение в рабочей точке	400 V			Ток в рабочей точке	2.44 A				
SFP класс	4/1264 W/m ³ /h			Максимальный ток	4 A				
ERP класс	2015								
Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)									
F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)6	85	45	55	74	75	81	79	75	71
Suction-Lw(A)5	78	42	51	72	71	70	70	68	66
Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(A) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ									
F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply	85	45	55	74	75	81	79	75	71
Suction	78	42	51	72	71	70	70	68	66
External	60	37	45	57	53	52	52	44	35
Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора									
Для влажных условий									
Инспекционная дверь									
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора									
Монтируемые элементы автоматики:									
PSW-500-PVC (108457) - 1 шт.									
7		Концевой элемент							
С гибкой вставкой									
Размеры: L830xH580 mm									
8		Концевой элемент							
С гибкой вставкой									
Размеры: L830xH580 mm									
9		Синтетич./метал.Фильтр							
Плоский фильтр, плиссированный синтетический тип									
G4(Coarse 70%) N°2 287 x 287 x 48 mm									
G4(Coarse 70%) N°2 435 x 287 x 48 mm									
Падение давления на чистом фильтре 108 Pa									
Расчетное падение давления на фильтре 154 Pa									
Потеря давления загр. фильтра 200 Pa									
Монтируемые элементы автоматики:									
PSW-500-PVC (108457) - 1 шт.									

10	Вытяжной вентилятор									
ВЕНТИЛЯТОР					ДВИГАТЕЛЬ					
ZIEHL										
Тип вентилятора GR35C-ZID.DC.CR - 115510/A01					Установленная мощность		EC MOTOR 2.5 kW			
Размер 355					Питание		3~ 400V 50Hz			
Производительность 4500 m³/h					Тип двигателя		EC			
Располагаемый напор 250 Pa					Класс изоляции		F			
Потеря давления в установке 427 Pa					Защита		IP54			
Полное давление 740 Pa					Эффективность		66.72 %			
Общее статическое давление 677 Pa					Макс. число оборотов		2970 rpm			
Динамическое давление 63 Pa					Потребляемая эл. мощность (лето)		1.39 kW			
Число оборотов 2488 rpm					Потребляемая эл. мощность (зима)		1.36 kW			
Уровень звуковой мощности 83.82 dB(A)					Номинальный ток		4 A			
Напряжение в рабочей точке 400 V					Ток в рабочей точке		2.16 A			
SFP класс 3/1112 W/m ³ /h					Максимальный ток		4 A			
ERP класс 2015										
Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)										
F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Supply-Lw(A)6	84	45	54	72	74	80	78	74	71	
Suction-Lw(A)5	77	42	51	70	71	69	70	67	66	
Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(A) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ										
F[Hz]	дБ(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Supply	84	45	54	72	74	80	78	74	71	
Suction	77	42	51	70	71	69	70	67	66	
External	59	37	44	55	52	51	51	43	35	

Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора
 Для влажных условий
 Инспекционная дверь
 Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора

11	Пустая секция									
Длина 319 mm										

12	Концевой элемент									
Входная секция с передним клапаном										
Регулирующий клапан, размеры L670xH530 mm, расход воздуха 4500 m ³ /h										
С козырьком										
Монтируемые элементы автоматики:										
GBV331.1E, AC 240 V, 3-поз., 25 Нм (107734) - 1 шт.										

АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Октавные полосы (Гц)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Общий ур
Lw at O.A. Вход [дБ]	42	51	72	71	70	70	68	66	78
Lw at S.A. Выход [дБ]	45	55	74	75	81	79	75	71	85
Lw at E.A. Вход [дБ]	42	51	70	71	69	70	67	66	77
Lw at E.A. Выход [дБ]	45	54	72	74	80	78	74	71	84
Lw в окружающую среду	33	41	44	35	38	28	23	20	47

Дополнительные элементы

№	Артикул	Название	Кол-во
1	RAS-8.0HNBTRMO	ККБ RAS-8.0HNBTRMO (Доп. оборудование к секции №5)	1
2	Offer №210003	Комплект автоматики ПВ1	1
3	Offer №210002	Комплект автоматики ПВ1 (Монтажные элементы)	1

Краткие характеристики установки


Завод производитель	VENTSERVICE
Модель установки	GreenSTR-5
Типология	NRVU; BVU
Тип секции рекуперации	Пластинчатый
Тепловая эффект. рекуперации [%]	60.16
Номинальный расход воздуха [m ³ /s]	1.25
Class of casing leakage at -400Pa	
Class of casing leakage at +700Pa	
Макс. внутренняя скорость утечки воздуха [%]	

	Приток	Вытяжка
Номинальный расход воздуха [m3/s]	1.25	1.25
Тип привода	Установка привода с регулируемой скоростью	Установка привода с регулируемой скоростью
Потребляемая эл.мощность [кВт]	1.58	1.39
Скорость среды [m/s]	2.6	2.6
Располагаемый напор [Pa]	250	250
Внутреннее dP компонентов вентиляции [Pa]	532	427
Статическая эффективность вентилятора [%]	66.9	66.7
Энергоэффективность фильтрации	G4	G4
Падение давления на чистых фильтрах [Pa]	56	108
Internet address for disassembly instructions: Ecodesign	Нет	

Комплект автоматики ПВ1 (Offer № 210803)					
Наименование	Тип	Производитель	Артикул	Кол-во	Примечание
Контроллер	Schneider TM172PDG28RI 28 I/O	Schneider Electric	110028	1	
Щит управления	700x600x180 IP54	Aerostar	107561	1	
Пульт управления	Carel Th-Tune	Carel	108152	1	
Сетевой шлюз WiFi	Сетевой шлюз Wi-Fi (24vdc) Aerostar APP	Aerostar	109893	1	Срок поставки 2 недели
Канальный датчик температуры NTC 10k (с креплением и трубкой)	WF269+(MF-08)+(MFL-150/06)	Aerostar	109765, 109761, 106299	4	

Комплект автоматики ПВ1 (Монтажные элементы) (Offer № 210802)					
Наименование	Тип	Производитель	Артикул	Кол-во	Примечание
Реле перепада давления	PSW-500-PVC	Sentera	108457	4	
Привод возд заслонки	GDB331.1E, AC 240 В, 3-поз., 25 Нм	Siemens	107734	2	
Привод возд заслонки	GDB161.1E, AC 24 В / DC 0...10 В, 5 Нм	Siemens	107678	1	
Центрирующая втулка	ASK-AR	Aerostar	109892	1	

✓ Припливно установка Aerostar П1

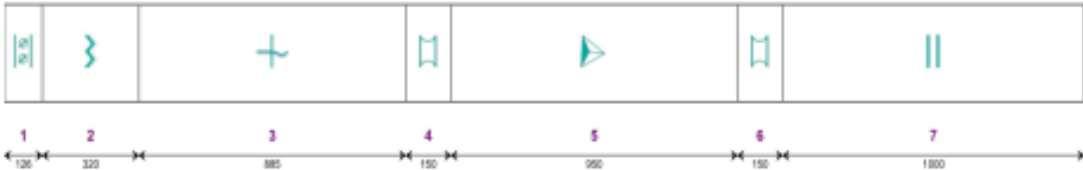
 Ventservice

Дата:
Предложение №:
Подготовил:

О проекте: Вайн Тайм
Описание: Приточная установка Aerostar П1
Заказчик:
Место: Стоянка, Київська обл., Україна
Подготовлено для:

Модель: Aerostar-90-50

РАСХОД ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА	6000 m ³ /h	СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ПРИТОКЕ	250 Pa
Скорость воздуха в приточной секции	3.7 m/s	Зимняя темп. по проекту	-22 °C



Ширина: mm 981	Высота: mm 570
Общая длина: mm 3581	Общий вес: kg 126
Номинальное электропотребление: 91.7 кВт	

Размеры установки, вес и комплектация - предварительные и могут быть оптимизированы перед заказом.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Предназначены для приточно-вытяжных систем вентиляции с воздуховодами прямоугольного и круглого сечения

Корпус изготовлен из оцинкованной листовой стали европейского производства

Толщина металла от 0,7 мм до 2 мм, дополнительные ребра жесткости

Плотность цинкового покрытия - 275 мг/м²

Выпускаются серийно в 9 типоразмерах прямоугольного сечения, с расходом воздуха до 14 000 м³/час и в 6 типоразмерах

круглого сечения, с расходом воздуха до 1 800 м³/час

Наличие всего ассортимента на складе компании

Гарантия - 3 года

Концевой элемент

1	SRC 90-50
Входная секция с передним клапаном	
Регулирующий клапан, размеры L900xH500 мм, расход воздуха 6000 м ³ /h	
Габариты секции (Ш/В/Д): 960/560/126 мм	

Синтетич./метал.Фильтр

2	SFB 90-50
Плоский фильтр, плиссированный синтетический тип	
G4(Coarse 70%) SFB 90-50	
Падение давления на чистом фильтре 72 Pa	
Расчетное падение давления на фильтре 111 Pa	
Потеря давления загр.фильтра 150 Pa	
Габариты секции (Ш/В/Д):960/560/320 мм	

Электронагреватель

3	SEN 90-50-90		
Тип теплообменника	178 A 13/5.0	Установленная мощность	90 kW
Кол-во Тэнов	18	Потребляемая мощность	84.91 kW
Кол-во электро-ступеней	6(15/15/15/15/15/15)	Темп. вход	-22 °C
Источник электроэнергии	3 ~ 380 V 50 Hz	Отн.вл. на входе	90 %
Скорость воздуха в сечении	3,7 m/s	Темп. выход	20 °C
		Отн. вл. на выходе	3.27 %
Габариты секции (Ш/В/Д): 981/560/885 мм			

Концевой элемент

4	SFI 90-50
С гибкой вставкой	
Размеры: L960xH560 мм	
Габариты секции (Ш/В/Д): 960/560/150 мм	

Приточный вентилятор

5	SVB 90-50/56-4D		
ВЕНТИЛЯТОР		ДВИГАТЕЛЬ	
ZIENL			
Тип вентилятора SVB 90-50/56-4D		Установленная мощность	1.7 kW
Размер	560	Питание	400/3/50
Производительность	6000 м ³ /h	Тип двигателя	AC
Располагаемый напор	250 Pa	Класс изоляции	F
Потеря давления в установке	139 Pa	Защита	IP54
Общее статическое давление	389 Pa	Номинальный ток	3.2 A
Число оборотов	1180 rpm		
Уровень звуковой мощности	71 dB(A)		
SFP класс	3/1020 W/m ³ /h		

Габариты секции (Ш/В/Д): 960/570/950 мм

Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора

Концевой элемент

6	SFI 90-50
С гибкой вставкой	
Размеры: L960xH560 mm	
Габариты секции (Ш/В/Д): 960/560/150 mm	

Шумоглушитель

7	SMN 90-50							
Длина шумоглушителя 1000 mm								
Исполнение из оцинкованной стали								
Потеря давления 28 Pa								
Уровень снижения шума по октавным полосам (дБ)								
F (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB(A)	4	6	14	32	42	37	31	23
Габариты секции (Ш/В/Д): 960/560/1000 mm								

Дополнительные элементы

№	Артикул	Название	Кол-во
1	Offer №210801	Комплект автоматики П1	1

Комплект автоматики П1 (Offer № 210801)

Наименование	Тип	Производитель	Артикул	Кол-во	Примечание
Контроллер	Schneider TM172PDG18R 18 I/O	Schneider Electric	109981	1	Срок поставки 6-8 недель
Щит управления	800x800x200 IP54	Aerostar	107565	1	
Пульт управления	Carel Th-Tune	Carel	108152	1	
Сетевой шлюз WiFi	Сетевой шлюз Wi-Fi (24vdc) Aerostar APP	Aerostar	109893	1	Срок поставки 2 недели
Канальный датчик температуры NTC 10k (с креплением и трубкой)	WF269+(MF-08)+(MFL-150/06)	Aerostar	109765, 109761, 106299	1	
Преобразователь частоты 2,2 кВт 3ф.	ATV320U22N4C	Schneider Electric	109839	1	срок поставки 4-5 недель
Реле перепада давления	PSW-500-8/1C	Senitera	108457	2	
Привод везд заслонки	GLB341.1E, AC 240 В, 10 Нм	Siemens	107703	1	
Центрирующая втулка	ASK-AR	Aerostar	109892	1	

Іванів А.О.

РОЗДІЛ 4
ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ
МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Студентка

/Іванів А.О./

Консультант

/Сенчук М.П./

4.1. Організація монтажу систем вентиляції та аспірації

4.1 Технічна документація для виконання монтажних робіт

До складу технічної документації, яка передається будівельно-монтажній організації для виконання робіт, входять креслення та кошториси. Робочі креслення систем опалення та вентиляції випускаються під маркою ОВ. До їх складу входять:

- заголовний лист з графічною частиною (плани і розрізи систем опалення та вентиляції).
- креслення опалювально-вентиляційних установок.
- вузли систем.

В робочих кресленнях опалювально-вентиляційним системам присуджують відносні марки. На заголовному листі поміщають план схематичних розміщень вентиляційних установок, характеристику опалювально - вентиляційних систем, основні показники по кресленням ОВ. Плани та розрізи системи опалення та вентиляції, як правило, виконують сумісними. На планах та розрізах систем показують координатні осі будівельних конструкцій та технологічне обладнання.

4.2 Проект виробництва робіт, його склад і призначення

Монтажні роботи по спорудженню санітарно – технічних систем - частина будівельного процесу зі зведення будинків і споруд, і тому ці роботи повинні бути тісно пов'язані з загальнобудівельними та іншими спеціальними роботами.

Досягнення високих виробничих показників при монтажі санітарно-технічних пристроїв багато в чому визначається застосуванням прогресивної технології, заснованої на раціональній послідовності всіх робочих процесів. Це має знайти відображення у спеціальному проекті.

Для визначення обсягу монтажних робіт, потреби в матеріально-технічних засобах і робочій силі, найбільш доцільного їх використання, а

також вибору раціональної технології будівельно-монтажна організація розробляє проекти виконання робіт (ПВР).

В проект виробництва робіт входять:

календарний план-графік виробництва монтажних робіт і руху робітників за професіями;

замовлення підприємству на виготовлення монтажних вузлів, деталей та нестандартного обладнання для санітарно-технічних систем за відповідними кресленнями (робочим кресленням трубопроводів);

лімітні карти на відпуск матеріалів та обладнання (крім доставленого замовником безпосередньо на об'єкт);

зведена відомість забезпечення матеріалами, заготовками та обладнанням об'єкта монтажу (групи об'єктів) із зазначенням постачальників і термінів доставки на об'єкт;

графік надходження на об'єкт монтажного обладнання, що поставляється замовником, із зазначенням термінів доставки на об'єкт;

виробничі калькуляції - підстава для видачі нарядів-завдань бригадам робітників-монтажників;

зведена відомість трудових витрат і заробітної плати;

технологічні карти на складні роботи, що виконуються новими методами, ще не отримавшими широкого розповсюдження;

відомість необхідних механізмів, інструментів, пристосувань і транспортних засобів;

короткі вказівки з техніки безпеки при виробництві робіт;

викопіювання з генерального плану об'єкта будівництва (у необхідних випадках) із зазначенням погоджених з генпідрядником місць складування

обладнання, матеріалів і заготовок трубопроводів, розташування контори виробника робіт, роздягалень тощо;

пояснювальна записка з обґрунтуванням вибраних методів ведення монтажних робіт, вказівками з роботи в зимових умовах і техніко-економічними показниками (вартість монтажу за видами робіт). ПВР зобов'язані складати проектні організації на підставі СНіП, проектно-змінної документації, директивних графіків будівництва об'єкта, діючих норм і розцінок монтажних робіт і правил техніки безпеки.

4.3 Будівельна готовність об'єкту до початку монтажних робіт

Монтаж внутрішніх санітарно-технічних систем виконується будівельно-монтажними організаціями, що мають ліцензію на виконання цих робіт. Роботи по монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем виконуються кваліфікованим персоналом, що пройшов спеціальну підготовку і що має навички монтажних робіт.

Монтаж внутрішніх санітарно-технічних систем необхідно проводити при будівельній готовності об'єкту для житлових і громадських будівель до 5 поверхів окрема будівля, одна або декілька секцій, понад 5 поверхів - 5 поверхів однієї секції або декількох секцій.

До початку монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем генеральним підрядчиком має бути виконані наступні види робіт :

- а) роботи нульового циклу;
 - виконані канали, опори для трубопроводів введення;
 - прибрано сміття і вивезені невикористані будівельні конструкції;
 - виконані траншеї, укріплені стінки траншеї для прокладення зовнішніх мереж;
 - виконані перехідні містки з поручнями, підмостки для спуску в підвал або технічне підпілля;

- виконані отвори в стінах підвалу для введення і випуску трубопроводів;

- виконана засипка щебенем підлоги підвалу;

- виконані отвори в перегородках стін підвалу для магістральних трубопроводів, отвори в перекритті першого поверху для прокладення труб стояків;

- виконано тимчасове освітлення по усьому периметру підвалу;

- забезпечений вільний доступ до місць розташування трубопроводів і опор.

б) Роботи надземного циклу :

- в межах захватки виконані міжповерхові перекриття, перегородки, стіни санітарно-технічні кабінки;

- встановлені віконні блоки, виконано скління;

- виконано обштукатурювання або облицювання поверхонь стін і ніш в місцях прокладення трубопроводів;

- виконано тимчасове освітлення і забезпечена можливість підключення електроінструментів на відстані не більше 50 метрів один від одного;

- виконано в санітарно-технічних кабінах обштукатурювання стін, стель, підготовка під підлоги;

- виконана гідроізоляція перекриття і нанесена ґрунтовка стін;

- намічені відмітки рівня чистої підлоги;

- виконані отвори для трапів мусорокамер;

Монтаж внутрішніх санітарно-технічних систем виробляється за затвердженим проектом виробництва робіт.

4.3 Монтаж внутрішніх санітарно-технічних систем

Технологія монтажу системи опалення

Виробництво санітарно-технічних робіт починають після забезпечення будівельної готовності об'єкта. Монтаж ведеться у 2 цикли нижче та вище відмітки 0.000 .

Будівельна готовність нижче відмітки 0.000:

1. Вбудоване перекриття над підвальним приміщенням;
2. Вбудовані перегородки, пробиті та залишені прорізи в стінах, перекриттях для прокладання трубопроводів;
3. Залишені в стінах та перекриттях монтажні прорізи для подачі обладнання та матеріалів;
4. Встановлення в будівельних конструкціях, передбачені в проекті, закладних деталей для кріплення трубопроводів;
5. Зроблена підготовка під чисту підлогу;
6. Нанесення незмивасною фарбою відмітки підлог.

4.5 Кріплення труб

Труби кріпляться до будівельних конструкцій за допомогою спеціальних опор-фіксаторів. Слід пам'ятати, що матеріал, з якого зроблений фіксатор, не повинен бути твердіше матеріалу труби. Для кріплення труб малих діаметрів (d16 - 25мм), використовуються пластикові фіксатори або металеві затискні хомути з еластичними гумовими прокладками;

- підводи до трубопроводної арматури, вентилів, фільтрів, водовимірювальних приладів і до іншого санітарному обладнання слід кріпити, як нерухомі пункти системи, за допомогою відповідних фітінгів і опор. Опора виконується за допомогою двох металевих затискних хомутів з гумовими прокладками - під і над фітінгом;

- нерухомі опори на стояках і горизонтальних відгалуженнях, виконаних з труб «GOLAN - AQUA-PEX», рекомендується встановлювати через кожні 6 метрів. У свою чергу, рухомі опори, залежно від діаметру труби і типу системи, рекомендується встановлювати з наступним кроком:

- На трубах діаметром 16-32 мм із з'єднаннями на рухомій гільзі - нерухома опора виконується за допомогою двох металевих затискних хомутів з гумовими прокладками - під і над фітінгом.

У місцях приєднання до регулюючого, вимірювального і відключати обладнання необхідно встановлювати нерухомі опори

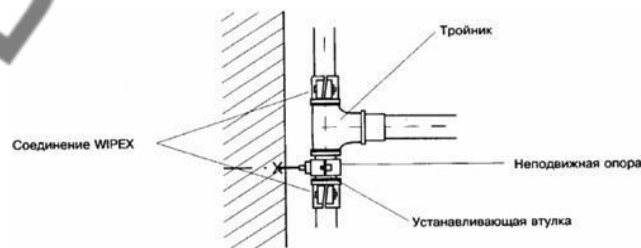
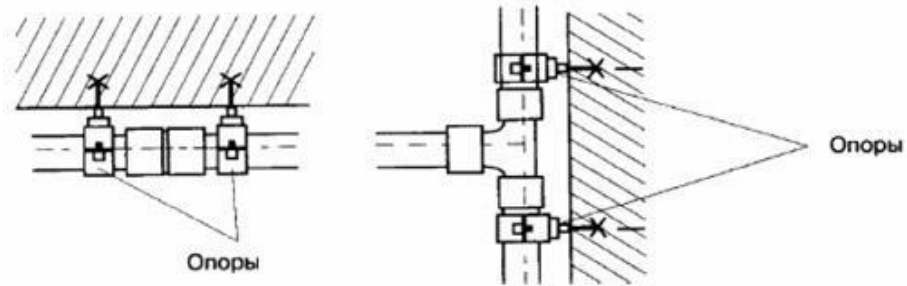


Рис. 2.25 Пристрій нерухомої опори на встановлення втулці приєднаної до трійника.



4.6 Монтаж вентиляторів

Процес монтажу вентиляторів складається із послідовного виконання операцій:

1. Доставка вентиляторів або окремих його частин до місця монтажу;
2. Встановлення вантажопідйомних установ;
3. Стропова вентиляторів або окремих його деталей;
4. Підйом або горизонтальне переміщення вентилятора до місця встановлення;
5. Установка вентилятора (його зборка) та опорних конструкцій (фундамент, майданчик, кронштейни);
6. Перевірка правильності установки та зборки вентилятора;
7. Закріплення вентилятора до опорної конструкції;
8. Перевірка роботи вентилятора.

До фундаменту вентилятор закріплюють анкерними болтами. При встановленні вентиляторів на пружинних віброізоляторах, їх перед цим закріплюють на болтах до рами вентилятора.

4.7 Монтаж повітроводів

Монтаж мережі повітроводів проводиться з попередньою збіркою прямих ділянок і фасонних частин в окремі укрупнені вузли. Окремі ланки і деталі повітроводів збирають за допомогою фланців.

Монтажні роботи промислової вентиляції, як правило, повинні проводитися після виконання основних оздоблювальних робіт в місцях прокладки повітроводів і установки технологічного устаткування, від якого здійснюється відсмоктування повітря при влаштуванні витяжної вентиляції. В окремих випадках монтаж може бути розпочато і до установки технологічного устаткування. Після монтажу повітроводів виробництво будівельних або інших робіт не дозволяється, щоб уникнути пошкодження мережі повітроводів.

До початку монтажу перевіряють за кресленнями можливість виконання робіт за проектом, а саме: можливість прокладки повітроводів по наміченій лінії, підготовленість і відповідність з кресленнями фундаментів та опор для установки електродвигунів, вентиляторів, калориферів і т. д., підготовленість виробничого устаткування для приєднання до нього повітроводів, парасольок, приймачів і пр.

Усі відхилення від проекту повинні бути узгоджені з проектною організацією або з технічним наглядом. Місце монтажу має бути вільним і доступним для виконання монтажних робіт. Прокладку лінії повітроводів з готових скомплектованих вузлів і деталей можна робити під перекриттям, по стінах, по колонах, у підлоги і в підпільних каналах. У виробничих приміщеннях димарі переважно прокладають під перекриттям, щоб вони не заважали вільному пересуванню по цеху і розміщення обладнання.

4.8 Монтаж круглих повітроводів

При монтажі повітроводів круглого перерізу найчастіше використовують хомути і шпильки. Такий спосіб простий, ефективний і дозволяє з однаковим успіхом монтувати як звичайні, так і тепло-звукоізовані повітроводи. Головне - мати під рукою набір хомутів необхідного діаметра. У такому випадку робиться петля зі збірного хомута .

Не менш принциповий і спосіб кріплення повітроводів до стелі. Зазвичай для цього використовують високоякісні металеві анкери, механізм кріплення яких в цілому аналогічний тому, як пластиковий дюбель «чіпляється» за стіну під впливом шурупа.



Рис. 2.23 Металевий анкер

Анкери вставляються в заздалегідь висвердлений отвір, і за допомогою спеціального долота вибивається перетинка, що відокремлює різьбову частину від "квіткі". Після цього в анкер загортається шпилька, під дією якої "квіткі" розкривається в отворі і намертво фіксує анкер в стелі. Забивні анкери витримують досить значні навантаження, тому рекомендується застосовувати саме цей вид кріплення. У разі застосування того, що потрапило під руку, може відбутися ослаблення і розбобтування з'єднання шпильки з стелею, що призведе до деформації повітровода з усіма витікаючими наслідками.

Окремий випадок - прокладка повітроводів в приміщеннях, де прикріпити їх до стелі неможливо або недоцільно. У цьому випадку для монтажу траси зазвичай вибирають металеву балку: кут, тавр або двотавр. На існуючий профіль одягаються спеціальні струбцини, до яких і кріпиться шпилька.

4.9 Фланцеві з'єднання повітроводів між собою.

Збірку систем повітроводів з елементів між собою здійснюють за допомогою попередньо встановлених в місцях стиків з'єднувальних

елементів . З'єднувальні елементи фланцеві. Для з'єднання круглих елементів повітропроводів виготовляються (для діаметра повітропроводів до 280 мм включно) в заводських умовах з листової сталі товщиною 3 мм методом штампування або плазмового різання. Для повітропроводів діаметром від 315 до 800 мм включно - зі стандартного кутового прокату 25 x 25 мм з товщиною полиць 3 мм. Для повітропроводів діаметром від 900 мм і вище - зі стандартного кутового прокату 32 x 32 мм з товщиною полиць 3 мм. У всіх випадках у фланцях вирубуються отвори під з'єднувальні болти.

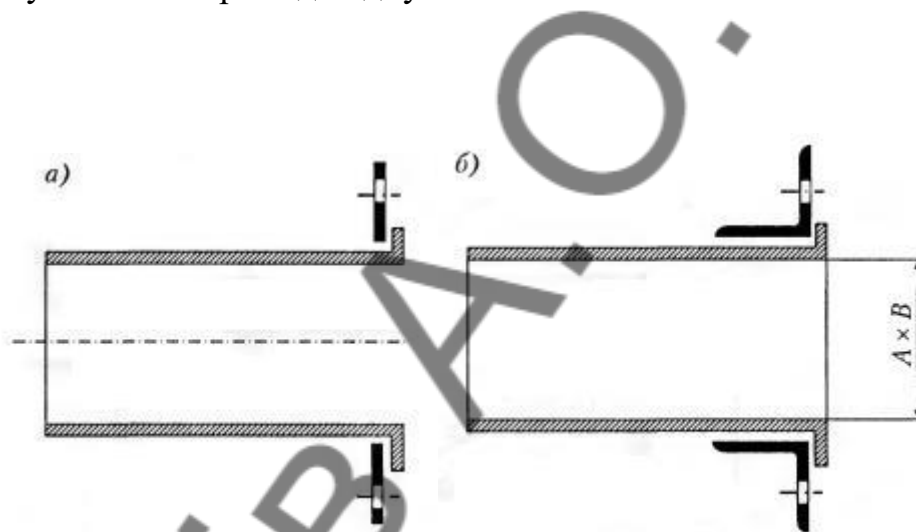


Рис. 2.26– фланцеві з'єднання

4.10 Вимоги правил безпеки після виконання монтажних робіт.

1. Привести до порядку робоче місце, скласти в спеціально відведене місце матеріали та деталі, прибрати сміття та відходи.
2. Обчистити від бруду, промити, змазати і прибрати інструмент та пристрої.
3. Перевірити чи не залишилися у ремонтуючих приладах які-небудь інструменти чи деталі.
4. Дати зміну та повідомити своєму змінщику і майстру про всі недоліки, які були під час роботи та про міри по їх знищенню.
5. Зняти спецодяг, зложити в шафу та прийняти душ.

Вимоги правил безпеки в аварійних ситуаціях.

1. При несправностях сантехнічних систем і комунікацій (свищі, пориви трубопроводів, провали і т.п.) виставити огороження, відключити пошкоджену ділянку, а при необхідності злити воду.

2. Якщо з'явилась небезпека ураження електрострумом (оголенні проводи струмоведучих електропристроїв, пробоїн кабелів і т.ін.) виставити загородження, визвати чергового електрика.

3. Якщо стався нещасний випадок, миттєво визвати лікаря, потерпілому надати першу поміч:

а) у випадку опіку гарячою водою, паром або вогнем поливати місце опіку холодною водою, прикласти сніг або лід на продовженні 30-40хв., якщо пошкоджена шкіра. при опіках більш тяжкої форми місце опіку змочити розчином марганцевокислого калію;

б) якщо загорілась одежа і її неможливо швидко зняти, накрити людину, яка потерпіла брезентом або чим-небудь щільним і облити водою;

в) при отруєнні окисом вуглецю (угарним газом) потерпілого необхідно винести на свіже повітря, дати нюхати нашатирний спирт, прикласти холодні компреси на серце і голову; при зупинці дихання робити штучне дихання;

г) при пораненнях кінці рани змазати, не доторкаючись її руками, настоянкою йоду, спирту, наложити суху пов'язку;

д) при кровотечі наложити тугу пов'язку;

е) при ураженні електричним струмом, миттєво вивільнити потерпілого від дотику до провідників струму; для ізоляції від потерпілого надіти гумові рукавиці або накинути на руку суху шерстяну або гумову одежу; для ізоляції від землі слід надіти гумове взуття під ноги суху дошку або матеріал, що не проводить електричного струму; потім положити потерпілого на що-небудь

сухе і тепле і зігріти.

Якщо ознак життя немає одразу ж почати штучне дихання, непрямий масажсерця.

2.8 Основні небезпечні та шкідливі фактори, що діють при будівництві системи опалення та вентиляції.

№	Небезпечні виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількість оцінки	Норматив
1	2	3	4	5
	Падіння людей з висоти	Монтаж системи опалення і вентиляції	$A = 44,3$ м $H = 4,1$ м	СНиП III-4-80* п. 12.2-12.3 СНиП 2.04.05-96
	Падіння предметів з висоти	Монтаж системи опалення і вентиляції	$H = 44,3$ м $H = 4,1$ м	СНиП III-4-80* п. 12.2-12.4 п.12.12, п.12.15 т.1 СНиП 2.04.05-96
	Електричний струм	Електрозварювальні, робоче освітлення	$U = 220$ В $U = 220$ В	СНиП III-4-80* п.6.10, п.6.12 ГОСТ 12.1.013-7*
	Вібрація	Монтаж системи опалення і вентиляції	$V = 0,02$ м/с $f = 150$ Гц	ГОСТ 12.1.012-9С ДСН 3.3.6.039-99
	Виробничий шум	Наладка і пуск систем в дію	Рівень < 85 дБ	ГОСТ 12.1.003-83* ДСН 3.3.6.037-99
	Шкідливі речовини	Зварювальні	ПДК, $CO_2 - 20$ м ² / м ³	ГОСТ 12.1.005-88 СНиП III -4-80*

	Освітлення робочого місця	Монтаж системи опалення і вентиляції	30 лк	СНиП II-4-79 ГОСТ 12,1,046-85
	Метеорологіч ні умови	Монтаж системи опалення і вентиляції	$V \leq 5 \text{ м/с}$	ДНС 3.3.6.042-99
	Атмосфна електрика	Блискавкозахист	Середнє число ударів на $1 \text{ км}^2\text{-7}$	РД 34.21.122-87
	Термічн ий фактор	Зварювальні	$t_{\text{звар}} = 1200 - 1500^\circ\text{C}$	СНиП III-4-80* п.6.17,п.6.22
	Пожена небезпека	Зварювальні	Межа вибухонебезпечності $-65 \text{ м}^3/\text{Г}$	ДБН В. 1.1.-7-2002 НАШ Б 07.005.86 ОНТП 24-86

2.9 Заходи профілактики виявлених факторів

Падіння людей з висоти : Проєми в стінах, які розташовані на висоті 0,7м і більше від рівня перекриття повинні мати огорожу висотою не менше 1,1м та бортову дошку висотою не більше 2м. При роботі на висоті монтажники та інші робочі повинні бути забезпечені запобіжними поясами приладами.

Падіння предметів з висоти: Забороняється монтувати елементи без монтажних петель. Під час перерв в роботі не дозволяється монтувати конструкції та обладнання. Монтаж конструкцій кожного наступного ярусу будівлі слід проводити тільки після закріплення всіх елементів попереднього ярусу згідно проекту.

Метеорологічні умови: Всі роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с та в

умовах низьких температур заборонені. Для попередження переохолодження робочим видається теплий одяг.

Виробничий шум: Рівні звукового тиску на робочих місцях в нормованому діапазоні не повинні перевищувати гранично допустимих 85 дБ. В приміщеннях припливних установок передбачено звукоізолююче огороження: цегляна кладка товщиною 120мм, мінеральна плита товщиною 100мм, металева сітка, штукатурка товщиною 20мм. Приймають оптимальні швидкості руху повітря по повітропроводам. Для індивідуального захисту застосовують навушники та каски.

Вібрація: Для зменшення розповсюдження вібрації від вентиляторів та зменшення динамічного навантаження на будівельні конструкції передбачають щоб основи під вентилятори з електродвигунами були встановлені на віброосновах з пружинними віброізоляторами, а також щоб вентилятори були відокремлені від приєднаних повітроводів гнучкими вставками, виконаними із прорезиненого брезенту.

Шкідливі речовини: При виконанні ізоляційних робіт із застосуванням мінераловати та шлаковати в повітряне середовище виділяється пил. При роботі з ізоляційними матеріалами необхідно користуватись індивідуальними засобами захисту. Ізолювальники повинні бути забезпечені бавовняними комбінезонами, шкіряним взуттям та брезентовими рукавицями. Шлаковату, мінераловату, що застосовується при ізоляційних роботах, необхідно підіймати на висоту у спеціальній тарі, обережно складати та не кидати.

Атмосферна електрика : Для захисту будівлі від блискавки на даху встановлюють блискавкоприймачі висотою 5 м, виконані з газових труб діаметром 25 мм, блискавкоприймачі з'єднуються контуром заземлення за допомогою струмовідводу, виконаних із сталі діаметром 8 мм. На ділянці 1,4 м рівня землі блискавковідводи закривають металічними коробками.

Пожежна безпека: При монтажі і зварювальних роботах можлива пожежна безпека по категорії вибухонебезпечності. В і ступені вогнестійкості будівлі 2. Помешкання обладнуються автоматичною пожежною сигналізацією.

По техніці безпеки передбачаються наступні основні міри:

- всмоктуючі отвори вентиляторів , що не з'єднані з повітроводами , закриваються захисними сітками;
- вентиляційні установки з клиноременними передачами мають типові огороження;
- ширина проходів в венткамерах, що дорівнює їм, забезпечує обслуговування обладнання.

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА

Студентка

/Лванів А.О./

Консультант

/Клімова І.В./

5.1. Охорона праці та навколишнього середовища

5.1.1. Загальні положення

Закон України «Про охорону праці» поширюється на всю економіку, навіть на будівництво. Під час будівництва необхідно вжити заходів, щоб уникнути впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників і мешканців навколишніх районів. Заходи, які можуть вплинути на ці фактори, повинні бути розроблені та впроваджені відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», а також інших нормативно-правових актів і документів.

Проекти організації будівництва (РОВО) і виконання робіт (PVR) повинні включати правила безпеки праці. Будівельні роботи не можуть проводитися без Power Plant (PVP).

У процесі виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватися наступних правил: Закони України про охорону праці та природоохорону, а також інші нормативно-правові акти, пов'язані з охороною праці;

Стандарти гігієни, санітарної гігієни та норм, затверджені Міністерством охорони здоров'я України; державні стандарти системи стандартів безпеки праці (ССБП), державні будівельні норми (ДБН), правила безпечного зведення та безпечної експлуатації будівель і споруд; галузеві стандарти та типові інструкції з охорони праці, які були відповідним чином затверджені; Оскільки під час будівництва застосовується багато обладнань і виконуються роботи, пов'язані з об'єктами підвищеної небезпеки, охорона праці є

обов'язковою. Організації, які планують будувати на основі повідомлення про будівництво або ліцензії на будівництво, зазвичай повинні отримати дозвільний документ на виконання робіт, пов'язаних із підвищеною небезпекою, або на експлуатацію машин, механізмів або устаткувань, які є підвищеною небезпекою.

Для будівництва можуть застосовуватися такі машини, механізми та устаткування підвищеної небезпеки, для експлуатації яких необхідно дозвіл на експлуатацію:

устаткування та технічні засоби для виготовлення, використання та транспортування вибухових матеріалів і виробів на їх основі, комплекси для їх переробки та зберігання;

- устаткування напругою понад 1000 В (електричне устаткування для електричних станцій і мереж; технологічне електрообладнання);
- ліфти, ескалатори, пасажирські конвеєри, пасажирські підвісні канатні дороги, фунікулери.

Крім того, технологічні транспортні засоби включають машини, механізми та устаткування підвищеної небезпеки, для експлуатації яких потрібна декларація з охорони праці, і які можуть використовуватися в будівництві. Перелік робіт підвищеної небезпеки, які потребують дозволу охорони праці: • Робота з використанням енергії вибуху; • Робота з газом у вибухопожежонебезпечних та/або пожежонебезпечних зонах; • Робота з магістральними газопроводами, нафтопроводами та продуктопроводами (нафтопродуктопроводами, аміакопроводами, етиленопроводами тощо), системами природного та зрідженого газу;

Монтаж, демонтаж і капітальний ремонт будинків, споруд, а також відновлення та зміцнення аварійних частин; роботи з плавленням, заливкою та термообробкою лиття; роботи з механічними підіймачами та будівельними підйомниками;

Будівництво, ремонт, експлуатація та ліквідація підземних споруд, не пов'язаних з видобутком корисних *копалин*; використання газополум'яних матеріалів.

3.4.2. Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи.

При виконанні комплексу робіт при будівництві опорного блоку необхідно розробити план заходів, який забезпечить нормальне та безпечне виконання всіх робіт. Під «нормальним безпечним виконанням робіт» розуміють такі роботи, на яких відсутні різноманітні виробничі фактори, які можуть негативно впливати на здоров'я людини та спричиняти травми та нещасні випадки. Аналіз потенційних небезпек і шкідливих виробничих факторів проводиться для визначення потенційних причин виникнення шкідливих факторів. Таблиця 5.1 містить результати аналізу.

Таблиця 5.1

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

№	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	2	3	4	5
	Падіння людини з висоти	монтажні роботи а)зовнішні а)внутрішні	h=12,74 м h=12,74 м h=2,7м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15,

	Падіння з висоти конструкцій і матеріалів ,тощо.	монтажні, покрівельні, опоряджувальні а)зовнішні б)внутрішні навант-розвант	h=12,74 м h=12,74 м h=12,74 м h=12,74 м h=2,7 м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15
	Ураження електричним струмом	електромонтажні, зварювальні, освітлення, машини й механізми	220В, 6000/380В, 220В 220В, 380В	ДБН А.3.2-2-2009 п. 9, п.18 НПАОП 40.1-1.21-92
	Недостатнє освітлення для робочих місць	монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні,	30лк 30лк 30лк 50лк 30лк	ДСТУ Б.А.3.2-15-2011 ДБН А.3.2-2-2009 ДБН В.2.5-28:2018
5	Мікроклімат	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22°С f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	ДСТУ Б.В.2.5-38-2008
	Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ДБН В.1.1-7:2016
	Шкідливі фактори	Електрозварювальні роботи:	ГДК 0,15 мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-16 ГОСТ 12.1.005-

		Пил		88
--	--	-----	--	----

3.5. Заходи профілактики виявлених факторів

3.5.2. Організація будівельного майданчика

Правильна організація будівельного майданчика та створення безпечних робочих умов — першочерговий етап будівництва будь-якого об'єкту. Це також є однією з причин зменшення кількості захворювань і травм, пов'язаних із роботою. Паркан знаходиться попереду будмайданчика. Це запобігає проникненню іноземців на територію, що робить його особливо важливим для будівництва міст. Влаштування водовідведення за межами є частиною планування поверхні будмайданчика. Обґрунтовуються під'їзди та шляхи в межах майданчика. На будмайданчику встановлено дорожні знаки, які інформують про безпечні проходи для пішоходів. Крім того, вирішуються такі питання, як енергопостачання, освітлення, санітарно-побутове забезпечення, забезпечення господарсько-питного та протипожежного водопостачання, встановлення протипожежної сигналізації та багато іншого.

3.5.3. Падіння людей з висоти

Організація робочого місця повинна забезпечити безпечну роботу та зручний і безпечний доступ. Однією з основних вимог безпеки праці для монтажників сантехнічного обладнання є використання захисних пристосувань на робочому місці.

Зазвичай засоби колективного захисту використовуються для захисту працівників на висоті під час приймання, встановлення та проектного закріплення конструкції. При цьому найчастіше використовуються приставні

сходи, які складаються з робочих площадок, металевих площадок, підмостків та інших компонентів.

Окрім вищезгаданих засобів колективного захисту в даний час використовуються захисні сітки, виготовлені з синтетичних матеріалів, таких як лавсан і капрон.

Монтивні площадки, навісні драбини та інші інструменти для роботи на висоті встановлюються та кріпляться на монтуючих конструкціях до того, як вони будуть підняті. Під час монтажу конструкцій зварювальні роботи використовують монтажні каркаси.

3.5.4. Падіння конструкцій та інших предметів

Одним із найважливіших способів запобігання виробничому травматизму є запобігання падінням предметів з висоти під час монтажу. Основними методами покращення монтажу конструкції є зменшення її маси, розмірів і кількості габаритів збірних елементів. Як показав аналіз факторів, які сприяють травмам під час монтажу, більшість нещасних випадків стосуються людей. Ці фактори включають падіння монтажних конструкцій, падіння працівників з висоти, неправильний або неправильний підбір монтажного обладнання, несправності або несправності механізмів і машин, а також електрообладнання та інші фактори, такі як погане освітлення та незадовільна послідовність роботи. Падіння робітників з висоти відбуваються під час наведення, монтажу та закріплення елементів збірних конструкцій під час знесення, остаточного проектування вузлів і особливо під час переїзду на нове робоче місце. Елементи конструкцій або обладнання можуть переміщатися за допомогою гнучких відтяжок, щоб вони не розгойдувалися та не оберталися. Під час перерв у роботі не дозволяється залишати обладнання та конструкційні

компоненти на висоті. Не дозволяється встановлювати елементи конструкцій і обладнання в проектне положення та закріплювати людей під ними.

Доки конструкції не отримають постійного або тимчасового закріплення, вони не можуть бути розстроєні в проектному положенні. Для підйому використовувати вибрані відповідно до проекту вантажо-захисні засоби.

Розташування зв'язків, необхідних для забезпечення стійкості закріплених конструкцій, визначається в проекті виробництва робіт.

3.5.5. Виробничий шум

Виробничий шум — це невпорядковане поєднання акустичних (звукових) коливань різних за частотою та інтенсивністю (силою).

Шуми поділяються на групи за частотною характеристикою: низькочастотні — від 16 до 300 Гц;

Середні частоти коливаються від 300 до 1000 Гц, а високі частоти перевищують 1000 Гц.

Порівняння гранично допустимих значень рівнів звукового тиску в октавних смугах від 31,5 до 8000 Гц називається нормуванням шуму. Санітарні стандарти виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку визначаються двома методами, згідно з ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми»: 1. Загальний рівень звуку, тобто шум, виміряний за шкалою А шумоміра, використовується для орієнтовної якісної оцінки як постійних, так і непостійних шумів.

2: Спектральний аналіз є основним методом дослідження постійних шумів для кількісної оцінки шуму. Якщо рівні шуму в усіх смугах спектру не

перевищують норму, шум вважається нормальним і можна працювати без спеціальних засобів захисту. Якщо виявиться перевищення в одній із смуг спектру над граничним спектром, людину потрібно захистити від шуму. Зазвичай для захисту об'єктів від шуму використовують як комплексні, так і окремі засоби захисту, наприклад звукоізоляцію джерела шуму (наприклад, навушники, шлеми або вкладиші); Використання акустичних екранів і звукопоглинаючих матеріалів. Проект передбачає низку заходів для зменшення шуму, щоб забезпечити необхідний рівень шуму. Зокрема, підлога теплового пункту зроблена «плаваючою» (по товщині 50 мм) і відокремлена від стін пружними прокладками.

Електродвигуни та малошумні насоси використовуються; насоси встановлюються на фундаментах.

Мета цих кроків полягає в тому, щоб забезпечити нормальний рівень шуму в приміщеннях і навколишніх районах:

Шумогасники встановлені на припливних і витяжних повітропроводах систем вентиляції; гнучкі вставки використовуються для підключення повітропроводів до вентиляторів; підлога венткамери теплозвукоізолює; і швидкості повітря в повітропроводах, решітках і воді в трубопроводах не перевищують нормативні.

3.5.6. Освітленість робочих місць

Недостатня освітленість, значні зміни освітленості або умови видимості вимагають пристосування органів зору. Очеві функції акомодатії та адаптації дозволяють це зробити.

Акомодатія — це здатність ока змінювати своє бачення на різних відстанях.

Адаптація зору означає, що очі можуть змінювати чутливість, коли

освітлення змінюється.

Часті зміни рівнів яскравості можуть призвести до зниження зорових функцій і стомлення. Очі стомлюються від напруженої роботи та частоті переадаптації, що знижує загальну працездатність.

Три різновиди освітлення: природне; штучне;

- У зонах, де встановлюються системи опалення та вентиляції, буде забезпечено рівномірне освітлення. Освітленість у цьому випадку не повинна перевищувати 30 лк.

Штучне електричне освітлення використовується, коли природного світла недостатньо або воно відсутнє, а також коли природного світла недостатньо.

3.5.7. Атмосферна електрика

Атмосферна електрика — це особливий тип електричних зарядів, які нагромаджуються та розподіляються в хмарах завдяки аеродинамічним та термічним процесам, що відбуваються в атмосфері.

За класом вибухонебезпечності згідно з ПУЕ будівлі та споруди поділяються на три категорії за рівнем блискавкозахисту.

До категорії I належать будівлі та споруди з вибухонебезпечними зонами класів В-0, В-1, В-20 і В-21. Вони містять легкозаймисті та горючі речовини, які, якщо вибухне іскра, можуть утворювати газо-, пило- та пароподібні суміші.

Будівлі та споруди (класи В-2, В-21) належать до другої категорії, де пароподібні суміші можуть з'явитися лише через аварію чи порушення технологічного процесу. Крім того, це стосується складів з вибухонебезпечними речовинами, горючими речовинами та легкозаймистими рідинами.

До категорії III належать зовнішні технологічні установки, відкриті склади горючих речовин, пожежонебезпечні зони класів П-1, П-2 та П-2а, а також башти та вишки різного призначення висотою 15 м і більше.

Будівлі та споруди першої та другої категорій повинні бути захищені від прямих ударів блискавки та її вторинних проявів, тоді як будівлі та споруди третьої категорії зазвичай захищаються лише від прямих ударів блискавки. Блискавкоприймачі виготовляють зі сталі довжиною від одного до двох метрів і поперечною площею не менше 100 міліметрів.

Струмопроводи виготовляються зі сталюгого дроту діаметром не менше шести міліметрів.

Як і заземлювачі електроустановок, заземлювачі складаються з металевих труб, стрижнів або кутників.

Щоб захистити пристрої від електростатичної індукції, також відомої як «вторинний прояв блискавки», вони приєднуються до заземлювача.

Це робиться для того, щоб електростатичні заряди не потрапляли в землю. Приєднання металоконструкцій до заземлювача захищає будівлю від високих потенціалів. Перемички між металоконструкціями зварюють у місцях, де вони зближені менше ніж на десять сантиметрів, щоб запобігти проявам

електромагнітної індукції та іскри.

3.5.8. Пожежне забезпечення

Неконтрольоване горіння поза спеціальним місцем, яке розповсюджується в часі та просторі, ставить під загрозу життя та здоров'я людей, навколишнє середовище та завдає матеріальних збитків.

Пожежна безпека – це сукупність організаційних заходів і технічних засобів, які використовуються для попередження та гасіння пожеж.

Невиконання нормативних документів щодо пожежної безпеки, порушення правил пожежної безпеки (наприклад, паління в недозволених місцях, виконання «вогневих» робіт тощо), порушення правил улаштування та експлуатації будівельного електрообладнання, порушення правил деяких будівельних технологічних процесів, порушення правил експлуатації опалювальних приладів у тимчасових приміщеннях будівельного майданчика та невиконання правил пожежної безпеки.

Рішення щодо системи запобігання пожежам включають використання електрообладнання, яке відповідає вимогам електростатичної електробезпеки відповідно до ДСТУ 7302:2013.

наявність громовідводу в будинку; установка захисту від короткого замикання на розподільному щиті теплового пункту.

Технології протипожежних систем

Для всієї будівлі проектні рішення систем опалення, вентиляції та кондиціонування включають протиибухові та протипожежні заходи відповідно до

правил і стандартів.

Основні:

прийняті схеми систем центрального кондиціонування та загальнообмінної вентиляції з поверховим підключенням до вертикального колектора. Продукти згоряння не можуть перетікати з нижніх поверхів у верхні через стелю або підключення на поверсі, що обслуговується вогнезатримувальним клапаном. Усі повітропроводи проектуються з необхідною вогнетривкістю. Вогнезатримувальні клапани встановлюються з необхідною вогнетривкістю при перетині стін, а також у будівлі є система протидимного захисту. Димовидалення було розроблено в торгових залах, де кожна димова зона займала не більше 900 квадратних метрів, а також у коридорах підвалу, де не було природного освітлення.

Коридори використовуються для проектування димовидалення в підвалі, якщо площа приміщення без природного освітлення менше 200 м². Витрата диму визначається розрахунком приміщень.

До відновлення приймаються сертифіковані дахові вентилятори ДВ, призначені для транспортування продуктів згоряння до температури 600 оС у приміщенні та 400 оС у коридорі. Коли стає пожежа, системи підпору включаються, а всі вентилятори загальнообмінної вентиляції відключаються автоматично. У той самий момент система ДВ включається, щоб обслуговувати пожежу в димовій зоні.

Після проходження протипожежного інструктажу та відповідного навчання працівники можуть працювати.

Належну кількість основних засобів пожежегасіння потрібно розрахувати відповідно до особливостей виробництва, будівельного майданчика, розмірів і умов експлуатації приміщень, наявного обладнання та кількості робочих

місце, а також максимальної кількості людей, які можуть бути присутні.

Іванів А.О.

3.5.9. Незадовільні параметри мікроклімату

Кожне робоче місце потребує гігієнічної оцінки, і мікроклімат виробничих приміщень є важливим фактором виробничого середовища.

Системи, які захищають тепло, використовуються, коли є джерела тепловиділення.

Теплозахисні засоби класифікуються таким чином:

Тепловідбивні: сталеві або алюмінієві листи або коробки (сталь, залізо, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою тощо) одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; плівкові матеріали; теплоізоляція: сталеві або алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит тощо;

Для захисту працюючих ЗІЗ від перегрівання та забруднення використовуються спеціальні засоби захисту.

Засоби індивідуального захисту (спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту очей, голови, обличчя та рук) використовуються, коли мікрокліматичні умови не можна вивести на нормативний рівень за допомогою вказаних засобів.

ЗІЗ поділяються на категорії залежно від того, для чого вони використовуються: • для постійної роботи в гарячих цехах;

захисту ніг під час аварійних робіт; захисту рук від опіків; захисту голови від теплового випромінювання та крапель металу; і захисту очей і обличчя.

За допомогою спеціального одягу внутрішні поверхні не повинні нагріватися вище 40°C. Якщо інтенсивність теплового випромінювання не можна контролювати, використовується повітряне або водно-повітряне душування.

Люди, які працюють у нагріваючому мікрокліматі, можуть запобігти порушенню водно-сольового балансу шляхом компенсації рідини, мікроелементів (наприклад, магній, мідь, цинк, йод тощо), солей (наприклад, натрій, калій, кальцій тощо), а також розчинних у рідині вітамінів, які виділяються з організму

потом.

Взимку, коли мікроклімат на робочих місцях нижче допустимих значень, влаштовують повітряні або повітряно-теплові завіси біля воріт, технологічних отворів і інших отворів у зовнішніх стінах, а також тамбури-шлюзи.

Встановлюють пристрої для швидкого та ефективного обігріву верхніх і нижніх кінцівок (локальний променево-контактний обігрів) на спеціальних місцях для обігріву

Іванів А.О.

Список літератури:
1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2011.- 123 с.
2. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2 - [Чинні від 2020-01-06]. - Міністерство регіонального розвитку та будівництва України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2020. -55с.
3. ДБН В.2.2-9:2018. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Зі Зміною № 1 - [Чинні від 2018-28-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2022.- 43с.
4. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення (з урахуванням зміни №1).- [Чинні від 2019-12-01].- Мінрегіон України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2019.- 44 с.
5. Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій: методичні вказівки до виконання розділу курсового проекту з дисципліни опалення./ уклад. Росковшенко Ю.К., Любарець О.П., Сенчук М.П. та інш. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
6. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2022.- 23 с.
7. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 63 с.
8. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
9. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
10.Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
11.Теплова потужність систем водяного опалення: методичні вказівки до виконання розділу курсового та дипломного проєктів з дисципліни опалення / уклад. О.П.Любарець, М.П.Сенчук., В.О.Любарець – К.: КНУБА, 2015. – 26с.
12.Любарець О.П., Сенчук М.П., Любарець В.О. Методика визначення проєктної теплової потужності систем опалення приміщень та будівель. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. Вип.8. Київ: КНУБА, 2016.- с.197-201.

13.Опалення: методичні вказівки до виконання розділу "Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення" курсового проекту / уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський та інш. - К.: КНУБА, 2015. – 40с
14.Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітїна, М.О. Шишина, І.О. Пефтева. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
15.Росковшенко Ю. К.Центральні системи кондиціонування повітря: Навч. посібник. Київ : ІВНВКП "Укреліотех", 2008.216 с.
16.ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. - [Чинні від 2023-03-01].-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.- 156 с.
17.Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г. Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ-Варшава-Білосток: ТОВ КАН, 2016.- 28с.
18.ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1- [Чинні від 2022-09-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранхбудінформ”, 2018.- 63 с.
19.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранхбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
20.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранхбудінформ”, 2011.- 123 с.
21.Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій: методичні вказівки до виконання розділу курсового проекту з дисципліни опалення./ уклад. Росковшенко Ю.К., Любарець О.П., Сенчук М.П. та інш. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
22.ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранхбудінформ”, 2022.- 23 с.
23.ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ» , 2022. – 63 с.
24.ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 34 с.

25.ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників тепловологічного стану огорожувальних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 43 с.
26.ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій» - 13 с.
27.Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
28.Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
29.Теплова потужність систем водяного опалення: методичні вказівки до виконання розділу курсового та дипломного проєктів з дисципліни опалення / уклад. О.П.Любарець, М.П.Сенчук., В.О.Любарець – К.: КНУБА, 2015. – 26с.
30.Любарець О.П., Сенчук М.П., Любарець В.О. Методика визначення проєктної теплової потужності систем опалення приміщень та будівель. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. Вип.8. Київ: КНУБА, 2016.- с.197-201.
31.Опалення: методичні вказівки до виконання розділу "Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення" курсового проєкту / уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський та інш. - К.: КНУБА, 2015. – 40с
32.Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітіна, М.О. Шишина, І.О. Пефтева. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
33.ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2 - [Чинні від 2020-01-06]. - Міністерство регіонального розвитку та будівництва України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2020. -55с.
34.Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
35.ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. - [Чинні від 2023-03-01].-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.- 156 с.
36.Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г. Теплова

<p>потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ-Варшава-Білосток: ТОВ КАН, 2016.- 28с.</p>
<p>37.Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. -71 с.</p>
<p>38.Зінич. П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.:КНУБА,2002.- 256 с.</p>
<p>39.Довбуш О.М., Возняк О.Т., Жуковський С.С. Системи обігрівання та вентиляції. Технологіїзаготівельних і монтажних робіт: навчальний посібник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. – 276 с.</p>
<p>40.Сашко В.О., Терещенко В.М. Труби та арматура: навчальний посібник. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 102 с. – НП Труби та арматура, Київ, 2019.pdf.</p>
<p>41.Жуковський С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та монтажних робіт: навчальний посібник. - – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 1999. – 448 с. (шифр: 697, авторський знак: Ж86) НП Технологія заг. спец. монт. робіт, Дьвів,1999.djvu.</p>
<p>42.Методичні вказівки до виконання практичних занять і індивідуальної роботи: Монтажне проектування сталевих і мідних внутрішніх газопроводів/ М.П.Сенчук, Ю.Й. Франчук. – К.: КНУБА, 2023. – 64 с. – Методичні вказівки.</p>
<p>43.Методичні вказівки до виконання курсової роботи: Розробка монтажного проекту системи вентиляції / В.М. Голубенков, П.Л. Зінич.– К.:КНУБА, 2008.–56 с. – Методичні вказівки.</p>
<p>44.Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с.</p>
<p>45.Дорош А.М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник. – К.: Аграрна політика, 2011. – 255 с. – НП Організація-буд.-вир-ва, Київ, 2011.pdf.</p>
<p>46.Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Організація будівельно-монтажних робіт» для студентів теплогазопостачання і вентиляції/ уклад. М.В. Степанов. – К.: КНУБА, 2005. – 48 с.</p>
<p>47.Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи ДСТУ Б Д.2.2- далі номери: 1, 6, 7, 8, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26 (Наказ Мінрегіонбуд України № 172 від 25.04.2013) .</p>
<p>48.ДБН А.3.1.-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2016. – чинні від 01.01.2017. – Норми.</p>
<p>49.ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – чинні з 01.03.2018. – Норми.</p>
<p>50.ДБН А.3.2-2-2014. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2014. – чинні від 01.01.2015. – Норми.</p>
<p>51..Законодавство України про охорону праці: у 3 т. - К.: Основа. 2008. - Т.1. - 368 с.. Т.2. - 352 с.. Т.3. - 464 с.</p>
<p>52.Вахонєва Т.М. Основи охорони праці в Україні. - Дакор. 2019. -508 с.</p>

53.Ганзюк М.П. Основи охорони праці / М.П. Ганзюк, Є.П. Желібо. М.О. Халімовський. - К.: Каравела, 2003. - 408 с.
54.Диденко Л.М. Охрана труда при реконструкции и капитальном ремонте производственных зданий I Л.М. Диденко. В.В. Сафонов. ВТ. Кахановский и др. - К.: Будівельник. 1994. - 192 с.
55.Атаманчук П.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник I П.С. Атаманчук та ін. - К.: Центр учбової літератури, 2017. - 322 с.
56.Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: навчальний посібник: за редакцією В.В. Сафонова. - К.: Основа. 2011. - 480 с.

Іванів А.О.