

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

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

на тему:

Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря металообробного  
підприємства в м. Чернігів

Антощук Богдан Валентинович

Київ 2023 р.

*Друга сторінка АВР*

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Предун К.М.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

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

на тему:

Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря металообробного  
підприємства в м. Чернігів

Виконав студент групи ТВ-41

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Антощук Богдан Валентинович

Керівник Задоянний О.В.

Кандидат технічних наук, доцент

Ідентичність підтверджую

Київ 2023 р.

**Орієнтовний зміст атестаційної випускної роботи**  
Системи інженерного забезпечення промислової будівлі

	Вступ.
1.	Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.
2.	Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.
3.	Опалення;
3.1.	Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі:
	- з перевіркою теплостійкості;
	- визначенням показників теплозасвоєння;
	- оцінкою тепловологісного стану.
3.2.	Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в холодний період року. Визначення теплової потужності системи опалення.
3.3.	Вибір і обґрунтування рішень системи опалення будинку.
3.4.	Гідравлічний розрахунок трубопроводів.
3.5.	Тепловий розрахунок опалювальних приладів.
3.6.	Розрахунок і вибір обладнання ІТП, теплового лічильника тощо.
4.	Вентиляція/кондиціонування повітря:
4.1.	Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.
4.2.	Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях. Складання повітряного балансу.
4.3.	Вибір і обґрунтування систем вентиляції/кондиціонування повітря.
4.4.	Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.
4.5.	Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря.
5.	Димовидалення:
5.1.	Вибір і розрахунки системи димовидалення: аеродинамічний і тепловий.
6.	Експлуатація інженерних систем забезпечення параметрів мікроклімату у приміщеннях житлового будинку.
7.	Розробка та обґрунтування заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності при проектуванні та експлуатації систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.

8.	Заходи з охорони праці.
9.	Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату:
9.1.	Система опалення.
9.2.	Система вентиляції/кондиціонування повітря.
10.	Автоматизація технологічного устаткування.
11.	Розрахунок та складання енергетичного паспорту будівлі.
	Список літературних джерел.

За основу атестаційної роботи слід прийняти курсовий проект з опалення промислової будівлі. Його можливо (на вибір, за вказівкою керівника) доповнити інженерними рішеннями за результатами вивчення таких дисциплін:

- 1) технології та організація монтажу інженерних систем і мереж (КП);
- 2) будівельна теплофізика (курсова робота (КР));
- 3) основи енергоефективності та енергозбереження систем ТГПів (РГР);
- 4) комп'ютерні технології проектування систем ТГПів (РГР);
- 5) автоматизація технологічних процесів систем ТГПів (КонтрР);
- 6) основи охорони праці (контрольна робота (КонтР));
- 7) електрокабельне опалення (РГР);
- 8) енергетична паспортизація та сертифікація будівель (РГР);
- 9) протидимова вентиляція будівель і споруд (РГР).

Таблиця А.2

## Системи інженерного забезпечення промислової будівлі

	Вступ.
1.	Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.
2.	Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.
3.	Опалення:
3.1.	Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі:
	- з перевіркою теплостійкості;
	- визначенням показників теплозасвоєння;
	- оцінкою тепловологісного стану.
3.2.	Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в холодний період року.
	Визначення теплової потужності системи опалення.

3.3.	Вибір і обґрунтування рішень системи опалення будівлі.
3.4.	Гідравлічний розрахунок трубопроводів.
3.5.	Тепловий розрахунок опалювальних приладів.
3.6.	Розрахунок і вибір обладнання ІТП, теплового лічильника тощо.
4.	Вентиляція/кондиціонування повітря:
4.1.	Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.
4.2.	Розрахунок обґрунтування у приміщеннях, у т.ч. і за допомогою I-d-діаграми. Складання повітряного балансу.
4.3.	Вибір і обґрунтування систем вентиляції/кондиціонування повітря.
4.4.	Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.
4.5.	Розрахунок і вибір повітророзподільників.
4.6.	Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря.
4.7.	Обґрунтування, розрахунки і вибір обладнання систем тепло- і холодопостачання.
4.8.	Обґрунтування, розрахунок і вибір обладнання повітряно-теплової завіси вхідної групи будівлі.
5.	Аварійна та протидимова вентиляція:
5.1.	Обґрунтування необхідності влаштування і технічних рішень систем
5.2.	Система протидимової вентиляції:
	- розрахунки системи димовидалення;
	- вибір необхідного устаткування і обладнання.
5.3.	Система аварійної вентиляції:
	- розрахунки системи;
	- вибір необхідного устаткування і обладнання.
6.	Експлуатація інженерних систем забезпечення параметрів мікроклімату у приміщеннях громадської будівлі.
7.	Розробка та обґрунтування заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності при проектуванні та експлуатації систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.
8.	Заходи з охорони праці.
9.	Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату:
9.1.	Система опалення.
9.2.	Система вентиляції/кондиціонування повітря.
9.2.	Система аварійної вентиляції/протидимової вентиляції.
10.	Автоматизація технологічного устаткування.
11.	Розрахунок та складання енергетичного паспорту будівлі.
	Список літературних джерел.

За основу випускної роботи необхідно прийняти курсовий проект з вентиляції/кондиціонування повітря промислової будівлі. Його можливо (на

вибір, за вказівкою керівника) доповнити інженерними рішеннями за результатами вивчення таких дисциплін:

- 1) технології та організація монтажу інженерних систем і мереж (КП);
- 2) будівельна теплофізика (КР);
- 3) основи енергоефективності та енергозбереження систем ТГПіВ (РГР);
- 4) комп'ютерні технології проектування систем ТГПіВ (РГР);
- 5) автоматизація технологічних процесів систем ТГПіВ (КонтрР);
- 6) основи охорони праці (контрольна робота (КонтР));
- 7) енергетична паспортизація та сертифікація будівель (РГР);
- 8) протидимова вентиляція будівель і споруд (РГР);
- 9) теплові насоси та холодильні установки (КР).

Таблиця А.3

Системи інженерного забезпечення промислової будівлі

	Вступ.
1.	Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.
2.	Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.
3.	Опалення:
3.1.	Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі:
	- з перевіркою теплостійкості;
	- визначенням показників теплосасвоєння;
	- оцінкою тепловологісного стану.
3.2.	Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в холодний період року. Визначення теплової потужності систем опалення.
3.3.	Вибір і обґрунтування рішень систем опалення будівлі:
	- визначення категорій приміщень, технологій щодо вибухо-, пожежонебезпеки;
	- характеристика прийнятих рішень щодо систем опалення.
3.4.	Розрахунки систем опалення:
	- система водяного опалення;
	- система парового опалення;
	- система електричного опалення;
	- система повітряного опалення;
	- система радіаційного опалення.
3.5.	Розрахунок і вибір обладнання ІТП, теплового лічильника тощо.
4.	Вентиляція/кондиціонування повітря:
4.1.	Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх

	кількостей.
4.2.	Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях, у т.ч. і за допомогою I-d-діаграми. Складання повітряного балансу.
4.3.	Вибір і обґрунтування систем вентиляції/кондиціонування повітря.
4.4.	Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.
4.5.	Розрахунок і вибір повітророзподільників.
4.6.	Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря.
4.7.	Обґрунтування, розрахунки і вибір обладнання систем тепло- і холодопостачання.
4.8.	Обґрунтування, розрахунок і вибір обладнання повітряно-теплової завіси вхідних воріт тощо будівлі.
4.9.	Обґрунтування, розрахунки і вибір пилогазоочисних установок.
5.	Аварійна вентиляція:
5.1.	Обґрунтування необхідності влаштування і технічних рішень.
5.2.	Розрахунки системи.
5.3.	Вибір необхідного устаткування і обладнання.
6.	Аерація:
6.1.	Обґрунтування необхідності влаштування і технічні рішення.
6.2.	Розрахунки системи.
7.	Експлуатація інженерних систем забезпечення параметрів мікроклімату у приміщеннях громадської будівлі.
8.	Розробка та обґрунтування заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності при проектуванні та експлуатації систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату, технологічних процесів.
9.	Заходи з охорони праці.
10.	Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату:
10.1.	Система опалення.
10.2.	Система вентиляції/кондиціонування повітря.
10.2.	Система аварійної вентиляції/протидимової вентиляції.
11.	Автоматизація технологічного устаткування.
	Список літературних джерел.

За основу атестаційної випускної роботи необхідно прийняти курсовий проект з вентиляції та кондиціонування повітря промислової будівлі. Його можливо (на вибір, за вказівкою керівника) доповнити інженерними рішеннями за результатами вивчення таких дисциплін:

- 1) технології та організація монтажу інженерних систем і мереж (КП);
- 2) будівельна теплофізика (КР);

- 3) основи енергоефективності та енергозбереження систем ТГПів (РГР);
- 4) комп'ютерні технології проектування систем ТГПів (РГР);
- 5) автоматизація технологічних процесів систем ТГПів (КонтрР);
- 6) основи охорони праці (контрольна робота (КонтР));
- 7) протидимова вентиляція будівель і споруд (РГР);
- 8) теплові насоси та холодильні установки (РГР).;
- 9) опалення промислових будівель і споруд (РГР);
- 10) очищення вентиляційних викидів (РГР);
- 11) радіаційне опалення та охолодження (РГР);
- 12) теплові насоси та холодильні установки (КР).

Таблиця А.4

Підвищення енергоефективності існуючої  
промислової будівлі

	Вступ.
1.	Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.
2.	Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.
3.	Архітектурно-планувальні рішення будинку.
4.	Реконструкція існуючого опалення:
4.1.	Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі:
	- з перевіркою теплостійкості;
	- визначенням показників теплосасвоєння;
	- оцінкою тепловологісного стану.
4.2.	Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в холодний період року. Визначення теплової потужності системи опалення.
4.3.	Вибір і обґрунтування рішень з термомодернізації системи опалення.
4.4.	Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.
4.5.	Тепловий розрахунок опалювальних приладів.
4.6.	Розрахунок і вибір обладнання джерела теплоти:
	- автономної теплогенеруючої установки на традиційному та альтернативному паливах;
	- теплонасосної установки «вода-повітря», «вода-грунт» тощо;
	- ІТП, підключеного до міських теплових мереж;
	- сонячної електростанції (СЕС).
5.	Реконструкція існуючої вентиляції приміщень:
5.1.	Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.
5.2.	Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях. Складання повітряного

	балансу.
5.3.	Вибір і обґрунтування рішень щодо реконструкції систем вентиляції.
5.4.	Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.
5.5.	Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря.
6.	Розрахунок та складання енергетичного паспорту будівлі.
7.	Експлуатація інженерних систем забезпечення параметрів мікроклімату у приміщеннях житлового будинку.
8.	Розробка та обґрунтування заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності при проектуванні та експлуатації систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.
9.	Заходи з охорони праці.
10.	Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.
10.1.	Система опалення.
10.2.	Система вентиляції/кондиціонування повітря.
11.	Автоматизація технологічного устаткування.
	Список літературних джерел.

За основу випускної роботи бакалавра слід прийняти архітектурно-планувальні рішення існуючої промислової будівлі. Його можливо (на вибір, за вказівкою керівника) доповнити інженерними рішеннями за результатами вивчення таких дисциплін:

- 1) опалення (КП);
- 2) вентиляція (КП);
- 3) технології та організація монтажу інженерних систем і мереж (КП);
- 4) будівельна теплофізика (КР);
- 5) основи енергоефективності та енергозбереження систем ТГПіВ (РГР);
- 6) комп'ютерні технології проектування систем ТГПіВ (РГР);
- 7) автоматизація технологічних процесів систем ТГПіВ (КонтрР);
- 8) основи охорони праці (контрольна робота (КонтР));
- 9) електрокабельне опалення (РГР);
- 10) енергетична паспортизація та сертифікація будівель (РГР);
- 11) теплові насоси та холодильні установки (КР).

**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

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

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

Антощук Богдан Валентинович

1. Тема роботи: Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря  
металообробного підприємства в м. Чернігів

затверджена наказом ректора КНУБА №217 від 12 квітня 2023 р.

2. Керівник роботи

Задоянний Олександр Васильович, кандидат технічних наук, доцент

3. Строк подання студентом роботи до захисту \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Основні дані об'єкту проектування

Розділ 2. Вихідні дані

Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок та підбір огорожувальних конструкцій

Розділ 4. Тепловий баланс приміщень

Розділ 5. Опалення

Розділ 6. Вентиляція

Розділ 7. Організація і технологія монтажу інженерних систем та мереж

Розділ 8. Охорона праці

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 1.Вентиляція

Розділ 2.Опалення

Розділ 3. Організація і технологія монтажу інженерних систем та мереж

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Основні дані об'єкту проектування	
Розділ 2. Тепловий баланс приміщень	
Розділ 3. Опалення	
Розділ 4. Вентиляція	
Розділ 5. Організація і технологія монтажу інженерних систем та мереж	
Розділ 6. Охорона праці	
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 5.			
Розділ 6.			

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

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

Керівник \_\_\_\_\_ Задоянний О.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент \_\_\_\_\_ Антощук Б.В  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Додаток Г

*Орієнтовна структура резюме до АВР*

## Орієнтовний зміст атестаційної випускної роботи

	<b>Вступ</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	<b>Розділ 1. Основні дані об'єкту проектування</b>	<b>6</b>
1.1.	Характеристика об'єкту проектування	8
1.2.	Основні об'ємно-планувальні показники об'єкту проектування	11
<b>2.</b>	<b>Вихідні дані</b>	<b>12</b>
2.1.	Характеристика району будівництва	13
2.2.	Розрахункові параметри зовнішнього повітря	14
2.3.	Розрахункові параметри внутрішнього повітря	15
<b>3.</b>	<b>Теплотехнічний розрахунок та підбір огорожувальних конструкцій</b>	<b>17</b>
3.1.	Умови експлуатації та опори теплопередачі огорожуючих конструкцій	18
3.2.	Теплотехнічний розрахунок та підбір огорожуючих конструкцій	20
<b>4.</b>	<b>Тепловий баланс приміщень</b>	<b>32</b>
4.1.	Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції	33
4.2.	Розрахунок тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря	34
4.3.	Розрахунок надходжень теплоти	40
4.3.1.	Регулятори систем вентиляції та систем кондиціонування повітря	45
4.4.	Розрахунок надходжень вологи	46
<b>5</b>	<b>Опалення</b>	<b>52</b>
5.1.	Розрахунок теплової потужності системи опалення	53
5.2.	Питомі показники роботи системи опалення	54
5.3.	Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення	55
5.4.	Опалювальні прилади	56
5.5.	Запірна та регулююча арматура	56
5.6.	Трубопроводи системи опалення та їх прокладання	56
5.7.	Вибір джерела теплової енергії	57
5.8.	Підбір циркуляційних насосів системи опалення	57
5.9.	Індивідуальний тепловий пункт	58
<b>6</b>	<b>Вентиляція</b>	<b>59</b>
6.1.	Принципові рішення вентиляції металообробного підприємства	60
6.1.1.	Зварювальне відділення металообробного підприємства	60
6.1.2.	Ковальське відділення металообробного підприємства	64
6.2.	Вибір і розрахунок місцевих відсмоктувачів	65
6.3.	Повітряне душення	69
6.3.1.	Розрахунок повітряного душення робочого місця біля газової печі	69
6.3.2.	Розрахунок зонта-козирка над завантажувальним отвором печі	72
6.4.	Розрахунок повітряної завіси	75
6.5.	Розрахунок калорифера для повітряної завіси	81
6.6.	Розрахунок повітророзподільників	82
6.7.1.	Повітрообмін на розбавлення до ГДК	84
6.7.2.	Розрахунок повітрообмінів загальнообмінної вентиляції	85
6.8.	Складання повітряного балансу	88
6.9.1.	Розрахунок аерації для ковальського відділення	89
6.9.2.	Аеродинамічний розрахунок	91
6.10.	Пуск, наладка і експлуатація систем вентиляції	94
<b>7.</b>	<b>Організація і технологія монтажу інженерних систем та мереж</b>	<b>103</b>
<b>8.</b>	<b>Охорона праці</b>	<b>125</b>

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк. 3
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

8.1.	Основні небезпечні та шкідливі фактори, що діють при монтажі систем опалення, вентиляції	126
8.2.	Заходи профілактики виявлення факторів, передбачених в інших розділах дипломної роботи бакалавра	128
8.2.1.	Падіння людей з висоти	129
8.2.2.	Падіння предметів і конструкцій з висоти	129
8.2.3.	Електричний струм	130
8.2.4.	Вібрація	130
8.2.5.	Виробничий шум	130
8.2.6.	Освітлення робочих місць	131
8.2.7.	Шкідливі речовини	131
8.2.8.	Атмосферна електрика	133
8.2.9.	Протипожежна безпека	133
8.2.10.	Термічний фактор	134
8.2.11.	Незадовільні параметри мікроклімату	135
	<b>Список використаної літератури</b>	<b>138</b>

## Вступ

Проект містить 140 сторінок пояснювальної записки та 8 аркушів графічної частини формату А1.

У пояснювальній записці опрацьовано та наведено наступні розділи: загальна частина; тепловий режим будівлі, включаючи теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій і тепловий баланс приміщень; опалення; вентиляція; організація будівництва; охорона праці та навколишнього середовища; і так далі. Крім того, записка містить необхідні обґрунтування прийнятих рішень щодо приміщень металообробного підприємства, а також розрахункові схеми та таблиці з результатами розрахунків. Крім того, у графічній частині проекту конструктивно опрацьовано всі принципові рішення.

Дійсний проект розроблений відповідно до діючих нормативних документів, таких як ДБН В.2.5-67-2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [4], ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 Будівельна кліматологія [1], ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [2], а також додаткових змін, норм проектування, методичних рекомендацій та інших документів.

Системи опалення та вентиляції промислового підприємства забезпечують нормативні параметри повітряного середовища в приміщеннях металообробного підприємства, що підвищує продуктивність праці та покращує якість життя людей.

Запроектвані системи гарантують ефективність і надійність при зниженні енерговитрат.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Розділ 1 Основні характеристики об'єкту проектування

### 1.1 Опис об'єкту проектування:

Проектування систем опалення та вентиляції для металообробного підприємства є предметом цієї дипломної роботи бакалавра. Це металообробне підприємство знаходиться в м. Чернігів

Відповідно до таблиці 1.1 Основні технічні показники металообробного підприємства наведено нижче.

Таблиця 1.1

### Технічний опис будівлі

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Назва	Промислова будівля	
2	Рік будівництва	р.	2001
3	Площа забудови	кв.м	1201,85
4	Об'єм	куб.м	10636,56
5	Фундамент	-	-
6	Поверховість	поверх	1
7	Висота поверху	м	9
8	Ступінь вогнестійкості	I	
9	Площа ділянки	га	1,3
10	Загальна площа	м <sup>2</sup>	1 201,85
11	Корисна площа	м <sup>2</sup>	1 040,7
12	Кількість створених робочих місць	місце	65
13	Річні потреби:		
	- вода	тис. м <sup>3</sup>	12
	- електроенергії	тис.кВт/год	470
14	Тривалість будівництва	міс.	24

Промислова будівля (металообробне підприємство), прийнята в цьому дипломному проекті, гарантує потокове виробництво товарів і деталей. Розділивши процес виготовлення товару на кілька складових частин Будівля була розділена на зони, де виконувалися більш-менш прості операції, і розташована за робочими місцями (постами та верстатами) або за групою однакових робочих місць.

По мірі виготовлення продукції на кожному робочому місці відбувається низка процесів, які повторюються. оснащення робочих місць потоковою лінією

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

спеціального промислового обладнання, інструментів і пристроїв, які гарантують високоякісне та продуктивне виконання закріплених операці

Дана промислова споруда використовує масове виробництво, що дозволяє використовувати найбільше устаткування, мати найвищий загальний рівень продуктивності праці та мати найнижчу собівартість виготовлення продукції. Металообробні підприємства в основному виробляють механічну обробку та збирання в масовому та багатосерійному виробництві. Підприємство, яке спеціалізується на предметній спеціалізації ділянок, розділяє свою будівлю на частини відповідно до технології виробництва та зосереджує все необхідне обладнання для повного виготовлення складальної одиниці (деталі) в одному цеху.

Ми використали основні принципи розробки плану розташування устаткування дільниці для розташування у цій дипломній роботі. Це гарантує точність руху деталей під час їх обробки відповідно до технологічних процесів, а також дозволяє визначати відстані між стінами, колонами та устаткуванням.

В цьому дипломному проекті прийнято промислову будівлю, яка складається з наступних ділянок (розташованих за технологією):

- Відділ зварювання (111,62 кв. м.)
- Відділ ковки (72,57 кв. м.)
- Цех для штампування (514,28 кв. м.)
- Відділ очищення (38,27 кв. м.)
- Відділ ремонту (72,9 кв. м.)

Об'єктом будівництва є будівля металообробного заводу в м. Чернігові. Данна промислова будівля складається з одного поверху.

Нижня таблиця 2 містить об'ємно-планувальні параметри об'єкту проектування.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування параметра, одиниця виміру	Значення
1	2	3
1	Довжина споруди, м	48,00
2	Ширина споруди, м	15,00
3	Висота споруди, м (від відмітки чистої підлоги $\pm 0,00$ )	9,00

Промислова будівля має дах із панелями товщиною 290 мм, які мають ухил  $9^\circ$ . Загальна площа будівлі металообробного підприємства становить кв. м. **1 201,85**  
Будівля має об'єм **10 636,56 м<sup>3</sup>**,

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		7

Будівля має ворота в кількості – **3 шт**  
Вікна в кількості **20 шт**. Вікно має висоту 3,2 метра та ширину 4,5 метра.  
Двері зовнішні – **2 шт**.

### 1.2. Основні об'ємно-планувальні показники

Наступні є основними об'ємно-планувальними показниками для об'єкту проектування:

- Площа опалення будівлі  $F_h = 1\,201,85 \text{ м}^2$ ;
- Опалювальний об'єм будівлі становить  $10\,636,56$  кубічних метрів.
- $F_{\Sigma} = 28,80 \text{ м}^2$ , загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій;
- $F_{\Sigma} = 1445,40 \text{ м}^2$ , загальна площа зовнішніх несутлопрозорих огорожувальних конструкцій.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Розділ 2 Вихідні дані

### 2.1. Опис зони будівництва

Компанія з металообробки знаходиться в м. Чернігіві. Чернігів відноситься до першої температурної зони за картою кліматичних температурних зон України[4].

Генеральний план об'єкту проєктування

Згідно з генеральним планом, завод з виробництва металу повинен бути побудований на відповідній відстані від житлової забудови.

На рисунку 2.1 нижче показано загальний план об'єкту проєктування, який також представлено в графічній частині дипломного проєкту. Метаобробне підприємство показано під номером 1.

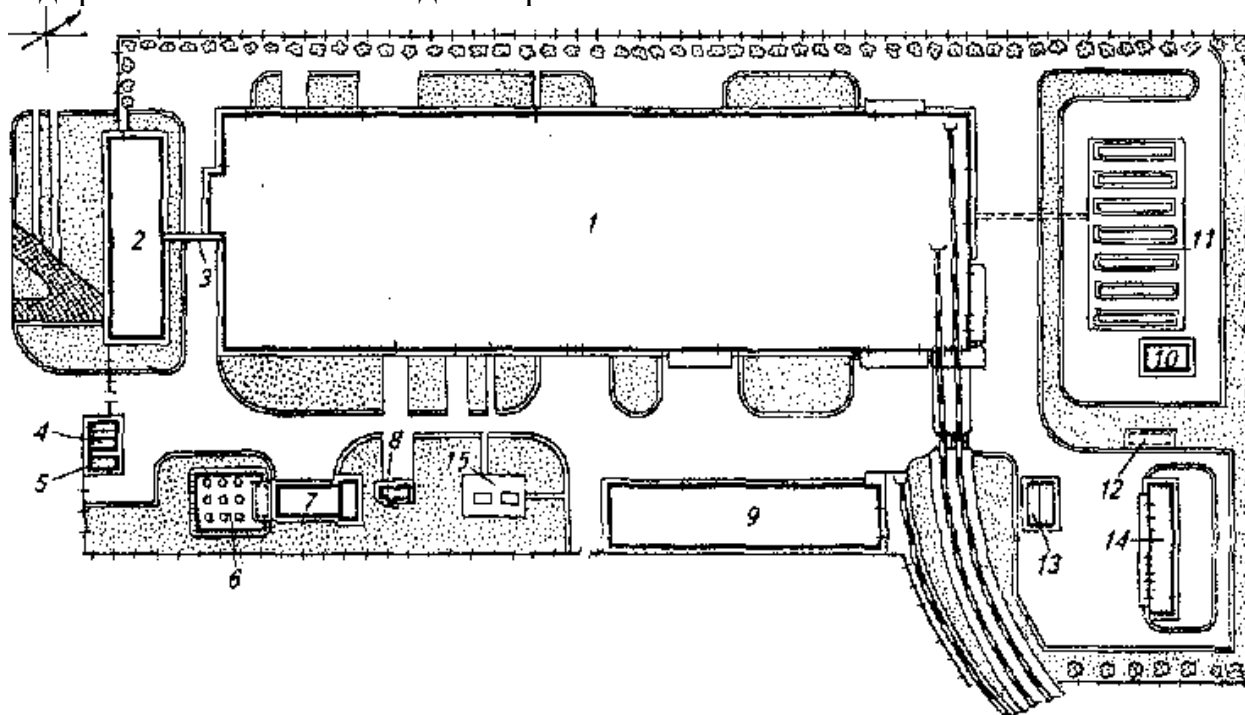


Рис.2.1. Загальний план

### 2.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Згідно з ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», розрахункові параметри зовнішнього повітря для міста Чернігів приймаються відповідно до цього стандарту [4]. Крім того, згідно з цим ДСТУ ми вибираємо пункт будівництва, а також розрахункову географічну широту (ос.ш) і барометричний тиск  $P_b$  (Па). Температуру  $\theta_{ex\theta}$  (оС), ентальпію  $h_{ex\theta}$  (кДж/кг) і швидкість руху повітря  $V_B$  записуються. На основі цих двох параметрів ми визначаємо всі інші параметри зовнішнього повітря на I-d діаграмі та заносимо їх до таблиці 2.1. Розрахункова географічна широта становить 48 градусів над рівнем моря. Барометричний тиск у Чернігові становить 990 (ГПа) [4].

Таблиця 2.1

									Арк.
									9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>				

### Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Період року	Показники				
	Температура, °C	Ентальпія, кДж/кг	Вологоміст, г/кг	Відносна вологість, %	Швидкість вітру, м/с
Теплий	23,1	50,5	10,7	56	1
Холодний	-22	-21	0,5	89	5,4

Наступні параметри зовнішнього повітря необхідно розрахувати для перехідного періоду року для об'єкту проектування:

для систем опалення та вентиляції температура становить 8 оС, ентальпія становить 22,5 кДж/кг,

Для систем вентиляції можна використовувати значення, які відповідають межах використання зовнішнього невідігрітого повітря для припливних систем.

### 2.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Нам потрібно визначити параметри внутрішнього повітря кожного відділу металообробного підприємства.

Наступні формули використовуються для визначення розрахункових параметрів внутрішнього повітря робочої зони:

У теплий час температура припливного повітря, оС: температура припливного повітря, °С:

$$t_{in}^{ТП} = t_{ext}^{ТП} \quad (2.3.1)$$

❖ температура повітря в робочій зоні, °С:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		10

$$t_{wz}^{III} = t_{ext}^{III} + 4 \quad (2.3.2)$$

❖ температура повітря, яке необхідно видалити, °С:

$$t_l = t_{in} + K_L \cdot (t_{wz} - t_{in}) \quad (2.3.3),$$

де:

$K_L$  – коефіцієнт ефективності повітрообміну, приймаємо 0,8;

$h_{wz}$  – висота робочої зони 2,0 м;

$H$  – висота приміщення, 6,9 м;

Для холодного періоду:

❖ температура припливного повітря та повітря в робочій зоні приймається згідно з табл. 1.6 [8];

❖ температура видаляемого повітря визначається аналогічно як і для теплого періоду року.

Визначені розрахункові параметри внутрішнього повітря для відділень промислової будівлі заносимо до таблиці 2.3.1 нижче.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Розрахункові параметри для внутрішнього повітря

Таблиця 2.3.1

Відділення	Категорія виконуваної роботи	Період року	Температура, °C			Відносна вологість $\phi$ , %	Рухливість повітря $V$ , м/с
			$\theta_{in}$	$\theta_{wz}$	$\theta_l$		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Зварювальне	Пб	Теплий	23,1	27,10	26,30	75	0,5
		Холодний	23	25,25	24.13		0,4
2. Ковальське	III	Теплий	23,1	27,10	26,30	75	0,6
		Холодний	19	20,86	19.93		0,5
3. Штампувальне	Пб	Теплий	23,1	27,10	26,30	75	0,5
		Холодний	20	21,96	20,98		0,4
4. Очистки	IIa	Теплий	23,1	27,10	26,30	75	0,4
		Холодний	22	24,16	23		0,3
5.Ремонтне	IIa	Теплий	23,1	27,10	26,30	75	0,4
		Холодний	22	24,16	23		0,3

### Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок та під-бір огорожувальних конструкцій

#### 3.1 Умови експлуатації та опори теплопередачі огорожуючих конструкцій

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 Будівельна кліматологія [4] кліматологічні дані для холодного періоду року для м. Чернігів становлять:

❖ температура найхолоднішої доби становить:

$$\theta_{\text{зовн},1} = -29\text{ }^{\circ}\text{C}$$

❖ середня температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92:

$$\theta_{\text{зовн},5} = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$$

❖ тривалість опалювального сезону (періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря  $\theta_{\text{ex}\theta} \leq +8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):

$$Z_{o.c.} = 184\text{ діб};$$

❖ середня температура опалювального періоду:

$$\theta_{o.c.} = -0,2\text{ }^{\circ}\text{C};$$

Визначимо кількість градусо-днів опалювального сезону:

$$S_{o.c.} = (\theta_v - \theta_{o.c.}) Z_{o.c.}, \quad (3.1)$$

де:

$\theta_v, ^{\circ}\text{C}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, (для холодної пори року, приймаємо для розрахунків середнє значення 22 градусів):

$$S_{o.c.} = (22 + 0.2) \cdot 184 = 4\ 084,8\ \text{градусо-днів}; \quad (3.2)$$

При  $S > 3500$  градусо-днів номер температурної зони слід приймати - **I**.

Зона вологості для м. Чернігів у відповідності з ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» - **нормальна (Н)** [2].

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [2], відносна вологість приміщень у зимовий період визначається за допомогою відносної вологості,  $\varphi$ , %, і температури внутрішнього повітря,  $\theta_{\text{вн}}$ , оС.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						13
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Слід дотримуватися нормального режиму приміщень для будівель і споруд при температурі 12 °С–24 °С і відносній вологості внутрішнього повітря 50%–60%.

Огороджувальні конструкції підбираються відповідно до умов експлуатації. Це визначається залежно від рівня вологості в приміщенні та його окремих зон. Отже, промислова споруда в Чернігіві повинна відповідати вимогам експлуатації огороджувальних конструкцій Б [4].

Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [2] зовнішні огороджувальні конструкції виробничих будівель і споруд повинні мати мінімальний опір теплопередачі  $R_{Ф}$ , м<sup>2</sup> К/Вт.

Теплозахисні властивості огороджувальних конструкцій забезпечують теплопередачу споруди. Традиційно вважалося, що чим більша товщина огороджувальних конструкцій, тим більша їх опір теплопередачі. Більша товщина огороджувальних конструкцій також означає менші втрати теплоти, а це означає, що підтримка стандартних параметрів у приміщенні буде дешевше. Зменшення товщини огорожень призводить до зменшення їх термічного опору, одночасно збільшуючи втрати теплоти. Крім того, температура внутрішніх поверхонь огорожень знижується зі зменшенням їх товщини.

Температура тіла людини не повинна значно відрізнятися від температури повітря в приміщенні, оскільки організм людини віддає тепло не лише конвективним шляхом (зовнішньому повітрю), але й випромінюванням на внутрішні поверхні організму.

Крім того, конденсація водяних парів, які містяться в повітрі, може бути результатом низької температури поверхні, яка впливає на організм людини. Сконденсована вода зазвичай поглинається матеріалом, що призводить до зниження його теплозахисних властивостей.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						14
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Такі елементи, як температура повітря в приміщенні та температура зовнішніх стін, впливають на мікроклімат у приміщенні. Наприклад, це сприяє теплообміну між тілом людини та його навколишнім середовищем, підтримуючи рівновагу між теплотою, яка виробляється організмом людини, і теплотою, яка віддається у навколишнє середовище через випромінювання, конвекцію та випаровування вологи. температура тіла приблизно 36,6 градусів Цельсія.

Температура внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень у опалювальний період року з розрахунковою температурою зовнішнього повітря ( $\theta_{ex\theta}$ ) недостатня для досягнення температурного комфорту в приміщенні. Він повинен бути на рівні 15-20 градусів Цельсія, що можливо досягти за допомогою підвищення термічного опору теплопередачі  $R$  і зменшення витрат тепла зовнішніми огорожувальними конструкціями, особливо стінами та вікнами, які витрачають 85–90% загальних витрат тепла.

### 3.2. Теплотехнічний розрахунок та підбір огорожуючих конструкцій

Основною характеристикою зовнішніх огорожувальних конструкцій промислової будівлі є їх опір теплопередачі  $R_o$ , який має відповідати гігієнічним вимогам і бути оптимальним з економічної точки зору. Опір теплопередачі  $R_o$  кожної зовнішньої огорожувальної конструкції промислової будівлі має бути не меншим відповідного нормативного опору теплопередачі  $R^o_n$ , тобто:

$$R_o \geq R^o_n \quad (3.3)$$

Теплопровідність будівельних матеріалів і, відповідно, термічний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій  $R_o$  значною мірою залежить від їхньої вологості, тобто від умов, в яких експлуатується промислова будівля [2].

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Огороджувальні конструкції для нового будівництва, а також при реконструкції вже існуючих будівель, для підвищення захисних характеристик влаштовують їх утеплення [2].

Товщину шару утеплювача  $\delta_{ут}$ , необхідного для забезпечення нормативного опору теплопередачі  $R^o_n$  заданої конструкції зовнішньої стіни, можна визначити з наступної умови:

$$R_{ст} + \delta_{ум}/\lambda_{ум} \geq R^o_n, \quad (3.4)$$

де:

$R_{ст}$  – термічний опір заданої конструкції зовнішньої стіни,  $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$ ;

$\delta_{ут}$  – товщина шару утеплювача,;

$\lambda_{ум}$  - коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача при відповідних умовах експлуатації,  $Wt/(m^\circ C)[2]$ .

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі внутрішніх конструкцій (стіни, перекриття), що розмежовують приміщення визначається так:

$$R_{q \min} = \frac{t_{в1} - t_{в2}}{\Delta t_{ст} \alpha_{в1}}, \quad (3.5)$$

де:

$\theta_з$  – розрахункова температура зовнішнього повітря,  $^\circ C$ ;

$\theta_в$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, в приміщенні,  $^\circ C$ ;

$\alpha_в$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, приймається рівним:  $\alpha_в = 8,7 Wt/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;

$\Delta \theta_{ст}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурами внутрішнього повітря і внутрішньої поверхні зовнішньої конструкції,  $^\circ C$  [2].

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						16
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Необхідно визначити мінімально допустиму товщину теплоізоляційного шару для забезпечення нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2016[2].

### Порядок розрахунку:

Розрахунок проводиться для 2-х варіантів улаштування верхнього шару теплоізоляції покрівлі на основі мінераловатних плит IZOVAT марки Izovat 180 – 30 мм, 40 мм та 50 мм.

Мінімальну товщину теплоізоляції огорджувальної конструкції, що не містить у своєму складі теплопровідних включень визначають за формулою (3.6):

$$\delta_{\min} = \left( R_{q \min} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_{\text{утр}} \quad (3.6)$$

Розрахункову теплопровідність матеріалів приймають згідно з Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013, для умов експлуатації «Б».

Для теплоізоляційних виробів IZOVAT теплопровідність приймають за результатами випробувань, проведених акредитованою лабораторією. Відповідні результати наведені в таблиці 3.1.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						18
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

№	Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації w, %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
	густина $\rho_0$ , г/м <sup>3</sup>	питома теплоємність $c_0$ , Дж/(кг·К)	теплопровідність $\lambda_0$ , Вт/(м·К)	А	Б	А	Б	А	Б	А,Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	80	0,84	0,032	0,5	1	0,037	0,041	0,43	0,46	0,48
2	100	0,84	0,035	0,5	1	0,039	0,042	0,5	0,52	0,47
3	145	0,84	0,034	0,5	1	0,041	0,045	0,61	0,65	0,38
4	180	0,84	0,035	0,5	1	0,043	0,047	0,7	0,74	0,34

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						19
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Тоді:

- ❖ коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\alpha_{в}, \alpha_{з}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , приймають згідно із Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013, і дорівнюють:

$$\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$\alpha_{з} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

- ❖  $\delta_2 = 0,002 \text{ м}, \lambda_2 = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – характеристики руберойду;

❖  $\lambda_3 = 0,047 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – характеристики мінераловатних плит IZOVAt марки Izovat 180 густиною  $180 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

❖  $\lambda_{\text{утр}} = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  – характеристики мінераловатних плит IZOVAΘ марки Izovaθ 100 густиною  $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

На підставі встановлених даних:

- ❖ для варіанту виконання верхнього шару теплоізоляції покрівлі на основі мінераловатних плит IZOVAT марки Izovat 180 товщиною 30 мм:

$$\delta_{\min} = \left( 2.2 - \frac{0.03}{0.047} - \frac{0.002}{0.17} - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} \right) * 0.042 = 0.058$$

- ❖ для варіанту виконання верхнього шару теплоізоляції покрівлі на основі мінераловатних плит IZOVAT марки Izovat 180 товщиною 40 мм:

$$\delta_{\min} = \left( 2.2 - \frac{0.04}{0.047} - \frac{0.002}{0.17} - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} \right) * 0.042 = 0.049$$

- ❖ для варіанту виконання верхнього шару теплоізоляції покрівлі на основі мінераловатних плит IZOVAt марки Izovat 180 товщиною 50 мм:

$$\delta_{\min} = \left( 2.2 - \frac{0.05}{0.047} - \frac{0.002}{0.17} - \frac{1}{8.7} - \frac{1}{23} \right) * 0.042 = 0.04$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						20
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Підбирають товщину, яка перевищує стандартний діапазон розмірів. Мініатюрні плити IZOVAt марок Izovat 100 мають розміри 200 мм, 190 мм і 180 мм.

Таким чином, при профільованому настилу теплоізоляційний шар мінераловатних плит IZOVAt марок Izovat 100 з густиною 100 кг/м<sup>3</sup> і Izovat 180 з густиною 180 кг/м<sup>3</sup> має мати мінімальну товщину 230 мм.

У двох варіантах мінераловатних плит можна отримати необхідну товщину теплоізоляційного шару: 30 мм мінераловатних плит IZOVAT марки Izovat 180 + 200 мм мінераловатних плит IZOVAT марки 100; 40 мм мінераловатних плит IZOVAT марки Izovat 180 + 190 мм мінераловатних плит IZOVAT марки 100; і 50 мм мінераловатних плит IZOVAT марки Izovat 180 + 180 мм мінераловатних плит IZOVAT марки 100.

### **Розрахунок опору одношарової зовнішньої стіни на основі блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення**

Для розрахунку було обрано стандартний фрагмент зовнішньої стіни багатоповерхового житлового будинку, який складається з одного шару блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення.

Фрагмент обмежений залізобетонними колонами будинку по вертикалі, а монолітні плити перекриття по горизонталі. Вважається, що зовнішні стіни складаються з одного шару кладки на клею з блоків ніздрюватого бетону автоклавного тверднення. Розрахунок бере до уваги блоки марки D400.

Кожна сторона кладки покрита шаром штукатурки товщиною 5 мм. Рисунок 3.2 показує загальний вигляд конструктивного рішення зовнішньої стіни.

Поверх має висоту 9,0 м, а розміри осей між колонами 6,0 м.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		21

Фрагмент промислової будівлі, що розглядається, має розміри 5,7 м на 2,8 м. Проріз вікна має розмір 1,3 м на 1,5 м.

В нижній і боковій частинах віконного прорізу є блоки, а в верхній частині монолітне перекриття.

Загальна площа непрозорої частини фасаду становить 14,0 квадратних метрів.

Для забезпечення відповідності нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2016 для I-ої та II-ої зони експлуатації України (для м. Чернігів — I температурна зона) [2] необхідно визначити мінімальну допустиму товщину теплоізоляційного шару.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2016, для непрозорих елементів зовнішніх стін найнижче допустиме значення приведенного опору теплопередачі становить:

- ❖ в I-й температурній зоні  $R_{\Phi \min} = 2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;
- ❖ в II-й температурній зоні  $R_{\Phi \min} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  [2].

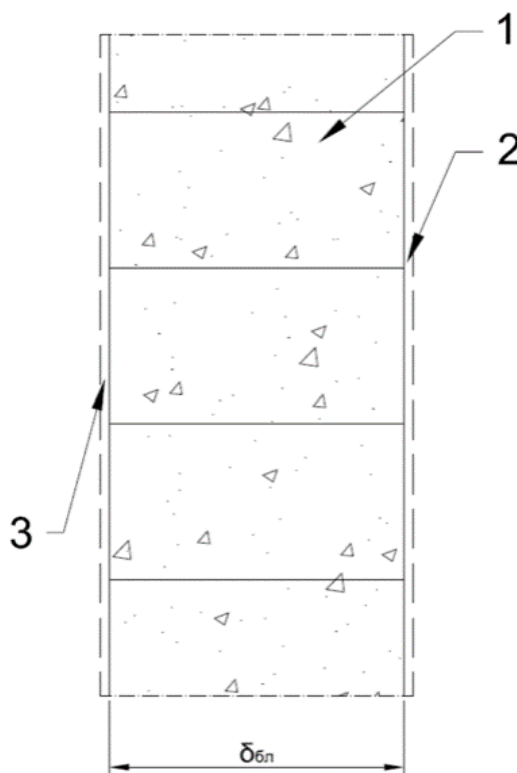


Рис. 3.2. Загальний вигляд конструктивного рішення зовнішньої стіни

На рис. 3.2.:

1 – блоки з ніздрюватого бетону;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						22
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2 – внутрішня опоряджувальна штукатурка;

3 – зовнішня опоряджувальна штукатурка.

### Порядок розрахунку:

Товщину кладки з блоків з ніздрюватого бетону приймають рівною 375 мм. Опір теплопередачі зовнішніх стін визначають на підставі результатів випробувань, проведених акредитованою лабораторією.

Результати випробувань кладки на клею з блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення марки D400 наведені в таблиці 3.2.

### Опір теплопередачі одношарових зовнішніх стін на основі блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення

Таблиця 3.2

№	Марка блоків	Виробник блоків	Товщина блоків, мм	Опір теплопередачі кладки з блоків, м <sup>2</sup> · К/Вт
1	2	3	4	5
1	D400	ТОВ «Аерок»	375	3,31
2		ТОВ «ЮДК»		3,32
3		ТОВ «Орієнтір-Буделемент»		3,36
4		ТОВ «Аерок»	300	2,67
5		ТОВ «ЮДК»		2,59

визначають унікальні місця та категорії теплопровідних включень. Відкоси віконних прорізів у зоні підвіконня та рядове примикання є єдиними лінійними теплопровідними включеннями на фрагменті, що розглядається.

За допомогою інтерполяції наведених даних для товщини кладки 375 мм кількісні показники лінійних коефіцієнтів теплопередачі для вказаних теплопровідних включень визначаються за проектними даними та даними Додатку Г ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Зведені дані наведені в таблиці 3.3.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						23
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Таблиця 3.3

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k$ , Вт/(м·К)
1	2	3
Віконний відкос в зоні підвіконня	1,3	0,078
Віконний відкос в зоні рядового примикання	3,0	0,063

На підставі даних таблиці 3.3 визначають приведений опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою (3.7):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} \quad (3.7)$$

В результаті розрахунків за вказаною формулою, приведений опір теплопередачі зовнішніх стін на основі блоків кожного виробника, що зазначений в таблиці 3.3 становить  $R_{\Sigma \text{ пр}} = 3,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

### *Зовнішні вікна*

Згідно з ДБН В.Б.-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [2], територію України можна умовно розділити на дві кліматичні зони, кожна з яких має відповідні показники опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій.

Чернігів знаходиться в першій зоні температури в Україні. У першій температурній зоні вікна, які мають коефіцієнт опору теплопередачі не нижче  $0,45 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ , можна встановлювати в опалювальних приміщеннях.

Коефіцієнт опору теплопередачі:

- ❖ у дерев'яних вікон =  $0,36 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ ;
- ❖ у стандартних вікон =  $0,73 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ ;
- ❖ у вікон REHAU SYNEGO =  $1,51 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ .

Дані для підібраних вікон подані нижче в таблиці 3.4

**Дані по зовнішніх вікнах**

Таблиця 3.4

<b>REHAU Euro-Design 70</b>		
<b>№ п/п</b>	<b>Найменування</b>	<b>Значення</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Монтажна глибина	70 мм
2	Кількість камер	1
3	Коефіцієнт теплопередачі профілю (Uf)	1,3 Вт/м <sup>2</sup> К
4	Коефіцієнт опору теплопередачі профілю (Rf)	0,5 м <sup>2</sup> К/Вт
5	Максимальна товщина склопакету	до 41 мм

## REHAU Euro-Design 70

№ п/п	Найменування	Значення
1	2	3
6	Коефіцієнт опору теплопередачі вікна* (Rw)	0,50 м <sup>2</sup> К/Вт

### Зовнішні ворота

Опір теплопередачі повинен бути:

$$R_{\text{заг}}=0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт},$$

Приймаємо дерев'яні двері подвійні,  $R_{\text{др}}=0,64 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						26
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Розділ 4. Тепловий баланс приміщень

### 4.1. Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції

Згідно з ДБН В.Б.-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [2], територію України можна умовно розділити на дві кліматичні зони, кожна з яких має відповідні показники опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій.

Чернігів знаходиться в першій зоні температури в Україні. У першій температурній зоні вікна, які мають коефіцієнт опору теплопередачі не нижче 0,45 м<sup>2</sup>К/Вт, можна встановлювати в опалювальних приміщеннях.

Вікна REHAU Euro-Design 70, REHAU Brillanθ-Design 70 і інші, які мають монтажну глибину 70 мм, мають цей показник.

$$\Phi_{oz} = k \cdot A \cdot (\theta_{вн} - \theta_{зовн,5}) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta), \text{ Вт} \quad (4.1)$$

де:

$k$  – коефіцієнт теплопередачі огородження;

$A$  – розрахункова площа огорожуючої конструкції, для якої проводиться розрахунок, м<sup>2</sup>;

$R_{пр}$  – приведений опір теплопередачі огорожуючої конструкції, м<sup>2</sup>·°С/Вт. Опір теплопередачі конструкції варто визначати по ДБН В.2.6-31-2016[2];

$\theta_{вн}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

$\theta_{зовн,5}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду року при розрахунку втрат теплоти через зовнішні огородження або температура повітря більше холодного приміщення – при розрахунку втрат теплоти через внутрішні огородження, °С;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій стосовно зовнішнього повітря за ДБН В.2.6-31-2016[2];

$\Sigma\beta$  – додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, що враховують: для зовнішніх вертикальних і похилих

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

огороджувальних конструкцій, орієнтованих на напрямки, згідно із нормативними вимогами ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», якщо в січні швидкість вітру більше 4,5 метрів за секунду із повторюваністю не менш 15 відсотків, у розмірі 0,05 і в розмірі 0,10 при швидкості 5 м/с і більше [4].

#### 4.2.1. Розрахунок тепловтрат на нагрівання інфільтраційного повітря

Витрати теплоти  $\Phi_{inf}$  розраховуються для кожного опалювального приміщення, що має одне або більшу кількість вікон у зовнішніх стінах, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря за формулою:

$$\Phi_{inf} = 0,28 \cdot \Sigma G_i \cdot C_n \cdot (\theta_{вн} - \theta_{з,5}), \text{ Вт} \quad (4.2)$$

де:

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

$C_n = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$  – питома теплоємність повітря.

$$G_i = (0,216 \cdot \Sigma A_1 \cdot \Delta p_i^{0.6}) / R_u + \Sigma A_2 \cdot G_n (\Delta p_i / \Delta p_o) 0,67, \text{ Вт} \quad (4.3)$$

де:

$A_1$  – площа світлопрозорих огороджувальних конструкцій, що зорієнтовані в одному напрямку,  $\text{м}^2$ ;

$A_2$  – площа непрозорих огороджувальних конструкцій, які зорієнтовані в одному напрямку,  $\text{м}^2$ ;

$R_u = 0,7 \text{ м}^2\text{годПа}/\text{кг}$  – опір повітропроникності світлопрозорих огороджувальних конструкцій;

$\Delta p_o = 10 \text{ Па}$  – різниця тисків для світлопрозорих конструкції при яких виконують випробування;

$\Delta p_i$ , Па – розрахункова різниця тисків повітря на зовнішній та внутрішній поверхнях огорожень;  $\Delta p_i = (H - h_i)(g_z - g_{вн}) + 0,03g_z v^2 \beta_v - p_{in\theta}$ , де:

$H$  – висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						28
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$h_i$  – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції і-го, м;

### Теплонадходження до відділень металообробного підприємства

#### Теплонадходження від людей

Теплонадходження від людей, що виконують роботу на промисловому підприємстві знаходяться за наступною формулою:

$$Q_{л} = q_{л} \cdot n \quad (4.5)$$

де:

$q_{л}$  - питомі тепловиділення однією людиною, Вт.;

$n$  – кількість людей, чол.

Розраховані теплонадходження для промислового підприємства заносять до таблиці 4.1.

#### Кількість явної теплоти, що надходить від людей

Таблиця 4.1

Приміщення	n, чол	Холодний період		Теплий період	
		Ф <sub>л</sub> , Вт	Ф <sub>л</sub> , Вт	Ф <sub>л</sub> , Вт	Ф <sub>л</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6
1.Зварювальний цех	5	90	434	70	336
2. Ковальський цех	4	134	482	93	335
3. Штампувальний цех	17	104	1747	70	1176
4. Відділення очистки	2	70	168	90	217
5.Ремонтне відділення	5	70	336	90	434

## Кількість повної теплоти, що надходить від людей

Таблиця 4.2

Приміщення	n, чол	Холодний період		Теплий період	
		Ф <sub>л</sub> , Вт	Ф <sub>л</sub> , Вт	Ф <sub>л</sub> , Вт	Ф <sub>л</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6
1.Зварювальний цех	5	246	1229	244	1222
2. Ковальський цех	4	291	1164	291	1164
3. Штампувальний цех	17	246	4179	244	4155
4. Відділення очистки	2	198	396	196	391
5.Ремонтне відділення	5	198	990	196	978

### *Теплонадходження електро та газозварювальних постів*

Розраховуємо теплонадходження для посту електрозварювального. Дане обладнання у відповідному відділенні знаходиться у кількості 3 шт. Далі ми находимо теплонадходження для одного електрозварювального посту.

Отже, для одного електрозварювального посту надходження теплоти в середньому будуть наступними:

$$Q_{\text{Е.П.}} = 4640 * 3 = 13920\text{Вт}$$

Розраховуємо теплонадходження для посту газозварювального. Дане обладнання знаходиться у кількості 1 шт.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк. 30
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Теплонадходження для одного електрозварювального посту в середньому буде наступним:

$$Q_{\text{Е.П.}} = 11600 \text{Вт}$$

### *Теплонадходження від електричних двигунів*

Кількість теплоти, яка надходить від обладнання, підраховуємо за наступною формулою, використовуючи відому потужність електродвигуна:

$$Q_{\text{ДВ}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d),$$

де:

$N_y$  - установлена потужність електродвигуна, кВт;

$K_B$  - коефіцієнт використання установлюваної потужності (0,7-0,9);

$K_3$  - коефіцієнт завантаження електродвигуна (0,5-0,9);

$K_o$  - коефіцієнт одночасності роботи декількох двигунів (0,5-1);

$\eta_d$  - коефіцієнт використання установлюваної потужності (0,7-0,9);

$K_T$  - коефіцієнт асиміляції теплоти повітрям приміщення.

#### Ковальський цех:

Електричний молот, 1 шт.:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ДВ}} &= 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) \\ &= 1000 \cdot 14 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 7840 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Наковальня, 1 шт.:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ДВ}} &= 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 5 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) \\ &= 2800 \text{ Вт} \end{aligned}$$

#### Штампувальний цех:

Ножиці гельотинні НГ-3, 1 шт.:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						31
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Ножиці гелъотинні НГ-473, 1 шт:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 560 \text{ Вт}$$

Прес К-231А, у кількості 7 шт:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1,85 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 1036 \text{ Вт}$$

$$1036 \cdot 7 = 7252 \text{ Вт}$$

Прес К-232А, у кількості 1 шт:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1,85 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 1036 \text{ Вт}$$

Прес К-113, у кількості 1 шт:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 672 \text{ Вт}$$

Прес К-124Д, у кількості 2шт:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 840 \text{ Вт}$$

Отже:

$$840 \cdot 2 = 1680 \text{ Вт}$$

Ножиці гелъотинні НГ-475, у кількості 1 шт:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 560 \text{ Вт}$$

Відділення очистки:

Очисний барабан, у кількості 2шт.:

$$Q_{\text{дв}} = 1000 \cdot N_y \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_o \cdot (1 - \eta_d + K_T \cdot \eta_d) = 1000 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 1 \cdot 0,8) = 560 \text{ Вт}$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						32
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Отже:

$$560 \cdot 2 = 1120 \text{ Вт}$$

### Теплонадходження від нагрівальних печей

Кількість теплоти, що надходить від нагрівальних печей розраховуємо за наступною формулою, використовуючи відому витрату палива:

$$Q = \alpha(t_n - t_{p.з.})F \quad \text{та} \quad \alpha = \alpha_K + \alpha_B$$

$\alpha_K$  – тепловіддача конвекцією;

$\alpha_B$  – тепловіддача випромінюванням;

Тепловіддача конвекцією розраховується за формулою:

Коефіцієнт конвекції:

❖ для вертикальних поверхонь:

$$\alpha_K^B = 1,66 \sqrt[3]{t_{\text{пов}} - t_{p.з}}$$

❖ для горизонтальних поверхонь (потік знизу ввверх):

$$\alpha_K^r = 1,87 \sqrt[3]{t_{\text{пов}} - t_{p.з}}$$

Тепловіддача випромінюванням ми визначаємо за наступним виразом:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{(0,01T_{\text{п}})^4 - (0,01T_{p.з})^4}{T_{\text{п}} - T_{p.з}} C_{\text{пр}}$$

де:

$C_{\text{пр}}$  – приведений коефіцієнт випромінювання, приймаємо  $C_{\text{пр}} = 4,9$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

Ковальський цех:

Нагрівальна піч, 1 шт.:

$$\alpha = \alpha_K + \alpha_B = 4979 + 8,9 = 4988 \text{ Вт/м}^2$$

Визначаємо тепловіддачу конвекцією за наступною формулою:

$$q_K = \alpha_K (t_{\text{пов}} - t_{p.з.}) = 8,16(140 - 21) = 971 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_K = \alpha_K (t_{\text{пов}} - t_{p.з.}) = 9,20(140 - 21) = 1095 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_K = 971 \cdot 4 + 1095 = 4979 \text{ Вт/м}^2$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						33
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт конвекції:

❖ для вертикальних поверхонь:

$$\alpha_K^B = 1,66 \sqrt[3]{t_{\text{пов}} - t_{\text{р.з}}} = 1,66 \sqrt[3]{140 - 21} = 8,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

❖ для горизонтальних поверхонь:

$$\alpha_K^r = 1,87 \sqrt[3]{t_{\text{пов}} - t_{\text{р.з}}} = 1,87 \sqrt[3]{140 - 21} = 9,20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Тепловідача випромінюванням:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{(0,01T_{\text{п}})^4 - (0,01T_{\text{р.з}})^4}{T_{\text{п}} - T_{\text{р.з}}} \text{Спр} = \frac{(0,01 * (273 + 140))^4 - (0,01 * (273 + 21))^4}{(273 + 140) - (273 + 21)} 4,9 = 8,90$$

Отже тепло надходження від печі будуть наступними:

$$\Phi = 4988,00 \times (140,00 - 21,0) \times (1,60 \times 3,15) - 0,77) = 25346,00 \text{ Вт.}$$

### 4.3. Розрахунок надходжень теплоти

Загальні теплонадходження визначаються як:

$$\Phi_{\text{заг}} = \Phi_{\text{л}} + \Phi_{\text{осв}} + \Phi_{\text{сп}} + \Phi_{\text{он}} + \Phi_{\text{оз}}, \text{ Вт}, \quad (4.5)$$

де:

$\Phi_{\text{л}}$  – теплонадходження від людей, які знаходяться в приміщенні (для теплого і холодного періоду року), *Вт*;

$\Phi_{\text{осв}}$  – теплонадходження від штучного освітлення (в холодний і перехідний період року), *Вт*;

$\Phi_{\text{сп}}$  – теплонадходження від сонячної радіації (визначається для теплого періоду року), *Вт*;

$\Phi_{\text{он}}$  – теплонадходження від опалювальних приладів системи опалення (в холодний період року), *Вт*;

$\Phi_{\text{оз}}$  – теплонадходження від огорожуючих конструкцій (в теплий період року), *Вт*.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### Теплонадходження від штучного освітлення:

$$\Phi_{осв} = E \cdot F \cdot \Phi_{осв} \cdot \eta_{осв}, \text{ Вт}, \quad (4.7)$$

де:

$E$  – освітленість поверхонь в приміщенні, лк;

$F$  – площа підлоги приміщення, що освітлюється, м<sup>2</sup>;

$\Phi_{осв}$  – питомі виділення теплоти, Вт/м<sup>2</sup> на 1 люкс освітленості, приймаємо для люмінесцентних ламп  $\Phi_{осв} = 0,06 \text{ Вт/м}^2$ ;

$\eta_{осв}$  – коефіцієнт, який враховує надходження теплоти у робочу зону приміщення, він дорівнює:  $\eta_{осв} = 0,55$ .

### Теплонадходження від сонячної радіації:

Якщо вся площа опромінюється прямою радіацією, то це можна визначити за наступним виразом:

$$\Phi_{ср} = \Phi' \cdot F_o \cdot C + ((\theta_{ext} - \theta_{вн})/R_o) \cdot F_o, \text{ Вт}, \quad (4.8)$$

де:

$\Phi'$  – кількість теплоти, що надходить в приміщення в липні, через одинарне застелення світлових прорізів для світлових прорізів, ккал/м<sup>2</sup>год, для вертикального застелення світлових прорізів частково чи повністю освітленими прямою сонячною радіацією:

$$\Phi' = (\Phi_{вн} + \Phi_{вр}) \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ ккал/м}^2\text{год} \quad (4.9)$$

де:

$\Phi_{вн}$ ,  $\Phi_{вр}$  – надходження теплоти відповідно від прямої і розсіяної сонячної радіації в липні через вертикальне застелення світлового прорізу, ккал/м<sup>2</sup>год, приймаємо за додатком 17;

$k_1$  – коефіцієнт, який враховує затінення світлового прорізу переплетами і забруднення навколишнього середовища, приймаємо за додатком 18;

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує забруднення скла, приймаємо за додатком 19;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$R_o$  – опір теплопередачі заповнення світлового прорізу,  $m^2 \cdot go d^{\circ}C / kkal$ , приймаємо за додатками 15, 16; (0,4)

$C$  – коефіцієнт сонцезахисту, приймаємо за додатками 15, 16;

$F_o$  – площа світлових прорізів,  $m^2$ ;

$\theta_{вн}$ ,  $\theta_{ex\theta}$  – розрахункові температури відповідно зовнішнього і внутрішнього повітря,  $^{\circ}C$ .

### Теплонадходження від опалювальних приладів системи опалення:

Теплонадходження від опалювальних приладів системи опалення для промислової будівлі (металообробного підприємства) визначається за наступною залежністю:

$$\Phi_{on} = \Phi_{тепл.вт} \cdot ((\theta_{ср.в} - \theta_{в.в}) / (\theta_{ср.он} - \theta_{он})), Вт \quad (4.10)$$

де:

$\Phi_{тепл.вт}$  – тепловтрати в приміщенні, Вт;

$\theta_{ср.в}$ ,  $\theta_{ср.он}$  – середня температура теплоносія в режимі кондиціонування повітря,  $^{\circ}C$ ;

$\theta_{в.в}$  – температура повітря прийнята при кондиціонування повітря,  $^{\circ}C$ ;

$\theta_{он}$  – розрахункова температура повітря в приміщення, при розрахунку опалення,  $^{\circ}C$ .

### Теплонадходження через огороджуючі конструкції:

$$\Phi_{oz} = k \cdot A \cdot (\theta_p - \theta_{ex\theta}), Вт \quad (4.11)$$

$$\Phi_{oz} = A / R_{np} \cdot (\theta_p - \theta_{ex\theta}) = k \cdot A \cdot (\theta_p - \theta_{ex\theta}), Вт \quad (4.12)$$

де:

$A$  – розрахункова площа огороджувальних конструкцій,  $m^2$ ;

$R_{np}$  – приведений опір теплопередачі огороджувальних конструкцій,  $m^2 \cdot ^{\circ}C / Вт$ ;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$\theta_p$  – розрахункова температура повітря, °C, у приміщенні з урахуванням її підвищення по висоті;

$\theta_{ex\theta}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C.

Теплові баланси приміщень складають окремо для кожного періоду року за явною та прихованою теплотою при встановленому тепловому режимі.

Отже визначаємо відповідні теплонадходження.

### **Теплонадходження від сонячної радіації для теплого періоду року**

Теплонадходження від сонячної радіації для теплого періоду року для металообробного підприємства визначається як сума надходження сонячної радіації через вікна та через перекриття:

Визначаємо сонячну радіація через вікна:

$$Q_0^{max} = (q'F' + q''F'')\beta_{c.z}$$

$$q' = (q_{сп} + q_{ср}), \beta_{c.z} = 0,6, \Phi'' = \Phi_{ср}$$

### **Сонячна радіація через вікна**

Таблиця 4.3

Назва відділення підприємства	$\Phi'$	$F'$	$\Phi''$	$\Phi$
1	2	3	4	5
1. Зварювальне відділення	58,00	113,60	58,00	1503,00
2. Ковальське відділення	618,00	75,00	121,00	10679,00
3. Штампувальний цех	618,00	755,62	121,00	27631,00
4. Відділення очистки	618,00	38,30	121,00	10679,00
5. Ремонтне відділення	616,00	75,00	121,00	15967,00

Далі ми визначаємо сонячну радіацію через покриття:

$$Q = \frac{F}{R} (t_{н}^{ysl} - t_{в})$$

$$t_H^{усл} = t_H + \frac{\rho \cdot I_{ср}}{\alpha_H} = 34,2$$

де:

$$I_{ср} = 328$$

$$\rho = 0,9$$

$$\alpha_H = 26,2$$

$$t_H = 20$$

$$R = 2,2$$

### Теплонадходження від штучної радіації

Таблиця 4.4

Назва приміщення підприємства	Е, лк	F, м	Ф	n	Φ <sub>осв</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6
1. Зварювальне відділення	200.00	113.60	0,058	0,550	726,00
2. Ковальне відділення	150.00	75.00	0,058	0,550	360,00
3. Штампувальний цех	150.00	755.62	0,056	0,550	3492,00
4. Відділення очистки	150.00	38.30	0,08	0,550	244,00
5. Ремонтне відділення	200.00	75.00	0,058	0,550	480,00

Рівняння (недолік або надлишок теплоти приміщенні, Вт, для теплого та холодного періодів року) теплового балансу мають вигляд:

$$\pm \Phi_T = \Phi_{T.H.}^T - \Phi_{T.B.}^T \quad (4.13)$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\pm \Phi_X = \Phi_{T.H.}^X - \Phi_{T.B.}^X \quad (4.14)$$

де:

$\Phi_{T.H.}^T, \Phi_{T.H.}^X$  – теплонадходження в теплий та холодний періоди року;

$\Phi_{T.B.}^T, \Phi_{T.B.}^X$  – тепловтрати в теплий та холодний періоди року.

$\Phi_{T.B.}^T$  ми можемо не враховувати в подальших розрахунках.

Для кожного приміщення металообробного підприємства ми складаємо окремо тепловий баланс для теплого та холодного періодів року.

#### 4.4. Розрахунок надходжень вологи

Надходження вологи від людей у приміщення металообробного заводу Як показано нижче, кількість вологи, що надходить від людей, залежить від температури оточуючого повітря та складності роботи металообробного підприємства:

$$M_{вл} = M_i \cdot n_i, \text{ г/год} \quad (4.15)$$

де:

$M_i$  – вологовиділення однією людиною, г/год;

$n_i$  - кількість людей, що знаходяться в приміщенні *чол.*[8].

Розрахунки для всіх відділень металообробного підприємства представлені нижче в табличному вигляді.

#### Надходження в приміщення двоокису вуглецю від людей

В дані приміщень промислової будівлі (металообробного підприємства) двоокис вуглецю надходить від людей. Ми можемо визначити його кількість за наступною формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n,$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де:

$m_{CO_2}$  – це питоме надходження двоокису вуглецю від однієї людини, г/год, згідно табл. 2.1. [2], для важкої роботи це значення становить 45 г/год.;

$n$  - це кількість людей, чол.[8].

### Надходження в приміщення вологи

Можна визначити кількість вологи, що надходить від людей для відділень металообробного підприємства за наступною формулою:

$$M_{\text{вол}} = m_{\text{вол}} \cdot n$$

де:

$m_{\text{вол}}$  - це питоме надходження вологи від однієї людини, г/год, згідно табл. 2.1. [8];

Надходження вологи, що ми розраховували для даної промислової будівлі ми подаємо нижче у табличному вигляді.

Таблиця 4.5

Назва відділення	Кількість верстатів, шт	Кількість працівників, чол	Категорія виконуваної роботи	Волого-надходження	Надходження CO <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6
1.Зварювальне відділення	4	5	Пб	889	169
2.Ковальське відділення	3	4	Ш	1062	163
3.Штампувальний цех	14	17	Пб	3110	550
4.Відділення очистки	2	2	Па	445	85
5.Ремонтне відділення	4	5	Па	889	169

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Надходження до відділень металообробного підприємства шкідливих речовин

Коли ми проектуємо промислову вентиляцію для металообробного заводу в Чернігові, нам потрібно визначити надходження шкідливих речовин. Почнемо з визначення кількості шкідливих виділень, які виходять із технологічного обладнання, розташованого у відповідних відділеннях компанії.

### Надходження шкідливих виділень від обладнання

Технологічні печі, які працюють на мазуті, виділяють 40-50 грам на 1 кілограм мазутного палива або від 5 до 12 грам на 4190 кДж теплоти згорання. На твердому топливі, яке залежить від сорту та калорійності палива, вона досягає 5,75-7,3 грам на 4190 кДж теплоти згорання; газоподібне паливо виділяє 2–2,5 грам на 4190 кДж теплоти згорання; вугільні горни виділяють

Для ковальського відділення промислової будівлі:

Нагрівальна піч:

$$\left(\frac{15588}{4190}\right) \cdot 2,5 = 9,3 \frac{\text{Г}}{\text{ГОД}}$$

Для зварювального відділенні промислової будівлі:

В процесі зварювання на електрозварювальних постах будуть використовуватися електроди та ацетилен.

Для електрозварювального посту це буде визначено за наступним виразом:

$$m_{po} = n p m_c (1 - \eta_0)$$

де:

$n$  - кількість робочих місць (за вихідними даними), приймаємо 3 шт.;

$p$  - витрата матеріалів на один пост, кг/год, приймаємо 7 кг/год;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк. 41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$m_c$  - маса пилю, г, приймаємо 0,129 г;

$\eta_0$  - ефективність уловлювання шкідливостей відсмоктувачем,  
приймаємо 0,75;

Отже, розраховуємо і це буде:

$$m_{po} = n p m_c (1 - \eta_0) = 3 \cdot 7 \cdot 0,129 \cdot (1 - 0,75) = 0.68 \text{ г/год}$$

Так само визначаємо для газозварювального посту:

$$m_{po} = n p m_c (1 - \eta_0),$$

де:

$n$  - кількість робочих місць, приймаємо одне робоче місце за  
вихідними даними;

$p$  - витрата матеріалів на один пост, кг/год, приймаємо 3 кг/год;

$m_c$  - маса пилю, г, приймаємо 7.70 г;

$\eta_0$  - ефективність уловлювання шкідливостей відсмоктувачем,  
приймаємо 0,75.

Розраховуємо і це буде:

$$m_{po} = n p m_c (1 - \eta_0) = 1 \cdot 3 \cdot 7.7 \cdot (1 - 0,75) = 5.775 \text{ г/год}$$

Далі за всіма вищенаведеними розрахунками ми складаємо баланс надлишків теплоти для металообробного підприємства і подаємо його нижче у табличному вигляді.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Баланс надлишків теплоти металообробного підприємства

Таблиця 4.6

Назва відділення	Джерело надходження теплоти	Період року				Всього			
		Теплий		Холодний		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні	Явні	Повні	Явні	Повні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Зварувальне відділення	Сонячна радіація	46527,00		-	-	74290	74850	27060	27717
	Огороджувальні конструкції	613,65		-	-				
	Штучне освітлення	967,22		967,22					
	Технологічне обладнання	25521,00		25521,00					
	Люди	623,00	1223,0	573,0	1230,0				

## Баланс надлишків теплоти металообробного підприємства

Продовження таблиці

Назва відділення	Джерело надходження теплоти	Період року				Всього			
		Теплий		Холодний		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні	Явні	Повні	Явні	Повні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.Ковальське відділення	Сонячна радіація	10680,00		-	-	48007	48520	36887	37483
	Огороджувальні конструкції	358,00		-	-				
	Штучне освітлення	377,00		377,00					
	Технологічне обладнання	35945,00		35945,00					
	Люди	653,0	1165,0	569,0	1165,0				
3.Штампвальне відділення	Сонячна радіація	20710,00		-	-	35543	37447	12733	14967
	Огороджувальні конструкції	1795,00		-	-				
	Штучне освітлення	2049,00		2049,00					
	Технологічне обладнання	8741,00		8741,00					
	Люди	2251	4155	1945	4179				

## Баланс надлишків теплоти металообробного підприємства

Продовження таблиці

Назва відділення	Джерело надходження теплоти	Період року				Всього							
		Теплий		Холодний		Теплий		Холодний					
		Явні	Повні	Явні	Повні	Явні	Повні	Явні	Повні				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
4.Відділення очистки	Сонячна радіація	-		-									
	Огороджу- вальні конструкції	140,00		-									
	Штучне освітлення	250,00		250,00		2947,0	3121,0	2770,0	2986,0				
	Технологічне обладнання	2341,00		2341,00									
	Люди	218,0	340,0	180,0	397,0								
5.Ремонтне відділення	Сонячна радіація	916,00		-									
	Огороджу- вальні конструкції	273,00		-									
	Штучне освітлення	490,00		490,00		2222,0	2657	940,00	1480,0				
	Технологічне обладнання	-		-									
	Люди	544	979	451	991								

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк. 45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## Розділ 5. Опалення

### 5.1. Розрахунок теплової потужності системи опалення

$$\Phi_{c.o.} = (\Sigma\Phi_1 \cdot b_1 \cdot b_2) / 0,97, \text{ Вт} \quad (5.1)$$

де:

$\Sigma\Phi_1$  – тепловий баланс приміщень промислової будівлі, Вт;

$b_1$  – коефіцієнт, який враховує додаткові теплові потоки, прийняті до установки опалювальних приладів, який виникає внаслідок округлення їх поверхні нагріву понад розрахункову величину,  $b_1 = 1,08$ ;

$b_2$  – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти опалювальними приладами, розташованими біля зовнішніх огорожень,  $b_2 = 1,04$  для опалювальних приладів при розташуванні їх біля зовнішньої стіни;

0,97 – коефіцієнт, який враховує 3 відсотка непродуктивних тепловтрат трубопроводами, що прокладаються в неопалюваних приміщеннях.

Таким чином:

$$\Phi_{co} = (11380 \cdot 1,08 \cdot 1,04) / 0,97 = 13177,00 \text{ Вт.}$$

Величину розрахункового річного тепло поживання системою опалення металообробного підприємства  $W$ , ГДж/рік, слід визначати за наступною формулою:

$$\begin{aligned} W &= (3,6 \cdot \Phi_{co} \cdot 24 \cdot Z_{o.c.} \cdot (\theta_{вн} - \theta_{o.c.}) \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c) / (\theta_{вн} - \theta_{зовн,5}) = \\ &= (3,6 \cdot \Phi_{co} \cdot 24 \cdot Z_{o.c.} \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c) / (\theta_{вн} - \theta_{зовн,5}), \text{ ГДж/рік} \quad (5.2) \end{aligned}$$

де:

3,6 – перевідний коефіцієнт;

$\Phi_{co}$  – розрахункова тепла потужність системи опалення, Вт;

24 – кількість годин у добі;

$Z_{o.c.}$  – тривалість опалювального сезону, днів;

$\theta_{o.c.}$  – середня температура зовнішнього повітря опалювального сезону,

$S_{o.c.}$  – кількість градусо-днів опалювального сезону,

$\theta_{в}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						46
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$\theta_{зовн,5}$  – середня температура найхолоднішої п'ятиденки, °C;

$a = 1$  – коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо система опалення обладнана приладами автоматичного зменшення теплової потужності у неробочий час;

$b = 0,9$  - коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними терморегуляторами;

$c = 1$  - коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо на абонентському вводі (в ІТП або котельному агрегаті) встановлені прилади автоматичного регулювання [5, 6, 9].

Розрахункову витрату води для запроектованої системи опалення  $G_{c.o.}$ , кг/год, визначаємо за наступним виразом:

$$G_{c.o.} = (0,86 \cdot \Phi_{c.o.}) / (\theta_n - \theta_o), \text{ кг/год} \quad (5.3)$$

## 5.2. Питомі показники роботи системи опалення

Величину питомої теплової потужності, Вт/м<sup>2</sup>, для системи опалення металообробного підприємства визначають за виразом:

$$\Phi = \Phi_{c.o.} / A_{к.п.}, \text{ Вт/м}^2 \quad (5.4)$$

де:

$A_{к.п.}$  – корисна площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Визначене річне тепло споживання системою опалення  $W$ , віднесене до 1 м<sup>2</sup> корисної площі, ГДж/(м<sup>2</sup> рік), визначається за формулою:

$$W = W / A_{з.п.}, \text{ ГДж/(м}^2 \text{ рік)} \quad (5.5)$$

Визначена величина питомого теплоспоживання  $W$  системою опалення не повинна перевищувати нормативних контрольних значень  $W_k$ .

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						47
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Дані розрахунків подано нижче у табличному вигляді[5].

### 5.3. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи промислової системи опалення

- ❖ Для будівлі металообробного підприємства ми вибрали систему водяного опалення, яка складається з двох горизонтальних трубопроводів, які мають паралельний рух теплоносія та мають нижню розводку магістральних трубопроводів. Термін теплоносія в системі опалення становить 90–70 оС. Опалення підключено до теплових мереж міста.
- ❖ Горизонтальна система опалення є перевагою при проектуванні нового будівництва. Горизонтальна система опалення забезпечує кращі санітарно-гігієнічні умови та має більш естетичний вигляд, оскільки є можливість прокласти горизонтальні ділянки трубопроводу в підлозі або використовувати плінтусний метод прокладання трубопроводів. Крім того, за допомогою термостатичних клапанів можна регулювати кількість теплоти, яка надходить до приміщення [5, 6, 9].
- ❖ Двотрубна горизонтальна система водяного опалення має кілька переваг порівняно з іншими системами. Найважливішими з них є економічні показники, які відрізняються від інших систем опалення. У двотрубних системах опалення температура води постійно постійна, що означає менші річні витрати на теплопостачання на 10.15% порівняно з однотрубними системами.
- ❖ Технічні переваги: обмежене число проходів через перекриття; повне використання тепловіддачі трубопроводів, що зменшує об'ємність опалювальних приладів; в порівнянні з двотрубними системами водяного опалення, більше можливостей встановлення опалювальних приладів; однотрубні системи водяного опалення мають менші

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						48
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

втрати тиску, ніж двотрубні системи; система опалення має достатньо просту схему гідравлічного розрахунку, оскільки

- ❖ Техніко-економічні показники прийнятої у даному дипломному проєкті схеми водяного опалення вигідно відрізняються від економічних показників інших систем опалення: □ за рахунок кращого теплового регулювання при встановленні радіаторних термостатів в двотрубній системі досягається найбільший ефект енергозбереження (до 25% в порівнянні з нерегульованими системами); □ перепад температур води у кожному опалювальному приладі постійний і при температурному перепаді 90 - 70 оС та забезпечує високий температурний напір й тепловий потік від запроектованих опалювальних приладів; □ конструктивно система має обмежене число проходів через перекриття; □ незначні втрати тиску; □ система опалення має достатньо спрощену схему гідравлічного розрахунку та теплотехнічного розрахунку опалювальних приладів; □ можливість відключення приладових віток при проведенні регламентних, ремонтних та експлуатаційних робіт у відповідних відділеннях промислової будівлі; □ горизонтальна система опалення, при прокладанні приладових гілок у заливних підлогах має більш естетичний вигляд; □ дає можливість регулювання кількості теплоти, яка надходить до приміщення, за допомогою термостатичних клапанів та можливість контролю гнучкого регулювання при відсутності використання приміщення



#### 5.4. Опалювальні прилади

В системі опалення промислової будівлі обрані опалювальні прилади – це реєстри з гладких труб. Вони легко прибираються, на них скупчується мало пилу. А для пожежної безпеки даної промислової будівлі є

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

важливим, коли у ній скупчення пилу на всіх поверхнях та обладнанні, яке знаходиться всередині є мінімальним [5, 6, 9].

### 5.5. Запірна та регулююча арматура

Запірна арматура для системи опалення передбачається для автоматичного регулювання та відключення системи в разі аварії або ремонту.

Для цих цілей використовуються автоматичні регулятори перепаду тиску ASV-PV+MSV-F і SÖAP F40-160.

Терморегулятори вмонтовані в ОП системи для автоматичного підтримання температури в промислових відділеннях на певному рівні. Термостатичні головки встановлюються на підводках до опалювальних приладів Danfoss RAW-K5030 у горизонтальній площині.

Ми плануємо використовувати повітровипускний кран Маєвського для видалення повітря з кожного опалювального приладу та у верхніх точках системи опалення [5, 6, 9].

### 5.6. Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Коли трубопроводи укладаються в підлогу, кути повороту використовуються для компенсації теплових подовжень. У коридорах трубопроводи прокладаються в підлозі.

Трубопроводи прокладаються по стінах у відповідних відділеннях металообробного підприємства та кріпляться кронштейнами на відмітці + 0,100.

Вертикальні трубопроводи проходять без обмежень від стін.

Для системи KAN-therm ми вибираємо трубопроводи з некородуючої сталі Inox зі ступенем роботи 110 °С (у випадку використання ущільнювальних кілець Viton - 180 °С) і максимальним тиском 1,6 МПа. З'єднання Press.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 5.7. Вибір джерела теплової енергії.

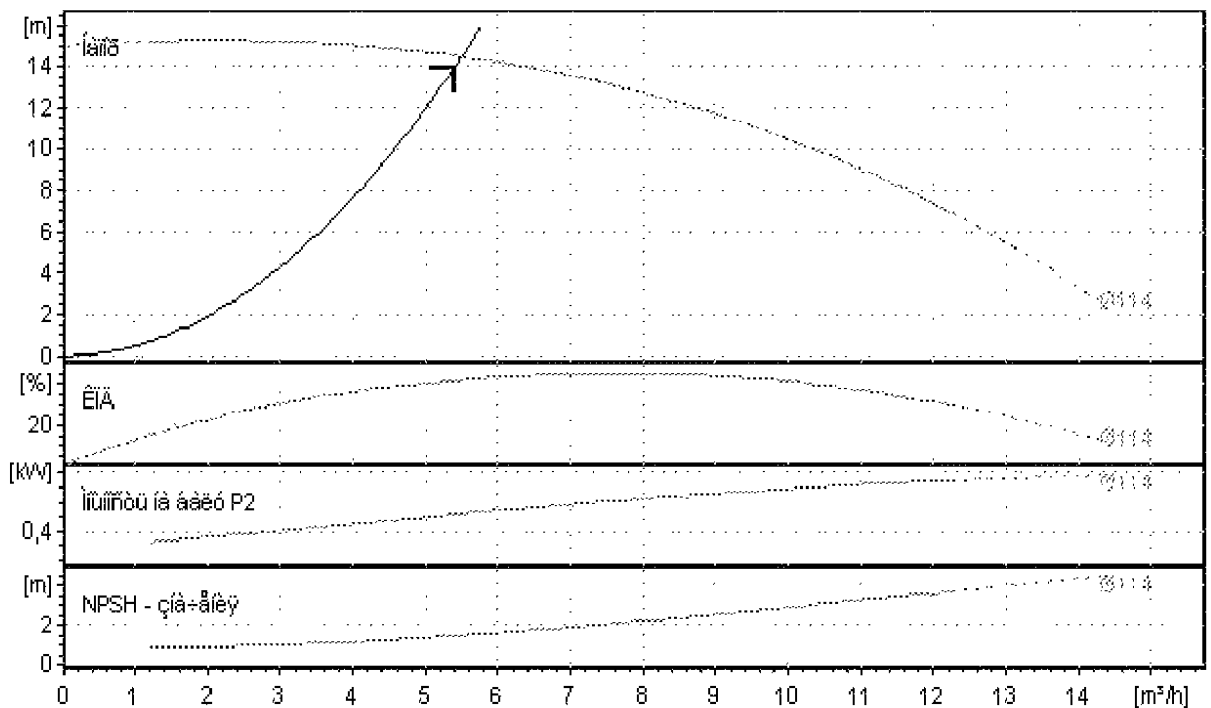
Теплова енергія отримується від теплових мереж міста під час проектування металообробного підприємства. У будівлі металообробного підприємства можна регулювати систему опалення за допомогою циркуляційного насосу зі змінною кількістю обертів.

Швидкість теплоносія  $v$ , м/с, можна обчислити за даними витратою води  $G$  і діаметром труби  $d$ , діленням витрати води на величину  $G/v$ .

### 5.8. Підбір циркуляційних насосів системи опалення

Підбираємо циркуляційний насос для системи опалення, який встановлюємо на зворотному трубопроводі за такими отриманими даними гідравлічного розрахунку : потрібний напір –  $H=14$  м, витрата води –  $V=5,4\text{м}^3/\text{год}$ .

Характеристики насосу “Wilo” IPL32/110-0,75/2.



[15].

w

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		51

## Розділ 6. Вентиляція

### 6.1. Принципові рішення вентиляції металообробного підприємства

#### 6.1.1. Зварювальне відділення металообробного підприємства

Через величезну кількість шкідливих речовин, які викидається під час технологічних процесів, зварювальний цех вважається одним із найнесприятливіших місць для роботи людини. Зварювальні роботи призводять до насичення повітря фтористими сполуками, окисами озону, азоту та оксидами вуглецю. Це призводить до розвитку небезпечних захворювань і шкідливостей для навколишнього середовища, відомих як «професійні» [17, 18, 19].

#### Особливості та завдання системи вентиляції зварювального цеху

Проектування системи вентиляції для зварювального відділення металообробного підприємства вимагає високого рівня очищення повітряних мас при низьких витратах енергії. Крім того, щоб забезпечити безпеку процесу вентиляції виробничих приміщень, необхідно встановити додаткову систему вентиляції, також відому як аварійна вентиляція. Ця система повинна працювати так само ефективно та продуктивно, як і основна система.

#### Ключовими завданнями вентиляційної системи є наступні пункти:

Основними завданнями вентиляційної системи є наступні: зменшення концентрації шкідливих речовин, що виділяються під час зварювальних робіт за допомогою ефективних місцевих відсмоктувачів; дотримання рекомендованих мікрокліматичних показників відповідно до «Санітарних правил при зварюванні, наплавленні та різанні металів» №1009-73; і видалення хімічних виділень і викидів, які вже поширилися за межами приміщення за допомогою

#### Вимоги до вентиляції зварювального цеху:

Щоб запобігти травмам і отруєнню, необхідно неухильно дотримуватися наступних правил вентиляції зварювального посту/цеху.

При встановленні локальної вентиляції швидкість потоку повітря повинна становити від 0,8 до 2,1 м/с.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		52

□ Якщо споживання зварювальних матеріалів перевищує 0,21 г/год, необхідно встановити загальнообмінну вентиляцію. Можна використовувати систему локального повітрообміну, якщо цей показник нижче.

□ У зоні зварювання дозволяється швидкість руху повітря від 0,4 до 1 м/с.

Напрямок потоку свіжого повітря нагрівається.

□ Якщо зварювальний апарат використовується в закритих резервуарах або є підвищена інтенсивність сполучних робіт, приплив подається на маску працівника при температурі повітряних мас не вище +19 оС.

Встановлення загальнообмінної вентиляції в шафі, де зберігається газовий балонний бак, є обов'язковим [17, 18, 19].

### **Види систем вентиляції зварювального цеху. Витяжна вентиляція**

Спорудження високоякісних приладів для місцевого відведення шкідливих речовин, що виділяються в процесі зварювання, є однією з найважливіших частин системи вентиляції цеху. Якісна витяжка для зварювального посту знижує шкоду довкілля та захищає здоров'я працівників [17, 18, 19].

Зменшується кількість шкідливих речовин, що потрапляють до зварювального відділення, якщо місце зварювання добре відгороджене та вентиляція добре організована.

Крім того, потужність зварювальної витяжки зменшується. На практиці місцеві відсмоктувачі здатні вловити і поглинути до 2/3 об'єму всіх отруйних речовин, що викидаються. Загальнообмінна система вентиляції цеху видаляє третину.

### **Загальнообмінна вентиляція для зварювального відділення**

Обладнання робочих зварювальних постів із локальною системою відведення працює лише на стаціонарних столах. Система місцевої витяжки стає просто неефективною, якщо немає постійних постів і працівники цеху постійно працюють на пересувних зварювальних столах. У таких обставинах встановлення загальнообмінної системи вентиляції з кратністю повітрообміну до десяти одиниць є життєво важливим.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У процесі вибору найкращої загальнообмінної схеми враховуються всі важливі фактори, включаючи вихід конвективних потоків вгору в будівлю виробництва. При необхідності конвективні потоки можуть посилюватися за допомогою спрямованих струменів струменя або цими струменями можна направлятися до повітрозабірних панелей.

У боротьбі за чисте повітря можуть бути труднощі, оскільки ці потоки не дуже стабільні та можуть бути порушені охолодженням припливом або рухом мас аераційного повітря.

Крім того, у випадку, якщо процес зварювання металів призводить до значного виділення пилу, єдиним способом вирішення проблеми є створення механічної загальнообмінної системи вентиляції припливно-витяжного типу, яка також має функцію обов'язкового підігріву повітря в холодну пору року [17, 18, 19].

### **Припливна вентиляція для зварювального відділення:** характеристика повітряних потоків

Зварювальне відділення металообробного підприємства може мати вертикальну або горизонтальну подачу повітря. Розглянемо кожен з них більш детально.

Систему вентиляції з горизонтальним повітрообміном встановлюють таким чином, щоб вона охоплювала всю площу виробничого приміщення. Застій повітряних мас абсолютно не допускається. Швидкість повітряного обміну не повинна перевищувати 0,1 м/с. Це ідеальне рішення для зварювальних цехів або місць, де відстань між витяжкою та припливом менше 100 метрів.

У вертикальному повітрообміні потужні вентилятори встановлюються в підвальних приміщеннях для забезпечення сильного припливу повітря вентиляційними шахтами.

Вихідні отвори встановлюються в підлозі та прикриваються спеціальними решітками діаметром не більше п'яти сантиметрів. На вході в приміщення

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		54

швидкість руху повітря повинна становити близько 0,1 м/с, а на виході вентиляторів — 4,5 м/с.

Ця схема передбачає встановлення витяжних вентиляторів на даху. Подібна система добре працює у виробничих приміщеннях промислових підприємств з великою площею, оскільки вона може швидко та ефективно знижувати концентрацію шкідливих речовин до параметрів, необхідних за ДБН і ДСТУ.

### **В зварювальному відділенні металообробного підприємства:**

Технологічний процес – в відділенні ріжуть, збирають та зварюють вироби та їх вузли.

Основні шкідливі виділення – тепловиділення від людей, сонячної радіації; пил при зварюванні, з'єднання фтору, інших речовин та зварювальний аерозоль.

Категорія роботи – середньої важкості.

Категорія виробництва – В.

Обладнання - Зварні пости.

### **6.1.2. Ковальське відділення металообробного підприємства:**

Технологічний процес демонструє термічну обробку компонентів, виготовлених із металу.

Існують різні види термічної обробки, включаючи відпал, нормалізацію, відпустку (високо- та низькотемпературну), об'ємне гартування та кінцеву хіміко-термічну обробку.

Камерні печі типу СНЗ забезпечують нагрівання під загартування, нормалізацію та випалювання — 4,8. 2,60/10. Після того, як деталь поміщається в піч за допомогою спеціальних кліщів, її нагрівають до бажаної температури, зберігають цю температуру, а потім швидко охолоджують. Нагрівання відбувається через спіраль. Для гартівного середовища використовується масло індустріального типу I-20, а також вода.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		55

Шахтні печі типу СШЗ-6.6/ 7 і ПН-34 використовуються для нагрівання під відпустку (високий, середній, низький).

Деталь вставляється в спеціальне пристосування, відоме як бочка, щоб вона могла бути опущена в шахтну піч.

Гас використовується для цементації, щоб створити газоподібне середовище. Цементация проводиться в шахтній муфельній печі.

У процесі цементації поверхня металу насичується вуглецем, коли нафтопродукти спалюються при певній температурі. Це підвищує межу витривалості, межу міцності поверхневого шару та зносостійкість [17, 18, 19].

**Для вентиляції ковальського відділення є наступні вихідні дані.**

Подано нижче в табличному вигляді:

Таблиця 6.1

Основні шкідливі виділення	Конвективна та променева теплота, окись вуглеводів, сірчистий газ та інші шкідливості
Опалення	Разом із вентиляцією
Загальнообмінна вентиляція	Розрахунок на зніманні теплонадлишків та розчинення шкідливих виділень до гранично допустимих концентрацій. В усі періоди року (ТП + ХП) використовується аерація (в данному випадку – природня (провітрювання) при русі гарячого повітря від пічного обладнання до гори і видалення забрудненого повітря через пристрої на даху промислової будівлі
Місцеве душення	Застосовується місцеве душення на робочих місцях, які піддаються тепловому випромінюванню
Місцеві відсмоктувачі	Місцеві витяжки над отворами печей для завантаження, біля горнів

## 6.2. Вибір і розрахунок місцевих відсмоктувачів

від технологічного обладнання

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		56

Мищеві відсмоктувачі призначені для видалення шкідливих виділень безпосередньо з технологічного обладнання, використовуваного в металообробному підприємстві (Рис. 6.1).

Панелі SEA Shore використовують для видалення шкідливостей під час зварювання невеликих деталей на зварювальних постах, як показано нижче на Рис. 6.2.

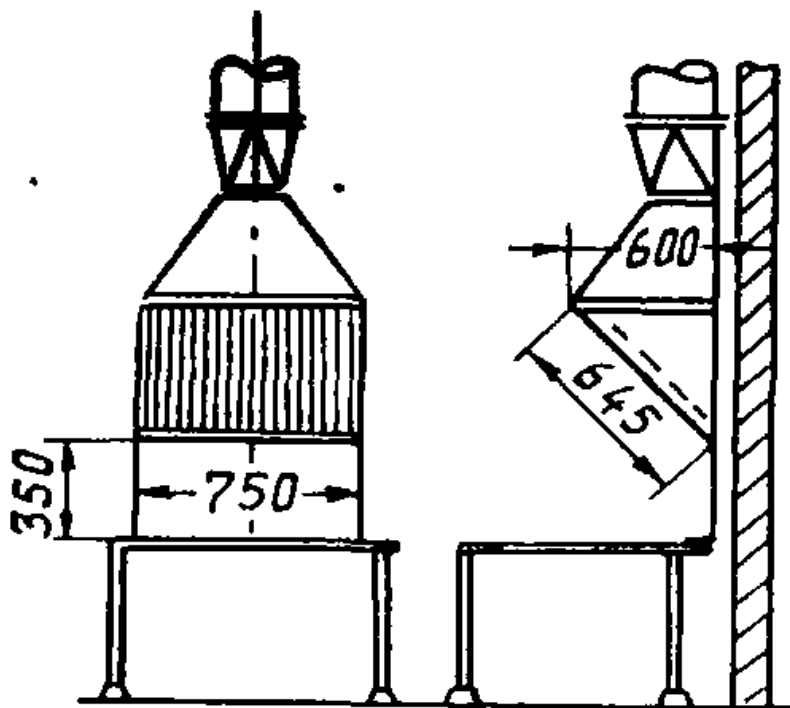


Рис. 6.1. Місцевий відсмоктувач від зварювального посту

Панелі діють ефективно, якщо на  $1 \text{ м}^2$  її габаритної площі припадає не менше  $3300 \text{ м}^3/\text{год}$  повітря, що відсмоктується, при її розташуванні поблизу стіни і  $5000 \dots 7000 \text{ м}^3/\text{год}$  – далеко від стіни.

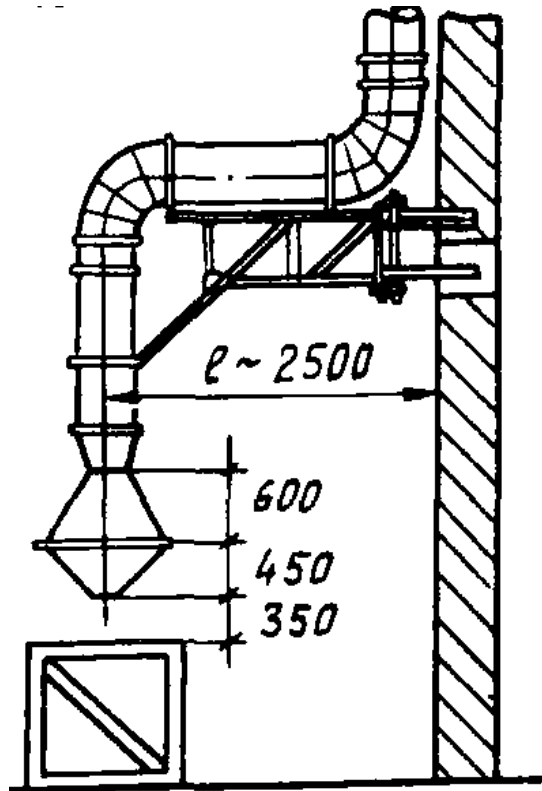
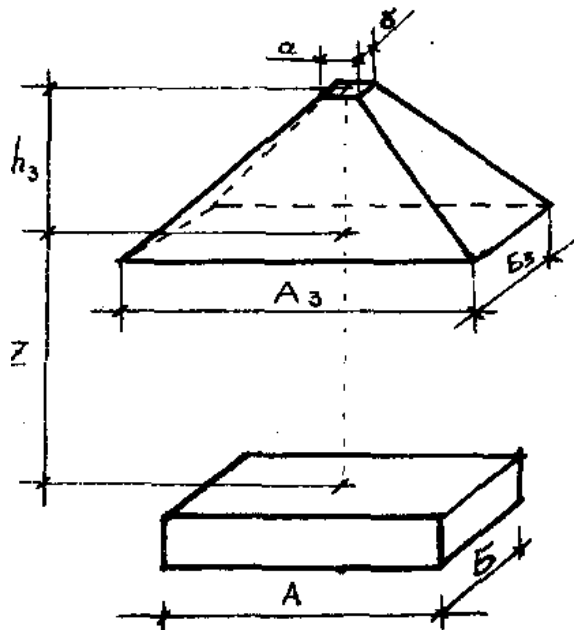


Рис. 6.2. Двостороння Всмоктуюча панель на поворотному приладі

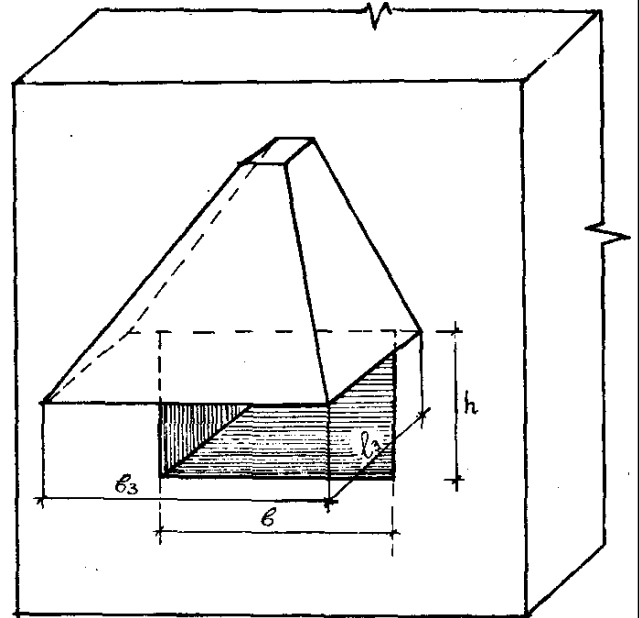
**Витяжні зонти** (Рис.6.1.1) і **зонти-козирки** (Рис.6.1.2) відносяться до місцевих відсмоктувачів відкритого типу. Такі типи місцевих відсмоктувачів широко застосовуються у вентиляції. За допомогою місцевих відсмоктувачів забезпечується уловлювання шкідливостей у місця їх утворення. При такому способі вентиляювання приміщень досягаються високі техніко-економічні показники вентиляції при мінімальних повітрообмінах.

**Витяжним зонтом** називається місцевий відсмоктувач, який має форму урізаного конусу або піраміди і розташований зазвичай над тепловим джерелом на деякій відстані від нього. Витяжні зонти використовуються для вентиляції повітря в різних типах приміщень. Таке обладнання найчастіше встановлюють на підприємствах загального харчування, хімічних підприємствах, а також на домашніх кухнях, тощо.

Кут розкриття зонти приймається не більше  $60^\circ$ , так як при більшій величині спостерігається значна нерівномірність поля швидкостей по всмоктуючому перетину зонти [].



**Рис. 6.1.1.** Витяжний зонт, який розміщений над конвективним джерелом теплоти



**Рис. 6.1.2.** Зонт-козирок, який розміщений біля завантажувального отвору технологічної печі

Для печей ковальського відділення цього дипломного проекту ми використали зонт-козирок.

Витяжні зонти-козирки встановлюють над робочими отворами термічних, ковальських печей, сушарок та іншого подібного обладнання, щоб видалити гази та пари, які вибиваються з цих пристроїв. Необхідно пам'ятати, що робочий отвір обладнання, що використовує електричну енергію, знаходиться під змінним тиском. Через нижню частину отвору повітря надходить до обладнання, а через верхню частину виходять гарячі гази та пари.

Ми вибрали місцеві відсмоктувачі для відповідного відділення металообробного підприємства, як показано нижче в таблиці 6.2..

### Вибір місцевих відсмоктувачів

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		59

Таблиця 6.2

Позиція	Найменування обладнання	Кількість, шт	Характеристика шкідливостей	Тип місцевого відсмоктувача	Витрата повітря, що видаляється, $L_{mv}, m^3/год$		Примітка
					від одиниці	усього	
Зварювальне відділення							
1	Пост електро-зварювальний	3	АНО-25-2,5 кг/год	Панель Чернобережського	1550	4650	[11]
2	Пост газозварювальний	1	СВ-08Г2С - 2,5 кг/год	Панель Чернобережського	1550	1550	[11]
Ковальське відділення							
3	Нагрівальна піч	1	Суміш газів	Зонт-козирок	7335	7335	[11]
Відділення очистки							
4	Очисний барабан	2		Кожух	2900	5800	[11]
					$\Sigma$	19335	

Витрата повітря, що видаляється з Очисного барана знаходиться відповідно діаметру 1350мм, буде дорівнювати - 2900 м<sup>3</sup>/год на один барабан.

Витрата повітря, що видаляється від електро- та газозварювальних постів розраховується:

Газозварювальні пости та Електрозварювальні пости за технологією потрібно видалити шкідливості за допомогою Панелей Чернобережського, приймають 1550 м<sup>3</sup>/год.

### 6.3. Повітряне душування

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						60
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 6.3.1. Розрахунок повітряного душення робочого місця біля газової печі

В цьому розділі шостого розділу дипломного проекту ми розраховуємо повітряне душення біля газової печі.

Категорія робіт є складною.

Тепле випромінювання має інтенсивність 700 Вт/м<sup>2</sup>.

Температура повітря в робочій зоні ( $\theta_{\text{тпвз}}$ ) становить 22°C під час теплого року.

Згідно з нормативними вимогами, на робочому місці має бути середня температура  $\theta_{\text{норм}} = 210 \text{ }^\circ\text{C}$ , швидкість повітря - 1,5 м/с і відстань  $x$  від душуючого патрубку до робочого місця.

У боротьбі з надлишками теплоти можна використовувати такий вираз, як  $P_{\text{т}} = (\theta_{\text{вз}} - \theta_{\text{норм}}) / (\theta_{\text{вз}} - \theta_0)$ , де  $\theta_{\text{вз}}$  - температура повітря на робочому місці, 0С;  $\theta_0 = \theta_{\text{охл}} + \Delta\theta_{\text{п}}$  - температура повітря на виході з душуючого патрубку, 0С;  $\theta_{\text{охл}}$  - температура повітря на виході з форсуючої камери, 0С (при адіабатному процесі охолодження  $\theta_{\text{ох}}$

Розраховуємо:  $P_{\text{т}} = (22 - 21) / (22 - (17 + 1,5)) = 0,29$ .

$P_{\text{т}} = 1$ , що призводить до адіабатного охолодження повітря. Предварительно приймаємо душуючий патрубок ПДв – 4 з кутом нахилу лопаток  $\alpha = 450$ , для якого будуть дійсні наступні коефіцієнти:  $n = 3,5$ ;  $m = 5,1$ ;  $\xi = 2,6$ .

Потім ми можемо знайти площу живого перерізу патрубку, використовуючи формулу  $F_0 = [((\theta_{\text{вз}} - \theta_{\text{норм}})x) / ((\theta_{\text{вз}} - \theta_0)n)]^2 = [((22 - 21)2) / ((22 - 18,5)3,5)]^2 = 0,16 \text{ м}^2$ .

Приймаємо табличне значення -  $F_{0\text{т}} = 0,2$  метри квадратного.

Таким чином, швидкість, яка виходить з патрубку, можна знайти за формулою, наведеної нижче:  $V_0 = V_{\text{рм}} * x / m \sqrt{F_{0\text{т}}}$ , м/с.

Ми знайдемо, що  $V_0 = 1,5x2 / 5,1 \sqrt{0,2} = 1,32 \text{ м/с}$ .

Вираз нижче показує витрату повітря душуючого патрубку:  
 $L_0 = 3600 F_{0\text{т}} V_0$ , м<sup>3</sup>/год

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		61

Знаходимо, що  $L_0=3600 \times 0,2 \times 1,32=950$  м<sup>3</sup>/годину.

**Для холодного періоду року:**

Теплота повітря в робочій зоні буде 18,7 оС.

На робочому місці середня температура  $\theta_{\text{норм}} = 200$  °С, швидкість повітря 1,5 м/с і відстань  $x$  від душуючого патрубку до робочого місця 2 м.

Температуру повітря на виході з душуючого патрубка можна визначити за формулою  $F_0=[((\theta_{\text{wz}}-\theta_{\text{норм}})x)/((\theta_{\text{wz}}-\theta_0)n)]^2$ , залишивши продуктивність вентилятора незмінною. Для теплого періоду року ці показники будуть прийняті таким чином:  $L_0$  і  $V_0$  приймаються за прийняті.

У відповідь на цю формулу  $\theta_0 = \theta_{\text{wz}} - ((\theta_{\text{wz}} - \theta_{\text{норм}})x)/(n\sqrt{F_0t})$ , оС.

Визначимо температуру  $\theta_0$ , яка становить  $18,7 - ((18,7 - 20)^2)/(3,5\sqrt{0,2})=21,6$  оС. Отже, можна зробити висновок, що в холодну пору року робота форсуючої камери припинена.

У калорифері подавальне повітря нагрівається до температури  $\theta_k$  ( $21,6 - 1,5 = 20,1$  оС).

Щоб не заважати роботі, патрубок встановлюємо на висоті 1,90 м від підлоги.

**$L_0=950$  м<sup>3</sup>/год**

### **Розрахунок повітряного душування робочих місць біля пресів та молотів**

Розраховуємо повітряне душування робітників, які працюють біля пресів, молотів.

Інтенсивність теплового опромінення - 1800 Вт/м<sup>2</sup>.

$\theta_{\text{норм}} = 21$ °С,  $V_{\text{рм}} = 2,5$  м/с.

$P_T = (22 - 21)/(22 - (17 + 1,5)) = 0,29$

$P_T < 1$ , отже приймаємо процес - адіабатого охолодження повітря.

Попередньо приймаємо душуючий патрубок ПДв – 4 з кутом нахилу лопаток  $\alpha=45^\circ$  для якого будуть наступні коефіцієнти:  $n=3,5$ ;  $m=5,1$ ;  $\xi=2,6$ .

$F_0=[((22 - 21)^2)/((22 - 18,5)3,5)]^2 = 0,2$  м<sup>2</sup>.

Приймаємо  $F_{om} = 0,2$  м<sup>2</sup>.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						62
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$V_o = 2,5 \times 2/5,1 \sqrt{0,2} = 2,19 \text{ м/с,}$$

$$L_o = 3600 \times 0,2 \times 1,75 = 1578 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для холодного періоду року:

$$\theta_o = 19,00 - ((19,00 - 21)^2)/(3,5 \sqrt{0,2}) = 20,30 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_k = 20,30 - 1,5 = 18,80 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Так як, пресів є 11 шт., то маємо:

$$L_o = 1578 \times 11 = 17348,00 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Аналогічно приймаємо для *молотів*:

$$L_o = 1578 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже визначаємо загальну кількість душуючого повітря:

Для ковальського відділення:

$$L_{\text{душ}} = 950 + 1578 = 2528,00 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для штампувального відділення:

$$L_{\text{душ}} = 17348,00 \text{ м}^3/\text{год.}$$

### 6.3.2. Розрахунок зонти-козирка над завантажувальним отвором печі

#### Вихідні дані:

- ❖ розмір робочого отвору: ширина  $v = 0,7 \text{ м}$  і висота  $h = 0,45 \text{ м}$ ;
- ❖ температура повітря робочої зони ( $\theta_v = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), в робочому просторі печі  $\theta_o = 550 \text{ }^\circ\text{C}$ , суміші повітря і газів, які вибиваються з печі, що видаляється зонтом-козирком  $\theta_{cm} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Порядок розрахунку є наступним:

1. Визначимо абсолютну температуру повітря (газу), яке вибивається з печі і внутрішнього повітря за формулами:

$$T_o = 273 + \theta_o = 273 + 550 = 823 \text{ }^\circ\text{K} \quad \text{і} \quad T_v = 273 + \theta_v = 273 + 20 = 293 \text{ }^\circ\text{K} .$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						63
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2. Якщо відома абсолютна температура повітря (газу), яке вибивається з печі і внутрішнього повітря за формулою нижче знайдемо коефіцієнт  $\kappa$ :

$$\kappa = \sqrt[3]{T_o/T_e} / (1 + \sqrt[3]{T_o/T_e}),$$

де:

$T_o = 273 + \theta_o$  і  $T_e = 273 + \theta_e$  – абсолютна температура повітря (газу), який вибивається з печі і температуру внутрішнього повітря, °К.

Коефіцієнт  $\kappa$  визначає частину робочого отвору, що працює на приплив.

Розраховуємо:

$$\kappa = \sqrt[3]{823/293} / (1 + \sqrt[3]{823/293}) = 0,5852.$$

3. За формулою нижче визначаємо висоту робочого отвору, що працює на приплив:

$$h_e = \kappa h$$

Розраховуємо:

$$h_e = 0,5852 \cdot 0,45 = 0,2633 \text{ м.}$$

4. Визначаємо значення густин повітря, що відповідають температурам  $\theta_e$  та  $\theta_o$ :

$$\rho_e = \frac{353}{T_e} = \frac{353}{293} = 1,205 \text{ кг/м}^3; \quad \text{і} \quad \rho_o = \frac{353}{T_o} = \frac{353}{823} = 0,429 \text{ кг/м}^3.$$

5. Знаходимо середній по висоті отвору надлишковий тиск, який спонукає гази вибивається з печі за наступним виразом:

$$\Delta\rho = h_e (\rho_e - \rho_o) g / 2,$$

де:

$\rho_e, \rho_o$  – густина повітря, що відповідає температурам  $\theta_e$  і  $\theta_o$ , кг/м<sup>3</sup>

визначається за формулами:

$$\rho_e = \frac{353}{T_e}; \quad \text{і} \quad \rho_o = \frac{353}{T_o};$$

$g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$  – прискорення вільного падіння.

Отже:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		64

$$\Delta p = 0,2633 \cdot (1,205 - 0,429) \cdot 9,81 / 2 = 1,0022 \text{ Па}$$

6. Розраховуємо швидкість вибивання повітря з робочого отвору за нижченаведеною формулою:

$$v_o = \sqrt{2\Delta p / \rho_o} = 1,41 \sqrt{\Delta p / \rho_o},$$

Визначаємо:

$$v_o = \sqrt{2 \cdot 1,022 / 0,429} = 2,16 \text{ м/с}.$$

7. Об'ємна витрата повітря, яке вибивається з робочого отвору:

$$L_o = 3600 v_o F_o = 3600 v_o h_o b_o,$$

Відповідно, об'ємна витрата повітря, яке вибивається з робочого отвору, складе:

$$L_o = 3600 \cdot 2,16 \cdot 0,2633 \cdot 0,7 = 1433,19 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

8. Використовуючи рівняння теплового балансу знайдемо витрату суміші, замінюючи відношення густин повітря через відношення його абсолютних температур.

$$0,278 L_{cm} \rho_{cm} t_{cm} c_p = 0,278 L_o \rho_o t_o c_p + 0,278 L_g \rho_g t_g c_p$$

Знаходимо витрату суміші і замінюючи відношення густин повітря через відношення його абсолютних температур:

$$L_{cm} = L_o (t_o - t_g) T_{cm} / [(t_{cm} - t_g) T_o],$$

де:

$\theta_{cm} = 273 + \theta$  – абсолютна температура повітряної суміші, К;

$\rho_{cm} = \frac{353}{T_{cm}}$  – густина повітря, що відповідає температурі  $\theta_{cm}$ , кг/м<sup>3</sup>;

$c_p$  – питома теплоємність повітря, 1 кДж/(кг°С).

$$L_{cm} = 1433,19 \frac{(550 - 20) \cdot 353}{(80 - 20) \cdot 823} = 5430,04 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

$$\theta_{cm} = 273 + \theta = 273 + 80 = 353 \text{ °К}. \quad \theta_o = 273 + \theta = 273 + 550 = 823 \text{ °К}.$$

9. Розраховуємо площу зонту-козирку, задаємося швидкістю повітря в його робочому перерізі  $v_z = 3$  м/с за формулою:

$$F_z = L_{cm} / (3600 v_z).$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						65
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Отже:

$$F_3 = 5430,04 / (3600 \cdot 3) = 0,503 \text{ м}$$

10. Ширину зонту за конструктивними міркуваннями:

$$e_3 = (1,21 - 1,25)e$$

приймаємо рівною:

$$e_3 = 1,25 \cdot 0,7 = 0,88 \text{ м}$$

11. Визначаємо виліт зонту-козирка за формулою:

$$l_3 = F_3 / e_3$$

Виліт становитиме:

$$l_3 = 0,503 / 0,88 = 0,572 \text{ м}$$

Отже, ми визначили усе шукане.

#### 6.4. Розрахунок повітряної завіси

Повітряна завіси шибруючого типу являє собою плоску неізотермічну струмину, яка розвивається на межі двох середовищ, які мають різні параметри: температуру, щільність, концентрацію домішок, вологовміст.

Повітряні завіси застосовуються в холодний період для захисту виробничих приміщень від зовнішнього повітря [17, 18, 19].

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		66

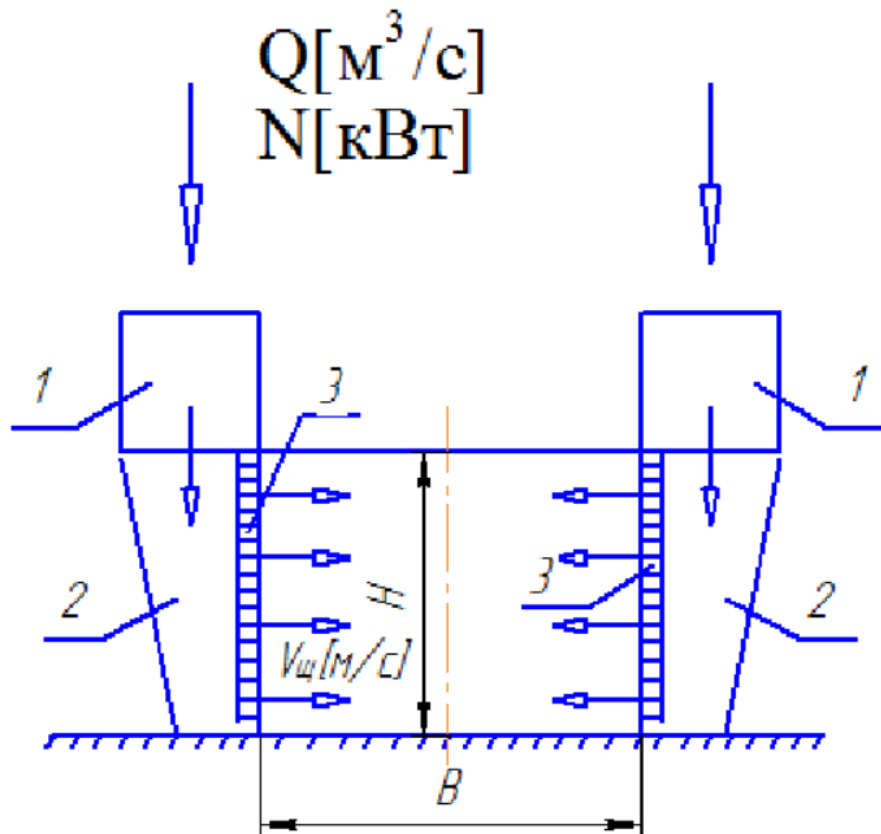


Рис.6.4.1. Повітряно-теплова завіса:

- 1 - вентиляційний тепловий блок;
- 2 – повітророзподільний короб;
- 3 – повітророзподільна щілина

Конструктивно повітряно-теплова завіса призначена для подачі повітря в повітророзподільні короби вентилятором, який нагріває повітря в калорифері (Рис. 6.4.1). Кожен короб має щілину для розподілу повітря. Повітря, що виходить із цієї щілини, захищає дверний проріз від холодного зовнішнього повітря.

Таким чином, типова повітряно-теплова завіса складається з наступних блоків: вентиляційно-тепловий блок 1 містить вентилятор і калорифер (водяний, паровий або електричний); повітророздавальний короб 2 містить повітророзподільну щілину 3 і може бути виготовлений зі звичайної або оцинкованої листової сталі [17, 18, 19]..

Вихідні дані:

Визначаємо розміри воріт металообробного підприємства:

$$F_{\text{вор}} = 3,0 \times 4,0 = 12,0 \text{ м}^2$$

Допустимі параметри:

$$V_o < 25 \text{ м/с}, \theta_o < 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

Зовнішні параметри:

$$\theta_n = -22 \text{ }^\circ\text{C}, V_n = 2,9 \text{ м/с.}$$

Внутрішні параметри:

$$\theta_{вн} = 19 \text{ }^\circ\text{C}, V_v = 0,3 \text{ м/с.}$$

Висота будівлі:  $H_{\text{буд}} = 9,0 \text{ м,}$

Висота приміщення:  $H_{\text{пр}} = 7,1 \text{ м}$

Аеродинамічні коефіцієнти (середні по навітряному та завітряному фасаді):  $C_n = 0,8$  та  $C_z = -0,4$ .

Поправочний коефіцієнт:  $k = 0,5$ .

Порядок розрахунку:

Приймаємо двосторонню повітряну завісу із боковим розташуванням ( $\alpha = 30^\circ$ ) із внутрішнім забором повітря.

Задаємось в першому наближенні:

$$F = 20 - 30; \Phi = 0,6; \mu = 0,3$$

Площа захищених повітряною завісою воріт:  $3 \times 4 = 12 \text{ м}^2$

За табл. 7.4 («Справочник поректировщика», Староверов):  $h_{\text{расч}} = 6,5$

**м.**

Тоді ширина повітровипускної щілини буде:

$$b_o = 12 / (20 \times 2 \times 3) = 0,11 \text{ м.}$$

Приймаємо:  $b_o = 0,11 \text{ м.}$

Визначаємо протяжність осі струмини:

$$S = 0,525 B_{\text{пр}} = 0,525 \times 3 = 1,58 \text{ м}$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						68
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

За номограмою визначаємо координату вісі повітряної струмини –  $r$ , яка відповідає умові дотримання поверхневого балансу приміщення. Для  $b_0=0,11\text{ м}$  і  $S=1,58\text{ м}^2$  -  $r=0,0,105\text{ м}$ .

Ми розбиваємо умовно прохід на 4 зони:  $4/4 = 1\text{ м}$  і проводимо розрахунок різниці тисків для кожної з них. Результати подаємо у табличному вигляді.

№ зони	$h_i, \text{ м}$	$H - h_i, \text{ м}$	$(H - h_i)\Delta\gamma, \text{ Па}$	$P_{\text{зов}}, \text{ Па}$	$\Delta P_i, \text{ Па}$	$V_{0i}, \text{ м/с}$
1	2	3	4	5	6	7
1	1	8	16,24	25,33	12,70	14,52
2	2	7	14,22	23,30	11,650	13,93
3	3	6	12,20	21,30	10,63	13,3
4	4	5	10,20	19,24	9,620	12,66

Визначаємо  $\Delta\gamma$ :

$$\Delta\gamma = \gamma_z - \gamma_v, \text{ Н/м}^3$$

де:

$\gamma_z$  і  $\gamma_v$  – це питома вага, відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря.

Розраховуємо:

$$\Delta\gamma = \Delta\rho g = (353/(273-22)-353/(273+20,0)) \times 9,81 = 2,030 \text{ Н/м}^3.$$

де:

$P_{\text{зов}}, \text{ Па}$  – зовнішній тиск повітря, який можна визначити за наступним виразом:

$$P_{\text{зов}} = (H - h_i)\Delta\gamma + P_v,$$

де:

$\Delta P_i$  – перепад тисків, що можна визначити за наступним виразом:

$$\Delta P_i = (H - h_i)\Delta\gamma + P_v - P_o,$$

де:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						69
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$P_o$  – тиск повітря в приміщенні:  $P_o=0,5P_{зов}$ ;

$P_v$  – вітровий тиск який визначається за формулою:

$$P_v=(C_n-C_{зов})/2\rho_{ex\theta}*V_{ex\theta}^2*k, \text{ Па}$$

Визначаємо:

$$P_v = (0,8+0,4) \times 1,39 \times 3,3^2 / 2 \times 1 = 9,08 \text{ Па.}$$

Розрахуємо початкову швидкість повітря в щілині розподільчого повітроводу:

❖ для завіс з боковою подачею повітря:

$$v_{oi} = 0.645 \cdot x_1 \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_1}{b_s (x_1 \cdot \text{tg } \alpha - y_1) \cos \alpha}}$$

де:

$x_1 = 2,00$  м – це відстань, яка дорівнює висоті прорізу при одно- та двосторонній подачі повітря;

$y_1$  - координата, для завіс із внутрішнім забором повітря:  $y_1 = -r = -0,105$ .

❖ для завіс із зовнішнім забором повітря:  $y_1 = +r = 0,105$ ,  $\alpha = 30^\circ$ .

Рекомендований поріг швидкості руху повітря на виході з щілини повітряної завіси для воріт і технологічних прорізів становить:  $V_{норм.} = 25$  м/с.

$$\theta g \alpha = \theta g 30^\circ = 0,577; \cos \alpha = \cos 30^\circ = 0,866$$

Середня швидкість становить:  $V_{сер} = 13,6$  м/с - це мінімально допустиме значення.

Далі ми знаходимо витрату повітря на 1 м щілини за наступним виразом:

$$L_i = V_{oi} \cdot b_o, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$L_{11} = 14,52 \cdot 0,11 = 1,597 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$L_{12} = 13,93 \cdot 0,11 = 1,53 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$L_{13} = 13,3 \cdot 0,11 = 1,46 \text{ м}^3/\text{с};$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						70
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$L_{14} = 12,66 \cdot 0,11 = 1,39 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначаємо масову витрату за наступною формулою:

$$G_3 = \rho_0 \sum L_{1i} l_{ш}, \quad \text{кг/год},$$

де:

$\rho_0$  – густина повітря, яке подається в повітряну завісу;

$l_{ш}$  – довжина окремої ділянки для бокової завіси, м.

Отже розраховуємо:

$$G_3 = 1,20 \times (1,597 + 1,530 + 1,47 + 1,40) \times 2 = 14,350 \text{ кг/с} = 51660,00$$

кг/год.

Розраховуємо температуру повітря, яке подається в повітряну завісу:

$$\theta_0 = (\theta_{wz}(1 - \beta_{в.п.}) - \beta_{з.п.}\theta_3) / \beta_{оп},$$

де:

$\beta_{в.п.}$ ,  $\beta_{з.п.}$ ,  $\beta_{оп}$  – коефіцієнти, які враховують вплив на температуру суміші відповідно внутрішнього, зовнішнього повітря і повітря яке подається через щілину.

Коефіцієнти  $\beta_{в.п.}$  та  $\beta_{з.п.}$  визначають по номограмі в залежності від відносної координати  $y'_1$ :

$$y'_1 = y_1 / 0,5b = -0,105 / (0,5 \times 0,415 \times 1,58) = -0,320;$$

$b = 0,416 \times S = 0,416 \times 1,58 = 0,66$  – це ширина струмини в перерізі, що знаходиться від її початку на відстані  $S$ .

$$X = S / b_0 = 1,58 / 0,11 = 14,36.$$

Отже  $\beta_{в.п.} = 0,55$ ;  $\beta_{з.п.} = 0,02$

Коефіцієнт  $\beta_{оп}$  знаходимо за формулою:  $\beta_{оп} = 3,12 \alpha_{оп} / \sqrt{(S/b_0)} = 0,3864$

де:

$\alpha_{оп} = 0,45$  – коефіцієнт, що залежить від відносної координати  $y'_1$ , визначають по номограмі.

Перевірка:  $\sum \beta_i = 0,55 + 0,02 + 0,3864 = 0,96 \approx 1$

Отже:  $\theta_0 = (19 \cdot (1 - 0,55) - 0,02 \cdot (-22)) / 0,3864 = 23,3 \text{ }^\circ\text{C}$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						71
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначаємо витрату теплоти на нагрів повітря:

$$\Phi_3 = 3600 c_v G_3 (\theta_o - \theta_{вх}) = 3600 \times 1,005 \times 14,35 \times (23,3 - 15) = 355247 \text{ кДж/год} = 11,2574 \text{ кВт}$$

До установки приймаємо повітряно-теплову завісу ЗВТЗ-3.

### 6.5. Розрахунок калорифера для повітряної завіси

Визначимо необхідну площу поверхні нагріву калорифера, виходячи з  $\theta$  °С теплоносія по формулі:

$$F_{н} = Q_3 / k \cdot (t_r - t_o)$$

$$K = 43,5 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$F_{н} = 112547 / 43,5 \times (140 - 70) = 37 \text{ м}^2$$

Визначаємо площу дійсного перерізу  $f_{ж}$ , м<sup>2</sup>, калорифера по вживаному повітрю по формулі:  $f_{ж} = G_{п} / (3600 \times (v_p))$ ,

де:

$v_p$  - масова швидкість повітря кг/(м<sup>2</sup>°С).

Масову швидкість ми приймаємо в межах 4...12 кг/(м<sup>2</sup>°С).

Розраховуємо площу дійсного (живого) перерізу:

$$f_{ж} = 51660 / (3600 \times 8) = 1,8 \text{ м}^2$$

Вибираємо калорифер марки: КВБ-10-П  $f_{ж} = 0,0009 \text{ м}^2$

Площа поверхні нагрівача: - 37,48 м<sup>2</sup>

Встановлюємо параметри руху повітря у видаляючому та припливному повітропроводах:

$$f_{п} = f_{уд} = 0,9 \times 2 = 1,8 \text{ м}^2$$

Необхідна загальна теплообмінна поверхня становитиме:

$$F_{н} = 37 \times 2 = 74,0 \text{ м}^2$$

Фактична загальна теплообмінна поверхня буде наступною:

$$F_{ф} = 37,48 \times 2 = 75,0 \text{ м}^2$$

Визначимо запас площі нагрівання калорифера за наступним виразом:

$$З = ((F_{ф} - F_{н}) / F_{ф}) \times 100, \%$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						72
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розраховуємо:

$$z = ((75,0-74)/75) \times 100 = 1,3\%$$

Фактична масова швидкість руху повітря буде:

$$(v_p) = 51660 / (3600 \times 1,8) = 7,97 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{С})$$

### 6.6. Розрахунок повітророзподільників

**Для зварювального відділення:**

На подавання повітря: 26500 м<sup>3</sup>/год.

На видалення повітря: 20300 м<sup>3</sup>/год.

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник складе:

$$L_{o.e.} = L / N = 15950 / 5 = 4364 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 5 повітророзподільників типу РВ3040-1Ж 650х650, з наступними параметрами:

$$L_0 = 4400 \text{ м}^3/\text{год}; F_0 = 0,221 \text{ м}^2; m = 1,2; n = 1,5; \zeta = 1,7$$

$$v = \frac{L_{o.}}{3600 F_{o.}} = \frac{4400}{3600 \times 0,221} = 5,54 \text{ м}/\text{с}$$

-швидкість повітря на виході з повітророзподільника

Далі необхідно розрахувати довжину струмини.

Довжину струмини ми знаходимо по наступній формулі:

$$x = \sqrt{F_0 + H - h_{wz}} = \sqrt{(0,221 + 7,1 - 2)} = 2,29 \text{ м}$$

Струмина на відстані  $x < 6 \cdot a_0$  розрізняється як плоска, і як компактна на відстані  $x > 6 \cdot a_0$ . Перевіряємо умову:

$a_0$  – це ширина повітророзподільника.

$6 \times 0,35 = 2,1$ , отже  $2,29 > 2,1$ - струмина, компактна [17, 18, 19].

### Розрахунок компактної струмини

- тах швидкість при вході струмини в робочу зону:

$$V_x = \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_H = \frac{2,4 \cdot \sqrt{0,221}}{2,29} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,22 = 1,87 \text{ м}/\text{с},$$

де:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						73
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$v_0$ - швидкість на виході із повітророзподільника;

$F_0$ - площа повітророзподільника;

$x$  - довжина струмینی;

$K_c$  - коефіцієнт, що враховує стиснення струмینی огорожуючи ми конструкціями;  $K_c=1$

$K_B$  - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмін між собою;  $K_B=1$

$K_H$  - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків.

$$v_0 = \frac{L_0}{3600 * F_0} = \frac{4400}{3600 * 0,221} = 5,5 \text{ м/с}$$

$$k_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 * A_{Rx}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 * 0,4} = 1,15$$

$$A_{Rx} = \frac{n}{m^2} * A_{R0} * \left( \frac{X_{\Pi}}{1,13 * \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{1,5}{1,2^2} * 0,002 * \left( \frac{5}{1,13 * \sqrt{0,221}} \right)^2 = 0,4$$

$$A_{R0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 * \sqrt{F_0}}{v_0^2 * T_{wz}} = 11,1 \frac{3 * \sqrt{0,221}}{5,5^2 * 299} = 0,002$$

$\Delta t_0$ - перепад температури між робочою зоною і припливним повітрям;

$$\Delta t_0 = t_{wz} - t_{in} = 26 - 23 = 3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$X_{\Pi} = H_{\text{прим}} - h_{wz} = 7 - 2 = 5 \text{ м}$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 26 = 299 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Для очисного відділення:**

На подавання повітря: 6047 м<sup>3</sup>/год.

На видалення повітря: 247 м<sup>3</sup>/год.

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o.e.} = L / N = 6047 / 2 = 3030 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 2 шт, тип - РВ3040-1Ж 650х650, з такими параметрами:

$$L_0=3030 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0,221\text{м}^2; m=1,2; n=1,5; \zeta=1,7$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						74
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$v = \frac{L_o}{3600F_o} = \frac{3030}{3600 \times 0.221} = 3,8 \text{ м/с}$$

### 6.7.1 Повітрообмін на розбавлення до ГДК

Складаємо балансні рівняння по шкідливостям:

$$M_{NO} + \Phi_{in}(G_{aep,in}/\rho_{aep,in} + G_{wz,in}/\rho_{wz,in}) = \\ = \Phi'_{гдкNO}(G_{aep,l}/\rho_{aep,l} + G_{wz,l}/\rho_{wz,l}),$$

де:

$M_{NO}$  – це кількість оксиду вуглецю, яка виділяється при різних видах робіт, мг;

$\Phi_{in}$  – гранично допустима концентрація NO, яка міститься в припливному

повітрі,  $\Phi_{in} = 0,3 \times 5 = 1,5 \text{ мг/м}^3$

Знайдемо  $M_{NO}$ .

На один газозварювальний пост, за яким працює одна людина, на яку приходить 5 кг електродів в годину. При спалюванні 1 кг видаляється 22 г окису азоту, тоді:

$$M_{NO} = 5 \times 22 = 110 \text{ г} = 110000 \text{ мг}$$

Перевіряємо повітрообмін:

$$11000 + 1,5 \times (22968 + 10852) = \Phi_{гдкNO} (22572 + 10758)$$

$$61730 = \Phi_{гдкNO} \cdot 33330$$

$$\Phi'_{гдкNO} = 1,85 \text{ мг/м}^3$$

Отже  $\Phi'_{гдкNO} < \Phi_{гдкNO}$  ( $1,85 < 5 \text{ мг/м}^3$ ), тому робимо висновок, що раніше розрахований повітрообмін на асиміляцію теплоти повністю забезпечує розбавлення шкідливостей до ГДК.

Отже  $\Phi'_{гдкNO} < \Phi_{гдкNO}$  ( $1,85 < 5 \text{ мг/м}^3$ ), тому робимо висновок, що раніше розрахований повітрообмін на асиміляцію теплоти повністю забезпечує розбавлення шкідливостей до ГДК. Складаємо балансні рівняння по шкідливостям:

$$M_{NO} + \Phi_{in}(G_{aep,in}/\rho_{aep,in} + G_{wz,in}/\rho_{wz,in}) = \\ = \Phi'_{гдкNO}(G_{aep,l}/\rho_{aep,l} + G_{wz,l}/\rho_{wz,l}),$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						75
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де:

$M_{NO}$  – це кількість оксиду вуглецю, яка виділяється при різних видах робіт, мг;

$\Phi_{in}$  – гранично допустима концентрація NO, яка міститься в припливному повітрі,

$$\Phi_{in}=0,3*5=1,5$$

$$\text{мг/м}^3$$

Знайдемо

$$M_{NO}.$$

На один газозварювальний пост, за яким працює одна людина, на яку приходить 5 кг електродів в годину. При спалюванні 1 кг видаляється 22 г окису азоту, тоді:

$$M_{NO}=5*22=110\text{г}=110000\text{мг}$$

Перевіряємо повітрообмін:

$$11000 + 1,5 \times (22968 + 10852) = \Phi_{ГДКNO} (22572 + 10758)$$

$$61730 = \Phi_{ГДКNO} * 33330$$

$$\Phi'_{ГДКNO} = 1,85 \text{ мг/м}^3$$

Отже  $\Phi'_{ГДКNO} < \Phi_{ГДКNO}$  ( $1,85 < 5 \text{ мг/м}^3$ ), тому робимо висновок, що раніше розрахований повітрообмін на асиміляцію теплоти повністю забезпечує розбавлення шкідливостей до ГДК [17, 18, 19].

### 6.7.2 Розрахунок повітрообмінів загальнообмінної вентиляції

1. Кількість повітря, що подається в приміщення, за надлишками явної теплоти визначаємо за наступною формулою:

$$G = G_{wz}^{м.в.} + \frac{3,6Q_{я}^{нагд.} - cG_{wz}(t_{wz} - t_{in})}{c(t_l - t_{in})}, \text{кг/год}$$

$$L_{mn} = \frac{G}{\rho_{mn}}, \text{м}^3 / \text{год}; \quad L_{xn} = \frac{G}{\rho_{xn}}, \text{м}^3 / \text{год},$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						76
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де:

$\rho_{mn}, \rho_{xn}$  – це густина повітря відповідно при  $t_{in}^{mn}$  та  $t_{in}^{xn}$ .

2. Кількість повітря, яке подається до приміщення, за масою шкідливих речовин, які виділяються, із розбавленням їх концентрації до ГДК знаходимо за наступною формулою:

$$G = G_{wz}^{м.в.} + \frac{m_{po} - G_{wz}(q_{wz} - q_{in})}{(q_i - q_{in})}, \text{ кг / год}$$

Приймаємо трансмісійні тепловтрати 150 Вт на м<sup>2</sup>

Всі результати по цих розрахунках для кожного відділення подаємо в табличному вигляді.

№	Відділення	Площа, м <sup>2</sup>	Втрати, Вт
1	2	3	4
1	Зварювальне відділення	151,60	22741,00
2	Ковальське відділення	78,60	11791,00
3	Штампувальне відділення	443,30	66496,00
4	Відділення очистки	39,30	5896,00
5	Ремонтне відділення	76,80	11521,00
		Разом:	118445,00

Розрахунок проводимо для всіх відділень металообробного підприємства, і за отриманими результатами складаємо таблицю повітряного балансу [17, 18, 19].

$$L = \frac{27073}{1.2} = 22560 \text{ м}^3 / \text{год}$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						77
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Подачу повітря будемо здійснювати природнім шляхом через нижні припливні отвори, а видалення – природнім шляхом через ліхтар, тобто застосовуємо аерацію.

### **Штампувальний цех**

$\Delta Q^{TP} = 35543 \text{ Вт}$  - надлишки теплоти по явній теплоті;

$t_{wz}^{TP} = 23^\circ \text{ C}$  - температура повітря робочої зони;

$t_{in}^{TP} = 21^\circ \text{ C}$  - температура зовнішнього повітря;

$t_1^{TP} = 22^\circ \text{ C}$  - температура повітря, що видаляється;

$G_{душ} = 17347 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Визначаємо кількість повітря, що надходить до приміщення і подається загальнообмінною вентиляцією:

$$G_l = \frac{3.6 \cdot \Delta Q^{TP} - G_{wz} \cdot c \cdot (t_{wz} - t_{in})}{c \cdot (t_1 - t_{in})} = \frac{3.6 \cdot 35543 - 17347 \cdot 1.005 \cdot (23 - 21)}{1.005 \cdot (22 - 21)} = 92600 \text{ кг} / \text{год}$$

Далі визначаємо кількість повітря припливної загальнообмінної вентиляції:

$$G_{in} = G_l + G_{wz} - G_{душ} = 92600 - 17347 = 75000 \text{ кг} / \text{год}$$

$$L = 62500 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Подачу повітря будемо здійснювати природнім шляхом через нижні припливні отвори, видалення – природнім шляхом через ліхтар, тобто застосовуємо аерацію [17, 18, 19].

### **Відділення очистки**

$\Delta Q^{TP} = 2946 \text{ Вт}$  - теплонадлишки по явній теплоті;

$G_{мо} = 5800 \text{ м}^3/\text{год}$  – кількість повітря, яке видаляється місцевими витяжними системами вентиляції;

$t_{wz}^{TP} = 24^\circ \text{ C}$  - температура повітря робочої зони;

$t_{in}^{TP} = 22^\circ \text{ C}$  - температура зовнішнього повітря;

$t_1^{TP} = 23^\circ \text{ C}$  - температура повітря, що видаляється;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						78
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Подачу повітря будемо здійснювати за допомогою загальнообмінної системи вентиляції.

Визначаємо кількість повітря, що подається в приміщення подається загальнообмінною вентиляцією:

$$G_l = \frac{3.6 \cdot \Delta Q^{III} - G_{wz} \cdot c \cdot (t_{wz} - t_{in})}{c \cdot (t_l - t_{in})} = \frac{3.6 \cdot 2946}{1.005 \cdot (23 - 22)} = 10500 \text{ кг / год}$$

Визначаємо кількість повітря припливної загальнообмінної вентиляції:

$$G_{in} = G_l + G_{wz} = 10500 + 5800 = 16300 \text{ кг / год.}$$

$$L = \frac{16300}{1.2} = 13600 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Подачу повітря будемо здійснювати природнім шляхом через нижні припливні отвори, видалення – природнім шляхом через ліхтар, тобто застосовуємо аерацію [17, 18, 19].

## 6.8. Складання повітряного балансу

Складання повітряного балансу здійснюється в табличній формі і зведений в табл. 6.8.1.

### Повітряний баланс приміщень цехів

Таблиця 6.8.1

Відділення	Пе-рі-од року	Видалення, м <sup>3</sup> /год					Приплив, м <sup>3</sup> /год				
		Місцеве		Загально-обмінне		Разом	Місцевий		Загально-обмінний		Разом
		пр.	мех.	пр.	мех.		пр.	мех.	пр.	мех.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зварювальне відділення	Т.П.	-	6200	-	20300	26500	-	-	-	26500	26500
	Х.П.	-	6200	-	7320	13520				13520	13520
Ковальське відділення	Т.П.	-	9500	13060	-	22560	-	2527	22560	-	25087
	Х.П.	-	9500	10631		20131		2527	17604		20131
Штампувальне відділення	Т.П.	-	-	5752	-	5752	-	1734 7	5752	-	23099
	Х.П.			40711		40711		1734 7	40711	-	58058

					<i>Атестаційна випускна робота</i>					Арк.
										79
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

Відділення	Період року	Видалення, м <sup>3</sup> /год					Приплив, м <sup>3</sup> /год				
		Місцеве		Загально-обмінне		Разом	Місцевий		Загально-обмінний		Разом
		пр.	мех.	пр.	мех.		пр.	мех.	пр.	мех.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очисне відділення	Т.П.	-	5800	7800	-	13600	-	-	13600	-	13600
	Х.П.		5800	7800	-	13600	-	-	13600	-	13600

### 6.9.1 Розрахунок аерації для ковальського відділення

Розрахунок полягає у визначенні площ припливних і витяжних аераційних отворів при наступних умовах:

$$- t_{in} = 20^{\circ}C, \rho_{in} = 1.16 \text{ кг/м}^3;$$

$$- t_l = 26^{\circ}C, \rho_l = 1.14 \text{ кг/м}^3;$$

-  $G_{in} = 18800 \text{ кг/год}$  – кількість повітря, яку необхідно подати через аераційні отвори;

$$- G_l = 10883 \text{ кг/год}$$
 – кількість повітря, яке видається через ліхтар;

- споруда однопролітна, відстань між центрами припливних і витяжних отворів  $H = 7.1 \text{ м}$ .

1) Приймаємо до установки П-подібний ліхтар з вітрозахисними панелями за таб.5.2 [11] для якого:

$$A/h = 3.3, l/h = 1.5, \alpha = 70^{\circ}, \xi = 5.8.$$

2) Загальний гравітаційний тиск:

$$\Delta P_{1,2} = H(\rho_{ext} - \rho_{cp})g, \text{ Па}$$

де:

$$\rho_{ext} = \rho_{in} = 1.18 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{cp} = 1.17 \text{ кг/м}^3.$$

$$\Delta P_{1,2} = 7.1 \cdot (1.18 - 1.17) \cdot 9.81 = 0.59 \text{ Па}.$$

3) Втрати тиску на прохід через припливні отвори:

$$\Delta P_1 = \Delta P_{1,2} \cdot \beta, \text{ Па}$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						80
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де:

$\beta = 0.1 \dots 0.5 = 0.5$  – доля різниці тисків, що витрачається на прохід повітря через аераційні отвори 1 і 3.

$$\Delta P_1 = 0.59 \cdot 0.5 = 0.295 \text{ Па} .$$

4) Втрати тиску на прохід через ліхтар:

$$\Delta P_2 = \Delta P_{1,2} - \Delta P_1 = 0.59 - 0.295 = 0.295 \text{ Па} .$$

5) Площа припливних отворів: 
$$F_{np} = \frac{G_{in}}{3600 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_1 \cdot \rho_{in}}{\xi_1}}}$$
,

Розрахунок полягає у визначенні площ припливних і витяжних аераційних отворів при наступних умовах (Штампувальний цех):

–  $t_{in} = 21^0 \text{ C}$ ,  $\rho_{in} = 1.16 \text{ кг/м}^3$ ;

–  $t_l = 26^0 \text{ C}$ ,  $\rho_l = 1.14 \text{ кг/м}^3$ ;

–  $G_{in} = 5752 \text{ кг/год}$  – кількість повітря, яку необхідно подати через аераційні отвори;

–  $G_l = 5752 \text{ кг/год}$  – кількість повітря, яке видаляється через ліхтар;

– споруда однопролітна, відстань між центрами припливних і витяжних отворів  $H = 7.1 \text{ м}$ .

1) Приймаємо до установки П-подібний ліхтар з вітрозахисними панелями за таб.5.2[11] для якого:

$$A/h = 3.3, l/h = 1.5, \alpha = 70^0, \xi = 5.8.$$

2) Загальний гравітаційний тиск:

$$\Delta P_{1,2} = H(\rho_{ext} - \rho_{cp})g, \text{ Па}$$

– де  $\rho_{ext} = \rho_{in} = 1.18 \text{ кг/м}^3$ ;

$$\rho_{cp} = 1.17 \text{ кг/м}^3 .$$

$$\Delta P_{1,2} = 7.1 \cdot (1.18 - 1.17) \cdot 9.81 = 0.59 \text{ Па} .$$

3) Втрати тиску на прохід через припливні отвори:

$$\Delta P_1 = \Delta P_{1,2} \cdot \beta, \text{ Па}$$

– де  $\beta = 0.1 \dots 0.5 = 0.5$  – доля різниці тисків, що витрачається на прохід повітря через аераційні отвори 1 і 3.

$$\Delta P_1 = 0.59 \cdot 0.5 = 0.295 \text{ Па} .$$

4) Втрати тиску на прохід через ліхтар:

$$\Delta P_2 = \Delta P_{1,2} - \Delta P_1 = 0.59 - 0.295 = 0.295 \text{ Па} .$$

5) Площа припливних отворів:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		81

$$F_{np} = \frac{G_{in}}{3600 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_1 \cdot \rho_{in}}{\xi_1}}},$$

– де  $\xi_1 = 3.7$  – коеф. Місцевого опору припливних отворів (таб.5.1, [11]) при  $h/b = 1$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

$$F_{np} = \frac{5752}{3600 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0.295 \cdot 1.18}{3.7}}} = 3,55 \text{ м}^2$$

б) Площа витяжних отворів ліхтаря:

$$F_{\text{вум}} = \frac{G_l}{3600 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_2 \cdot \rho_l}{\xi_2}}} = \frac{5752}{3600 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0.295 \cdot 1.16}{5.8}}} = 4,56 \text{ м}^2$$

### 6.9.2 Аеродинамічний розрахунок

Аеродинамічний розрахунок виконуємо за методом питомих втрат тиску:

1. Визначаємо магістральний напрямок.
2. Визначаємо  $d$  повітроводу за фактичною площею перерізу:

$$F_{\phi} = L_{\text{діл}} / 3600 V_{\text{розр}}, \text{ м}^2$$

3. Визначаємо динамічний тиск:  $P_d = (\rho_2 V^2) / 2$ , Па
4. Питомі втрати тиску  $R$  на 1м довжини визначаємо за номограмами:

$$\Delta P_m = R l \beta_{\text{ш}} k_1$$

5. Визначаємо втрати тиску на подолання місцевих опорів:

$$P_{z, \text{діл}} = \sum \xi P_d k_2$$

6. Визначаємо повні втрати тиску на ділянці за формулою:

$$P_{\text{діл}} = R l \beta_{\text{ш}} k_1 + \sum \xi P_d k_2$$

7. Визначаємо сумарні втрати тиску в системі для вибору вентилятора  $\Sigma \Delta P$ .

8. Ув'язуємо відгалуження, визначаємо нев'язку за наступним виразом:

$$H = (\Delta P_{\text{діл}} - \Delta P_{z, \text{діл}}) / \Delta P_{\text{діл}} * 100\%, \quad H < 10\%.$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						82
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахунок виконуємо для загальнообмінної вентиляції та повітряного душування. Виконаний аеродинамічний розрахунок подаємо у табличному вигляді [17, 18, 19].

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи П1В1																				
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянку	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Діюча швидкість в повітряній перерізі	Коефіцієнт шерстистості	Коефіцієнт K <sub>1</sub>	Питома втрата тиску на тертя	Втрати тиску на всі ділянки R <sub>тер</sub> =ΣR <sub>тер</sub> ·K <sub>1</sub>	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянку R <sub>д</sub> =ρV <sub>д</sub> <sup>2</sup> /2	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянку	Коефіцієнт K <sub>2</sub>	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔP <sub>з</sub> =Σξ <sub>л</sub> ·R <sub>д</sub> ·K <sub>2</sub>	Загальні втрати тиску на ділянку ΔP <sub>дл</sub> =R <sub>тер</sub> +P <sub>з</sub>	Сума втрат тиску від початку мережі	Небезпека	Коефіцієнт опору досельскілана	Примітка	
№ діл.	L <sub>д</sub> , м <sup>3</sup> /год	L <sub>д</sub> , м	ахб або d, мм	d <sub>в</sub> , мм	f <sub>ф</sub> , м <sup>2</sup>	V <sub>д</sub> , м/с	β <sub>ш</sub>	K <sub>1</sub>	R, Па/м	ΔP <sub>тер</sub> , Па	R <sub>д</sub> , Па	Σξ діл	K <sub>2</sub>	ΔP <sub>з</sub> , Па	ΔP <sub>дл</sub> , Па	ΣΔP, Па	Н, %	ξ <sub>дк</sub>		
<b>Магістраль (Витяжка)</b>																				
1-2	4060	5	500	500	500	0,20	5,74	1,00	1,00	0,67	3,35	19,77	4,33	1,00	85,60	88,95	88,95	-	-	поворот на 90°=0,35; решітка=3,5; конфузор=0,1; трійник на прохід=0,38
2-3	8120	2	630	630	630	0,31	7,24	1,00	1,00	0,77	1,54	31,45	0,28	1,00	8,81	10,35	99,29	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,27
3-4	12180	2	800	800	800	0,50	6,73	1,00	1,00	0,50	1,00	27,18	0,26	1,00	7,07	8,07	107,36	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,25
4-5	16240	2	1000	1000	1000	0,79	5,74	1,00	1,00	0,28	0,56	19,77	0,14	1,00	2,77	3,33	110,69	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,13
5-6	20300	52	1000	1000	1000	0,79	7,18	1,00	1,00	0,43	22,36	30,93	1,05	1,00	32,48	54,84	165,53	-	-	поворот на 90°=0,35+0,35+0,35=1,05
<b>Відгалуження (Витяжка)</b>																				
2-7	4060	3,2	500	500	500	0,20	5,74	1,00	1,00	0,80	2,56	19,77	4,30	1,00	85,00	87,56	87,56	1,55	0,070	трійник на відгалуження=0,8; решітка=3,5
3-8	4060	3,2	300	500	375	0,11	5,74	1,00	1,00	0,20	0,64	19,77	4,77	1,00	94,30	94,94	94,94	4,39	0,221	трійник на відгалуження=1,27; решітка=3,5
4-9	4060	3,2	500	500	500	0,20	5,74	1,00	1,00	0,80	2,56	19,77	4,49	1,00	88,76	91,32	91,32	14,94	0,813	трійник на відгалуження=0,99; решітка=3,5
5-10	4060	3,2	500	500	500	0,20	5,74	1,00	1,00	0,20	0,64	19,77	4,90	1,00	96,87	97,51	97,51	11,91	0,668	трійник на відгалуження=1,4; решітка=3,5
<b>Магістраль (Приплив)</b>																				
1-2	4500	5	500	500	500	0,20	6,40	1,00	1,00	0,81	4,05	24,58	4,33	1,00	106,41	110,46	110,46	-	-	поворот на 90°=0,35; решітка=3,5; конфузор=0,1; трійник на прохід=0,38
2-3	9000	2	630	630	630	0,31	8,00	1,00	1,00	0,93	1,86	38,40	0,28	1,00	10,75	12,61	123,08	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,27
3-4	13500	2	800	800	800	0,50	7,50	1,00	1,00	0,60	1,20	33,75	0,26	1,00	8,78	9,98	133,05	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,25
4-5	18000	2	1000	1000	1000	0,79	6,40	1,00	1,00	0,34	0,68	24,58	0,14	1,00	3,44	4,12	137,17	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,13
5-6	22500	55	1000	1000	1000	0,79	8,00	1,00	1,00	0,52	28,60	38,40	1,05	1,00	40,32	68,92	206,09	-	-	поворот на 90°=0,35+0,35+0,35=1,05
<b>Відгалуження (Приплив)</b>																				
2-7	4500	3,2	500	500	500	0,20	6,40	1,00	1,00	0,81	2,59	24,58	4,30	1,00	105,68	108,27	108,27	1,99	0,090	трійник на відгалуження=0,8; решітка=3,5
3-8	4500	3,2	300	500	375	0,11	6,40	1,00	1,00	0,81	2,59	24,58	4,77	1,00	117,23	119,82	119,82	2,65	0,133	трійник на відгалуження=1,27; решітка=3,5
4-9	4500	3,2	500	500	500	0,20	6,40	1,00	1,00	0,81	2,59	24,58	4,49	1,00	110,35	112,94	112,94	15,12	0,820	трійник на відгалуження=0,99; решітка=3,5
5-10	4500	3,2	500	500	500	0,20	6,40	1,00	1,00	0,81	2,59	24,58	4,90	1,00	120,42	123,01	123,01	10,32	0,577	трійник на відгалуження=1,4; решітка=3,5

**Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи П2В2**

№ діл.	$L_{дп}$ м <sup>3</sup> /год	$L_{дп}$ м	ахв або d, мм	$d_v$ , мм	$f_{ф}$ , м2	$V_{дп}$ , м/с	$\rho_{ш}$	$K_1$	R, Па/м	$\Delta P_{тер}$ , Па	$P_{дп}$ , Па	$\Sigma \xi$ діл	$K_2$	$\Delta P_2$ , Па	$\Delta P_{дп}$ , Па	$\Sigma \Delta P$ , Па	H, %	$\xi_{дк}$	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
<b>Магістраль (Приплив)</b>																				
1-2	350	5,8	160	160	160	0,02	4,80	1,00	1,00	2,03	11,77	13,82	4,68	1,00	64,70	76,47	76,47	-	-	поворот 90=0,35+0,35=0,7; решітка=3,5; конфузор=0,1; трійник на прохід=0,38
2-3	700	2,8	200	200	200	0,03	6,20	1,00	1,00	2,42	6,78	23,06	0,15	1,00	3,46	10,24	86,71	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,14
3-4	1050	24	200	200	200	0,03	9,30	1,00	1,00	5,14	123,36	51,89	1,05	1,00	54,49	177,85	264,55	-	-	поворот 90=0,35+0,35+0,35=1,05
<b>Відгалуження (Приплив)</b>																				
2-5	350	2	160	160	160	0,02	4,80	1,00	1,00	2,03	4,06	13,82	4,96	1,00	68,57	72,63	72,63	5,03	0,279	трійник на відгалуження=1,46; решітка=3,5
3-6	350	2	160	160	160	0,02	4,80	1,00	1,00	2,03	4,06	13,82	5,30	1,00	73,27	77,33	77,33	10,82	0,680	трійник на відгалуження=1,8; решітка=3,5
<b>Магістраль (Витяжка)</b>																				
1-2	350	5,8	160	160	160	0,02	4,80	1,00	1,00	2,03	11,77	13,82	4,68	1,00	64,70	76,47	76,47	-	-	поворот 90=0,35+0,35=0,7; решітка=3,5; конфузор=0,1; трійник на прохід=0,38
2-3	700	2,8	200	200	200	0,03	6,20	1,00	1,00	2,42	6,78	23,06	0,15	1,00	3,46	10,24	86,71	-	-	конфузор=0,1; трійник на прохід=0,14
3-4	1050	24	200	200	200	0,03	9,30	1,00	1,00	5,14	123,36	51,89	1,05	1,00	54,49	177,85	264,55	-	-	поворот 90=0,35+0,35+0,35=1,05
<b>Відгалуження (Витяжка)</b>																				
2-5	350	2	160	160	160	0,02	4,80	1,00	1,00	2,03	4,06	13,82	4,96	1,00	68,57	72,63	72,63	5,03	0,279	трійник на відгалуження=1,46; решітка=3,5
3-6	350	2	160	160	160	0,02	4,80	1,00	1,00	2,03	4,06	13,82	5,30	1,00	73,27	77,33	77,33	10,82	0,680	трійник на відгалуження=1,8; решітка=3,5

**Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи П2**

№ діл.	$L_{дп}$ м <sup>3</sup> /год	$L_{дп}$ м	ахв або d, мм	$d_v$ , мм	$f_{ф}$ , м2	$V_{дп}$ , м/с	$\rho_{ш}$	$K_1$	R, Па/м	$\Delta P_{тер}$ , Па	$P_{дп}$ , Па	$\Sigma \xi$ діл	$K_2$	$\Delta P_2$ , Па	$\Delta P_{дп}$ , Па	$\Sigma \Delta P$ , Па	H, %	$\xi_{дк}$	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
<b>Магістраль (Приплив)</b>																				
1-2	3025	7,5	400	400	400	0,13	6,70	1,00	1,17	8,78	26,93	4,33	1,00	116,62	125,40	125,40	-	-	поворот 90=0,35; решітка=3,5; конфузор=0,1; трійник на прохід=0,38	
2-3	6050	45	500	500	500	0,20	8,60	1,00	1,40	63,00	44,38	2,10	1,00	93,19	156,19	281,59	-	-	поворот на 90=0,35*6=2,1	
<b>Відгалуження (Приплив)</b>																				
2-4	3025	2	400	400	400	0,13	6,70	1,00	1,00	1,17	2,34	26,93	4,50	1,00	121,20	123,54	123,54	1,48	0,069	трійник на відгалуження=1; решітка=3,5

*Атестаційна випускна робота*

Арк.

84

Зм. Лист № документа Підпис Дата

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи П1																			
Душування																			
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянку	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дієсна швидкість в повітряній перерізі	Коефіцієнт шорсткості	Коефіцієнт $K_1$	Питома втрата тиску на тертя	Втрата тиску на тертя на весь ділянку	Шкідливий (слезавидний) тиск на ділянку	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянку	Коефіцієнт $K_2$	Втрата тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_2 = \sum_{\text{дп}} R_{\text{оп}} K_2$	Загальна втрата тиску на ділянку $\Delta P_{\text{дп}} = P_{\text{тр}} + P_2$	Сума втрат тиску від початку мережі	Наявність	Коефіцієнт опору дросельована	
№ діл.	$L_{\text{дп}}$ м <sup>3</sup> /год	$L_{\text{дп}}$ м	ахб або d, мм	$d_{\text{екв}}$ , мм	$F_{\text{дп}}$ , м <sup>2</sup>	$V_{\text{дп}}$ , м/с	$\beta_{\text{ш}}$	$K_1$	$R$ , Па/м	$\Delta P_{\text{тр}}$ , Па	$R_{\text{дп}}$ , Па	$\sum \xi$ , д/л	$K_2$	$\Delta P_2$ , Па	$\Delta P_{\text{дп}}$ , Па	$\sum \Delta P$ , Па	Н, %	$\xi_{\text{др}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<b>Магістраль</b>																			
1-2	1580	1,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	2,07	18,82	4,59	1,00	86,37	88,44	88,44	-	-
2-3	2530	4,2	400	400	400	0,13	5,60	1,00	1,00	0,84	3,53	18,82	0,28	1,00	5,27	8,80	97,23	-	-
3-4	4110	4,5	500	500	500	0,20	5,80	1,00	1,00	0,69	3,11	20,18	0,48	1,00	9,69	12,79	110,03	-	-
4-5	5690	2,1	500	500	500	0,20	8,00	1,00	1,00	1,25	2,63	38,40	0,26	1,00	9,98	12,61	122,63	-	-
5-6	7270	3,3	630	630	630	0,31	6,50	1,00	1,00	0,63	2,08	25,35	0,26	1,00	6,59	8,67	131,30	-	-
6-7	8850	3	630	630	630	0,31	7,90	1,00	1,00	0,90	2,70	37,45	0,26	1,00	9,74	12,44	12,44	-	-
7-8	12010	11,3	630	630	630	0,31	10,70	1,00	1,00	1,60	18,08	68,69	0,71	1,00	48,77	66,85	79,29	-	-
8-9	15170	3	800	800	800	0,50	8,40	1,00	1,00	0,75	2,25	42,34	0,16	1,00	6,77	9,02	88,31	-	-
9-10	16750	1,5	800	800	800	0,50	9,30	1,00	1,00	0,90	1,35	51,89	0,13	1,00	6,75	8,10	96,41	-	-
10-11	19910	12	1000	800	800	0,50	11,00	1,00	1,00	1,25	15,00	72,60	0,35	1,00	25,41	40,41	136,82	-	-
<b>Відгалуження</b>																			
2-12	950	1,8	250	250	250	0,05	5,40	1,00	1,00	1,41	2,54	17,50	4,62	1,00	80,83	83,37	83,37	14,26	0,794
3-13	1580	3,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	4,37	18,82	3,95	1,00	74,32	78,69	78,69	28,48	1,669
4-14	1580	1,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	2,07	18,82	5,27	1,00	99,16	101,23	101,23	17,45	1,140
5-15	1580	1,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	2,07	18,82	4,69	1,00	88,25	90,32	90,32	31,22	2,183
6-16	1580	5,2	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	5,98	18,82	3,95	1,00	74,32	80,30	80,30	84,37	3,614
7-17	3160	2,1	400	400	400	0,13	7,00	1,00	1,00	1,15	2,42	29,40	0,10	1,00	2,94	5,36	5,36	93,25	2,520
8-20	3160	2,4	400	400	400	0,13	7,00	1,00	1,00	1,15	2,76	29,40	1,29	1,00	37,93	40,69	40,69	53,93	1,623
9-23	1580	4,5	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	5,18	18,82	4,80	1,00	90,32	95,49	95,49	0,95	0,049
10-24	3160	3,2	400	400	400	0,13	7,00	1,00	1,00	1,15	3,68	29,40	1,40	1,00	41,16	44,84	44,84	67,23	3,135
24-26	1580	3,7	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	4,26	18,82	3,95	1,00	74,32	78,58	78,58	75,24	1,797
20-22	1580	3,7	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	4,26	18,82	3,95	1,00	74,32	78,58	78,58	93,13	2,018
17-19	1580	9,6	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	11,04	18,82	3,85	1,00	72,44	83,48	83,48	95,34	4,160
17-18	1580	2,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	3,22	18,82	3,85	1,00	72,44	75,66	75,66	91,28	3,744
20-21	1580	1,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	2,07	18,82	3,50	1,00	65,86	67,93	67,93	66,95	1,451
25-24	1580	1,8	315	315	315	0,08	5,60	1,00	1,00	1,15	2,07	18,82	3,50	1,00	65,86	67,93	67,93	51,49	1,229

## 6.10. Пуск, наладка і експлуатація систем вентиляції

Мета встановлення та випробування систем вентиляції полягає в тому, щоб забезпечити необхідні параметри повітря в приміщеннях, що обслуговуються системами, і постійно підтримувати ці параметри при найбільш економічному використанні всіх компонентів системи.

Мета передпускових випробувань і наладки полягає в тому, щоб переконатися, що показники відповідають стандартам.

Неефективна робота установок вентиляції та кондиціонування повітря може бути результатом поганого проектування, дефектів монтажу та відхилень від проектних рішень під час монтажу, а також поганого обслуговування [17, 18, 19].

																				Арк.	
																					85
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>																

Неякісний монтаж систем вентиляції може призвести до низької ефективності роботи та передчасного виходу з ладу вентиляційного обладнання.

Погіршення повітряного балансу в приміщенні, збільшення шуму вентиляційної установки, зниження ефективності уловлювання пилу, перевитрата тепла та електроенергії, встановлення повітропроводів з перерізами, що не відповідають проектним, і т. д. можуть бути результатами відхилень від проекту.

Зменшення щільності з'єднань повітропроводів може призвести до значного підсмоктування та витікання повітря. Це впливає на розподіл повітря по різних повітропроводах і приміщеннях.

У випадку, якщо вентиляційні канали та короби виготовлені з будівельних матеріалів, таких як шлакобетонні та гіпсокартонні плити, можливі значні підсмоктування та витікання повітря.

Неправильний монтаж систем вентиляції ускладнює їх експлуатацію. Наприклад, встановлення шиберів або дросельних клапанів, які були виготовлені неякісно, ускладнює регулювання.

Тип обладнання та його продуктивність визначають обсяг робіт, необхідних для монтажу та налаштування. Але, за винятком монтажу повітророзподільних мереж, який може і не відбутися, всі вищезазначені процедури повинні бути виконані під час монтажу будь-якого типу обладнання. Так, монтаж дренажного трубопроводу є частиною монтажу сантехнічного обладнання під час монтажу спліт-систем. Це невелика кількість роботи. Однак сантехнічні роботи значні під час монтажу систем із чиллерами та фанкойлами [17, 18, 19].

У будь-якому випадку всі процеси монтажу та налагодження повинні виконуватися строго відповідно до технології, передбаченої заводом-виробником. Основні правила монтажу та наладки систем вентиляції

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						86
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

викладені в цьому розділі, на основі аналізу інструкцій з монтажу та налагодженню виробників обладнання.

В процесі огляду системи перевіряють технічний стан всього змонтованого обладнання, а також правильне розміщення та роботу контролюючих приладів. Також перевіряють правильне розміщення та розміщення контролюючих приладів. З цієї роботи складають відомість про дефекти.

Першою частиною підготовчих робіт є вивчення проектної документації на об'єкт, який буде монтуватися. Це включає вивчення технологічної документації, яка стосується готового обладнання, такої як технічні умови, описи та інструкції з монтажу та налагодження. Крім того, складається графік виконання робіт у зв'язку з іншими службами, такими як підйомно-транспортні, енергетичні та бляхарі. складають перелік додаткових матеріалів і комплектуючих виробів, які відсутні в основній специфікації проектної документації.

- Перевіряють наявність необхідного монтажного та контрольно-вимірювального обладнання, а також термін придатності паспортів (свідоцтв повірки) на вимірювальні прилади, манометри та інші інструменти. Список основного інструменту монтажника наведено нижче [17, 18, 19].

Для того, щоб переконатися, що встановлене обладнання та всі компоненти системи відповідають проекту, проводять випробування та налаштування обладнання та всієї системи в такій послідовності:  
1. налаштування функціонального блоку центрального кондиціонера для визначення проектних температур припливного повітря та витрат повітря.

2. Аеродинамічне регулювання системи на проектні витрати по відгалуженням так, щоб у кожне приміщення потрапляла необхідна кількість повітря відповідно до проекту.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						87
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3. Випробування та налагодження джерел теплоти (котла) і холоду (чіллера), насосної станції та насосів. Налаштування центрального кондиціонера можна виконати одночасно з цими завданнями.

4. Налаштування повітрянагрівачів і повітроохолоджувачів центрального кондиціонера

5. вимірювання та перевірка того, наскільки параметри мікроклімату в приміщенні відповідають стандартним вимогам під час роботи всіх компонентів системи кондиціонування в певному режимі [17, 18, 19]. При регулярному нагляді та якісному ремонті системи вентиляції можна забезпечити безперебійну та ефективну роботу. Правильне обслуговування вентиляційних систем сприяє їх довговічності та зменшує витрати на експлуатацію та ремонт. Умови правильної експлуатації вентиляційних систем включають дотримання певного порядку вмикання та вимикання вентиляційних систем, а також забезпечення відповідного режиму роботи. У першу чергу включаються витяжні та припливні установки. На відміну від цього, припливні установки вимикаються першими, а потім витяжні. Всі вентиляційні системи повинні бути підготовлені до роботи в зимових умовах перед настанням холодів. Для досягнення цього мети необхідно ретельно переглянути системи, очистити устаткування, повітропроводи та вентиляційні камери від пилу та бруду; промити калорифери та трубопроводи теплопостачання калориферів; ретельно перевірити запірно-регулюючу арматуру; усунути нещільності в трубопроводах і повітропроводах; перевірити якість теплоізоляції трубопроводів; змастити обвідні клапани калориферів; у припливних камерах перевірити справ. Перед початком теплого сезону очищають всі частини вентиляційних систем, фарбують повітропроводи та устаткування та перевіряють працездатність аераційних систем. Напрямою обертанню робочого колеса визначає продуктивність і тиск вентилятора. Вентилятори повинні мати безшумний і плавний хід під час роботи. Це залежить від якості балансування робочих коліс.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		88

При правильному балансуванні робоче колесо зупиняється в різних положеннях, не повертаючись у вихідне положення.

Для непрацюючого вентилятора робочі колеса повинні бути досить легко приводитись в рух від руки. Лопатки робочих коліс не повинні мати прогинів або вм'ятин.

При обертанні робочі колеса не повинні зачіпати кожух вентилятора. Температура корпусу підшипника не повинна перевищувати 40-50 оС. Підшипники повинні регулярно перевірятися.

Підшипники повинні бути оглянуті, очищені та заповнені новим мастилом, якщо температура вище. Підшипники повинні бути замінені, якщо виявляються тріщини, раковини чи корозії.

Неправильна установка підшипників, невідповідний тип мастила, несвоєчасне змащування або попадання пилу, бруду, металевих компонентів і вологи можуть призвести до передчасного спрацювання підшипників [17, 18, 19].

У процесі вибору мастила слід враховувати такі фактори, як навантаження на підшипники, швидкість обертання робочого колеса, стан навколишнього середовища калориферів тощо. Слід переглянути запірно-регулюючу арматуру, усунути нещільності в трубопроводах і повітропроводах, перевірити якість теплоізоляції трубопроводів, зробити необхідні ремонти та змастити обвідні клапани калориферів. У припливних камерах слід перевірити Перед початком теплого сезону очищають всі частини вентиляційних систем, фарбують повітропроводи та устаткування та перевіряють працездатність аераційних систем. Напрямо обертання робочого колеса визначає продуктивність і тиск вентилятора. Вентилятори повинні мати безшумний і плавний хід під час роботи. Це залежить від якості балансування робочих коліс. При правильному балансуванні робоче колесо зупиняється в різних положеннях, не повертаючись у вихідне положення. Для непрацюючого вентилятора робочі колеса повинні бути досить легко

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		89

приводитись в рух від руки. Лопатки робочих коліс не повинні мати прогинів або вм'ятин. При обертанні робочі колеса не повинні зачіпати кожух вентилятора. Підшипники повинні систематично перевірятися при температурі 40-50 оС. Підшипники повинні бути оглянуті, очищені та заповнені новим мастилом, якщо температура вище. Підшипники повинні бути замінені, якщо виявляються тріщини, раковини чи корозії. Неправильна установка підшипників, неправильний підбір мастила, несвоєчасне змащування або попадання пилу, бруду, металевих частин і вологи в підшипники можуть призвести до передчасного спрацювання підшипників. Під час вибору мастила слід враховувати навантаження на підшипники, швидкість обертання робочого колеса та стан навколишнього середовища.

Якщо виникає шум або вібрація вентилятора, незалежно від причини, їх слід вимкнути, щоб усунути несправності. При появі диму чи вогню та після тимчасового вимикання струму в електромережі необхідно також вимикати електродвигун. Після подачі струму перевірте правильність обертання вентиляторів.

Щоб запобігти виходу з ладу електродвигуна, його потрібно вимкнути негайно. При обслуговуванні зрошувальних калориферів необхідно дотримуватися параметрів повітря та теплоносія; регулярно вимірювати кількість повітря, що обробляється; стежити за роботою системи регулювання; стежити за тим, щоб калорифери не обмерзли; і регулярно чистити міжтрубний і міжреберний простір. При обслуговуванні центральних кондиціонерів необхідно регулярно чистити центробіжні форсунки, контролювати якість розбризкування води центробіжними форсунками, перевіряти стан і надійність елементів системи регулювання, регулярно чистити форсунки, перевіряти стан системи водопостачання кондиціонера та очищати від забруднень водяний фільтр для рециркуляційної води. 55 У будь-який момент повітропроводи, повітровипускні та повітроприймальні пристрої,

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						90
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

такі як дросельні клапани, шибери та інші компоненти, повинні бути в робочому стані. Якість з'єднань повітропроводів (фланці, фальці, бандажі, рейки, замки тощо) впливає на герметичність системи. Стальні прокладки для повітропроводів повинні мати товщину від 3 до 5 мм і щільно прилягати до поверхні кожного фланця. При встановленні чи заміні прокладок слід переконатися, що вони досягають болтових отворів і не виходять за межі повітропроводу. Болти фланцевих з'єднань повинні бути щільно затягнуті. Кожна гайка болта повинна бути розташована по одній стороні фланцевого з'єднання. Рекомендується встановлювати болти у фланцях головками вгору на вертикальних повітропроводах [17, 18, 19]. Повітропроводи повинні мати оглядові вікна, лючки та лази, щоб вентиляційна система могла бути прочищеною. Коли вентиляційна установка працює, всі експлуатаційні отвори повинні бути щільно закриті. Лючки для очищення слід розташовувати на боковій поверхні повітропроводів, поблизу фасонних частин або в інших місцях, коли відбувається різка зміна потоку.

Коли вентилятор не працює, необхідно очистити повітропроводи. При очищенні вентиляційна система може бути повністю або частково розбита. Після видалення пилу з пилоприймачів забруднені місця очищають у напрямку від магістралі до місцевих повітроприймачів. Після очищення повітропроводи слід щільно зачиняти. При повторюваних засміченнях одного й того ж місця повітропроводу причину засмічення слід встановити та усунути. Причиною може бути нерівна поверхня повітропроводу, наявність виступаючих частин, різка зміна потоку та інші фактори.

Регулятори повітряного потоку повинні бути легко відчинятися та зачинятися. До них потрібно мати доступ. Регулятори повинні бути закріплені в положеннях, визначених вентиляційною системою.

Обслуговуючий персонал повинен регулярно перевіряти стан антикорозійного покриття та теплоізоляції повітропроводів, фасонних деталей і інших компонентів вентиляційних систем і робити заміни, якщо це потрібно.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						91
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Слід регулярно перевіряти стан кріплення кожного компонента вентиляційної системи. Повітропроводи не повинні стикатися з вентиляційним обладнанням і повинні бути надійно закріплені до будівельних конструкцій. Розтяжки та підвіски не повинні кріпитися безпосередньо до фланців повітропроводів [17, 18, 19].

При ремонті вентиляційних систем також необхідно забезпечити нормальну роботу регулюючих пристроїв, змастити частини дросельних клапанів і жалюзійних решіток, що рухаються [17, 18, 19].

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		92

## Розділ 7 Організація і технологія монтажу інженерних систем та мереж

### 7.1. Організація монтажу систем промислової вентиляції та опалення

#### 7.1.1. Календарне планування виконання робіт

- ❖ Ми дотримувалися вимог ДБН А.3.1- 5-2009 «Організація будівельного виробництва» під час розробки календарного плану для цього дипломного проекту. Відповідно до цього нормативного документу, основні роботи з будівництва об'єкту проектування можуть розпочатися лише після завершення підготовчих робіт.
- ❖ Внутрішньомайданчикові підготовчі роботи повинні включати наступне: прийняття геодезичної розбивочної основи; планування території будівельного майданчика; зрізання та складування використання для рекультивації рослинного шару ґрунту; роботи з водовідводу та штучного зниження рівня ґрунтових вод у необхідних випадках; влаштування постійних і тимчасових доріг; прокладку інженерних мереж водо-, електро- та тепlopостачання, каналізації та
- ❖ Попередні роботи повинні технологічно відповідати загальному потоку основних будівельно-монтажних робіт.
- ❖ Таким чином, при розробці календарних планів потрібно дотримуватися наступних основних принципів підготовки і будівництва будівель чи споруд:  роботи основного періоду розпочинати тільки після закінчення підготовчих робіт;  будівництво розпочинати з прокладки постійних під'їзних колій до будівельного майданчика;  зведення надземних конструкцій будівлі чи споруди дозволяється тільки після влаштування підземних конструкцій і зворотного засипання котлованів, траншей, пазух фундаментів;  передбачити в плані виконання усіх видів робіт, починаючи від підготовчих і закінчуючи благоустроєм зі здачею об'єкта в експлуатацію;  роботи вести

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						93
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

потоковими методами; - застосовувати найбільш прогресивні методи виконання робіт з максимально можливою і економічно доцільним ступенем механізації і комплексної механізації; □ тривалість будівництва не повинна перевищувати нормативну, тобто роботи повинні бути максимально ув'язані у часі без порушення технології будівельного виробництва і з дотриманням правил техніки безпеки; □ прийняті методи виконання робіт повинні забезпечувати висока якість будівництва; □ завантаження робочих бригад і машин повинні бути рівномірне і безперебійне; □ збільшувати змінність робіт, виконуваних дорогими будівельними машинами, від тривалості яких залежить термін введення об'єкта в експлуатацію.

- ❖ Для створення календарного плану необхідні креслення архітектурно-будівельної та розрахунково-конструктивної частини; обсяги будівельно-монтажних робіт; об'єм будівлі; прийняті методи виконання робіт і механізми; трудомісткість робіт і витрати машинного часу; конфігурація, поверховість і розміри будівлі; можливість поділу будівлі на захватки; і загальна тривалість будівництва.

### 7.1.2. Побудова графіка зміни чисельності робітників на об'єкті

Калькуляції складають у відповідності до встановленого переліку робіт їхніх об'ємів та ЄНіР. Форма калькуляції наведена у табл. 7.1, у яку вписують найменування робіт у технологічній послідовності виконання. Їхня назва і одиниці виміру повинні відповідати визначенням наведеним в ЄНіР.

Склад ланки виробників виписують з відповідного параграфу ЄНіР. Форма календарного графіка – табл. 7.2.

Необхідні розрахунки виконують за нижче наведеними формулами.

Нормативну трудомісткість і машиноємність процесів визначають за

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						94
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

формулами:

❖ для ручних:

$$T_p^n = \left[ \left( \frac{V \times H_{вр} \text{ (люд. - год.)}}{8}, \text{люд. - зм.} \right) : n \right], \text{люд. - дн.}, \quad (7.1)$$

❖ для механізованих:

$$M^n = \frac{V \times H_{вр}}{8}, \text{маш. - зм.}, \quad (7.2)$$

де:

- ❖  $V$  – об'єм робіт:
- ❖  $n$  – змін на добу (змінність);
- ❖  $8$  – тривалість зміни, год.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						95
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Тривалість робіт у днях визначаємо наступним чином:

❖ для ручних

$$t_{p(\text{дн})} = \frac{T_p^H (\text{люд.} - \text{дн.})}{k \times m}, \text{дн.} \quad (7.3)$$

❖ для механізованих:

$$t_{M(\text{дн})} = \frac{M}{k \times a \times n}, \text{дн.} \quad (7.4)$$

де:

$m$  – кількість робітників, що виконують процес за день;

$k$  – коефіцієнт перевиконання норм,  $k = 1, 1, \dots, 1, 15$ ;

$a$  – кількість механізмів.

Отриману тривалість (графа 16 калькуляції) округляють до цілого числа.

Прийнята трудомісткість для ручних і механізованих процесів відповідно:

$$T_{\text{пр}} = t_p \times m \quad (\text{люд.} - \text{зм.}); \quad (7.5)$$

$$M_{\text{пр}} = t_p \times a \times n \quad (\text{маш.} - \text{зм.}); \quad (7.6)$$

Таблиця 7.1

№ п/п	§ § ЄНіР	Види робіт	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Норма часу		Розцінка, грн.	Зарплата, грн	Трудо-місткість		Машино-місткість		Кількість робітників, машин	Змін на добу	Днів
					люд.-год.	маш.-год			Нормат.	Прийн.	Нормат.	Прийн.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	люд.-зм.	люд.-зм.	маш-зм.	маш-зм.	14	15	16

Таблиця 7.2

					<i>Атестаційна випускна робота</i>										Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата											96

№ п/п	§ § СНіР	Види робіт	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Норма часу		Прийнята трудомісткість, машино-місткість		Кількість робітників, машин	Змін на добу	Днів	Рік, місяць, дні							
					люд.-год.	маш.-год.	люд.-зм.	маш.-зм.				1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

### 7.1.3. Організація будівельної готовності об'єкту до початку монтажних робіт

#### Порядок оформлення документів на будівництво

Організація будівництва починається задовго до початку будівництва, що включає багато важливих і складних заходів, інженерних та проектно-дослідних робіт.

Практично всі основні учасники будівництва та місцеві зацікавлені організації, такі як виконкоми, замовники, генеральні проектувальники, місцеві організації енергопостачання та водоканалізації, а також генеральні підрядники, беруть участь у цій підготовці, перш ніж вибрати будівельний майданчик.

Предпроектна підготовка до будівництва включає прийняття рішень про проектування та будівництво, перспективне планування та підготовку до будівництва.

Порядок оформлення документів на будівництво складається з таких загальних процедур: отримання дозволу на будівництво; отримання права

					<i>Атестаційна випускна робота</i>										Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата											97

власності або користування земельною ділянкою для розміщення об'єкта; підготовка та надання вихідних даних на проектування; проектування; розгляд та погодження проектної документації; експертиза проектної документації; отримання дозволу на виконання будівельних робіт; і прийняття в експлуатацію об'єкта.

Фізичні та юридичні особи, які хочуть будувати об'єкти містобудування, повинні подати письмову заяву до відповідного органу виконавчої влади про свої наміри розпочати будівництво.

Після того, як керівництво виконавчого органу ради приймає рішення, заява передається у відповідний орган містобудування та архітектури для подальшого розгляду та отримання детального висновку щодо розміщення об'єкта.

У разі розміщення об'єкта орган містобудування та архітектури, разом із землепорядними, природоохоронними, санітарними органами, пожежними органами та органами охорони культурної спадщини, проводить обстеження пропонуваної для забудови земельної ділянки та видає відповідний акт.

Після цього вищезгадані органи виконавчої влади надають свої висновки протягом двох тижнів від дня звернення зацікавленої особи. Орган містобудування та архітектури опрацьовує всі вищезгадані матеріали протягом місяця після звернення замовника та готує повний висновок.

Інші органи виконавчої влади, відповідно до їх компетенції, можуть бути залучені за дорученням уповноваженої місцевої влади до роботи над комплексним висновком.

У разі негативного комплексного висновку зацікавленим особам одночасно надаються роз'яснення та рекомендації протягом одного місяця від дня звернення.

Відповідний орган містобудування та архітектури розробляє містобудівне обґрунтування, яке погоджується управлінням містобудування та

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						98
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

архітектури облдержадміністрації. Завданням є визначення складу містобудівного обґрунтування, а також переліку погоджень, які воно отримало.

Згідно з позитивним комплексним висновком щодо розміщення об'єкта органами місцевої влади, замовнику буде надано земельну ділянку. Щойно приймається рішення про надання земельної ділянки, це одночасно є дозволом на будівництво об'єкта. Це також дозволяє замовнику отримати вихідні дані на проектування, завершити проектно-вишукувальні роботи та отримати дозвіл на завершення будівельних робіт.

Коли замовник не розпочав будівельні роботи протягом двох років від дня отримання дозволу на будівництво об'єкта, дозвіл буде визнано недійсним. Передача дозволу відбувається в такому ж порядку, як і його видача.

### **Підготовчий період будівництва**

Підготовчий період будівництва – це термін виконання робіт, пов'язаних з підготовкою будівництва всього підприємства, споруди, житлового масиву і окремих його черг в умовах, які дозволяють виконувати роботи індустріальними методами з найменшими витратами коштів і в межах визначених термінів тривалості будівництва.

Склад і обсяг робіт підготовчого періоду залежить від місцевих умов на будівельному майданчику, від наявності виробничої бази, характеру і обсягу будівництва.

Підготовчий період в основному складається із позамайданчикових і внутрішньомайданчикових робіт.

Позамайданчикові підготовчі роботи включають будівництво:

- під'їзних шляхів і пристаней;
- мереж електропередачі з трансформаторними підстанціями;
- мереж водопостачання з водозабірними спорудами;
- каналізаційних колекторів з очисними спорудами;
- житлових поселень і побутових містечок для будівельників;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		99

- необхідних споруд з розвитку промислової бази будівельної організації;

- споруд і засобів зв'язку для керування будівництвом.

Внутрішньо-майданчикові підготовчі роботи передбачають:

- здачу-приймання геодезичної розбивочної основи для будівництва і геодезичні розбивочні роботи для прокладання інженерних мереж, доріг і зведення будівель і споруд;

- звільнення будівельного майданчика для виконання будівельно-монтажних робіт (розчищення території, знесення будівель тощо);

- планування території, штучне зниження (за необхідності) рівня ґрунтових вод;

- перекладання існуючих і прокладання нових інженерних мереж;

- влаштування постійних і тимчасових доріг, інвентарних тимчасових огорожень будівельного майданчика з організацією в необхідних випадках контрольно-пропускного режиму;

- розміщення мобільних (інвентарних) будівель і споруд промислового, складського, допоміжного, побутового і громадського призначення;

- влаштування складських майданчиків і приміщень для матеріалів, конструкцій і обладнання;

- організацію зв'язку для оперативно-диспетчерського керування виконанням робіт;

- забезпечення будівельного майданчика протипожежним водопостачанням і інвентарем, освітленням і засобами сигналізації.

До початку зведення будівель і споруд виконується зрізання і складування того, що використовується для рекультивації, рослинного шару ґрунту в спеціально відведених місцях, вертикальне планування будівельного майданчика з ущільненням насипів до щільності ґрунту в природному стані (або заданої проектом), робота з водовідведення, влаштування постійних і

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						100
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

тимчасових майданчиків, доріг і інженерних мереж (каналізації, водо-, тепло-, енергопостачання та ін.), необхідних на час будівництва і передбачених проектами організації будівництва і проектами виконання робіт.

Забороняється починати роботи з зведення надземних конструкцій (споруд) або його частини (секції, прогону, ярусу, ділянки, захватки та ін.) до повного закінчення влаштування підземних конструкцій і зворотної засипки котлованів, траншей і пазух з ущільненням ґрунту до щільності його в природному стані або заданої проектом (за винятком підземних конструкцій, зведення яких проектами виконання робіт передбачено в інші строки).

У тих випадках, коли будівельний майданчик розміщений на території, яка підлягає впливу несприятливих явищ і геологічних процесів (силові потоки, лавини, зсуви, обвали, заболоченість, підтоплення), після створення геодезичної розбивочної основи до початку виконання внутрішньо-майданчикових підготовчих робіт виконуються за спеціальними проектами першочергові заходи і роботи з захисту території від вказаних процесів.

При будівництві об'єктів на ділянках створеної міської забудови умови виконання робіт з виділенням небезпечних зон, меж і вісей підземних споруд і комунікацій, а також схеми руху транспорту і пішоходів до діючих підприємств, будівель і споруд узгоджуються з органами державного нагляду, виконками місцевих Рад народних депутатів і експлуатаційними організаціями.

У підготовчий період також зводяться постійні будівлі і споруди, які використовуються для потреб будівництва, або пристосовуються для цих цілей існуючі.

Будівництво тимчасових неінвентарних будівель і споруд допускається лише як виняток при відповідному обґрунтуванні.

Тимчасові позамайданчикові і внутрішньо-майданчикові дороги влаштовуються тільки в випадках недоцільності або неможливості

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						101
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

використання для потреб будівництва постійних існуючих і запроектованих доріг.

Конструкція всіх доріг, яка використовується як тимчасова, повинна забезпечувати рух будівельної техніки і перевезення максимальних за масою і габаритами будівельних вантажів.

Забезпечення будівництва водою, теплом, паром, стисненим повітрям і електроенергією, як правило, здійснюється від діючих систем, мереж і пристроїв з використанням для потреб будівництва запроектованих постійних інженерних мереж і споруд.

У період будівельних робіт будівельна організація забезпечує стан і нормальну експлуатацію доріг і інженерних мереж, що використовуються для потреб будівництва.

Підготовка до будівництва складного і унікального об'єкта включає роботи з організації режимних спостережень (сейсмометричних, гідрогеологічних, гідрологічних, геохімічних, геодезичних, маркшейдерських, метеорологічних, тензометричних, гляціологічних, мерзлих і ін.) за спеціальними програмами, а також створення за необхідності випробувальних полігонів, метеорологічних пунктів і вимірювальних станцій.

Програми досліджувані робіт, випробування конструкцій і елементів споруд і режимних спостережень розробляються замовником і генеральною проектною організацією одночасно з розробкою проектів організації будівництва і проектів виконання робіт.

Закінчення позамайданчикових і внутрішньо-майданчикових підготовчих робіт в обсязі, який забезпечує будівництво об'єкта запроектованими темпами, підтверджується актом, складеним замовником і генпідрядником за участю субпідрядної організації, яка виконує роботи в підготовчий період.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						102
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 7.2. Технології монтажу систем

Розробляються монтажні креслення для виготовлення вентиляційних заготовок і монтажу вентиляційних систем. Вони виконуються відповідно до діючих нормативних актів, робочих креслень і вимірів після завершення основних будівельних робіт.

Монтажні схеми систем вентиляції включають монтажну схему, ескізи нестандартних деталей, комплектовочні відомості про деталі вентиляції та типові вироби, специфікації основних і допоміжних матеріалів.

Монтажна схема виконується безмасштабно в одну лінію з умовними позначками, які показують діаметри повітропроводів, порядкові номери деталей і розміри конструкцій.

В комплектовочній відомості зазначено кількість, розміри, площі поверхонь і порядкові номери повітропроводів, а також кількість і типи регулюючих приладів і повітророзподільників, які входять до вентиляційної системи.

Календарний план складається з двох частин: лівої розрахункової та правої графічної.

Календарні плани для монтажу систем окремих будівель або споруд складаються з використання поточного будівельного виробництва. Спочатку потрібно визначити номенклатуру, об'єм і методи виробництва кожного виду робіт відповідно до робочого креслення. Потім потрібно визначити склад ланки, визначити процент перевиконання робіт і скласти праву частину плану та коригувати його відповідно до термінів.

Встановлення вентиляційних пристроїв і систем повітропроводів здійснюється за допомогою вузлів і деталей, виготовлених і укомплектованих на ЦЗЗ.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		103

Створення календарного плану будівельно-монтажних робіт дозволяє визначити техніко-економічні показники об'єкта, щоб показати цілеспрямованість і економічність прийнятих рішень.

Розрахунок включає в себе коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили  $K$ . Визначається за допомогою графіка руху робочої сили, де  $K = n_{\max}/n_{\text{сер}}$ ,  $n_{\text{сер}} = F/n_{\text{днів}}$ , і максимальна кількість працівників до середньої кількості працівників за весь час будівництва.

### **Технологія та організація монтажних робіт системи вентиляції.**

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

Порядок розробки календарного плану слідуючий:

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

Визначимо масу обладнання, яке використовують при монтажі систем опалення та вентиляції.

Норми часу визначаємо за ЕНіР, для систем вентиляції Е 10, Е 34; для системи опалення Е 9-1.

Після складання календарного плану визначимо техніко-економічні показники по об'єкту: коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили  $k$ , що визначається на основі графіка руху робочої сили і представляє собою відношення максимальної кількості робочих по графіку до середньої кількості робочих по графіку за період будівництва

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						104
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

На сітьовому графіку між вихідною та кінцевою подією існують декілька шляхів. Шлях з максимальним терміном називається критичним.

Роботи та події ,що належать критичному шляху, називаються критичними. Між двома подіями може бути лише одна робота;

форма графіка повинна бути простою, він не повинен мати зайвих перетинів; Події нумерують після побудови графіка зліва направо;

В мережі не повинно бути "тупиків" тобто подій, з яких не виходить ні одна робота, і в які не входить ні одна робота;

- ❖ в сіті не повинно бути замкнених контурів, подій або робіт, що мають однакові номери або шифри.

Для кожної роботи сітьової моделі визначимо:

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

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

- ❖ повний резерв часу - максимальний час, на який можна відстрочити початок або збільшити тривалість роботи, не змінюючи директивного терміну закінчення комплексу робіт;
- ❖ вільний резерв часу - максимальний час. На який можна відстрочити початок або збільшити тривалість роботи, при умові, що ранні терміни початку наступних робіт не змінюються.

Коли сітьовий графік розрахований, його необхідно побудувати в масштабі часу. Масштабний сітьовий графік більш зручний для контролю за

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		105

виконанням робіт. Такий графік дозволяє швидко знаходити роботи, які виконуються в певний період, встановлювати їх випередження або відставання при необхідності перерозподілу ресурсів.

Побудову сітьового графіка в масштабі часу виконують по раннім початкам або пізнім закінченням робіт.

Порядок побудови:

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

При індустріальному методі монтажу санітарно-технічних робіт основний об'єм заготівельних та збірних робіт переноситься в заводські умови. Використання при монтажі готових елементів у вентиляційних цехах дозволяє в значному ступені спростити технологію та організацію монтажу, а також знизити кількість операцій, які виконуються безпосередньо на монтажній площадці.

З метою полегшення заготовки деталей, а також спрощення виконання монтажу систем в основу монтажного проектування закладене обов'язкове використання нормалізованих монтажних положень повітропроводів по відношенню до будівельних конструкцій та максимальне використання стандартних та типових деталей. Монтажним положенням називається розташування повітропроводів відносно будівельних конструкцій та технологічного обладнання, що забезпечує зручний монтаж та безпечну експлуатацію системи. Монтаж вентиляційних систем виконують з повністю укомплектованих на заводі вузлів та деталей. Монтаж необхідно виконувати, дотримуючись слідуючих правил:

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		106

- ❖ фланці повітропроводів не повинні бути вмонтовані в стіни, перекриття та перегородки;
- ❖ повітропроводи повинні надійно кріпитися до будівельних конструкцій так, щоб їх вона не передавалася на вентобладнання;
- ❖ повітропроводи, призначені для транспортування вологого повітря монтують так, щоб в їх нижній частині не було поздовжніх швів.

Методи та способи монтажу вибирають в залежності від місцевих умов та розташування повітропроводів по відношенню до будівельних конструкцій.

Монтаж системи вентиляції починають з огляду місць прокладки повітропроводів. Потім розмічають та встановлюють засоби кріплення повітропроводів.

Болти на фланцевих з'єднаннях повинні бути затягнутими, а гайки болтів розташовуються з одного боку фланця.

Для виготовлення вентиляційних заготовок розробляють монтажні креслення вентиляційних систем. Ці ж креслення використовують при монтажі вентиляційних систем.

Монтажна схема вентиляційної системи, комплектовочні відомості вентиляційних деталей та типових вентиляційних виробів, специфікація основних та допоміжних матеріалів, об'єми робіт входять в монтажне креслення системи вентиляції.

Монтажна схема вентиляційної системи виконується безмасштабно в одну лінію з використанням умовних позначень, наведених в [23], з вказанням діаметрів або розмірів перерізів повітропроводів, порядкових номерів деталей та відміток повітропроводів по висоті приміщення.

В комплектовочній відомості вказують кількість, розміри, площі поверхні повітропроводів та їх порядкові номери, кількість та розміри з'єднуємих виробів, кількість та типи регулюючих пристроїв,

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						107
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

повітророзподільників та місцевих відсмоктувачів, що входять в вентиляційну систему. Типові вироби та деталі вентиляційної системи заносять в окрему відомість.

Після складання монтажної схеми та комплектувочних відомостей вентиляційних деталей складають специфікацію матеріалів, необхідних для виготовлення та монтажу системи.

В цій відомості повинна бути вказана кількість листової, полосової сталі, а також матеріали для виготовлення засобів кріплення та з'єднання повітропроводів.

При розробці монтажних креслень кожної вентиляційної системи повинні використовуватися в основному нормалізовані фасонні частини з повітропроводів та прямі ділянки стандартної довжини. Перерізи повітропроводів повинні обов'язково відповідати діючим нормам.

При розбивці вентиляційних систем на деталі, довжини повітропроводів необхідно приймати виходячи з довжини стандартних листів, що випускаються промисловістю: 500, 1000, 1250, 2000, 2250 та 1420 мм. При цьому довжина зібраної ланки для транспортування не повинна перевищувати 3000 мм.

Виробництво монтажно – збірних робіт по вентиляційним системам. Встановлення вентиляційного обладнання, до якого приєднують повітропроводи.

1. Вентилятори (поставляються в зібраному вигляді).

- встановлення, випробування.

2. Припливні камери ПК- ,:

- доставка секцій до місця монтажу на відстані до 20м,

- встановлення секцій,

- приєднання секцій з установкою прокладок, затяжкою гайок і

вивіркою болтів по рівню.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						108
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3. Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання:

- ❖ встановлення з прогонкою відсмоктувача за містом,
- ❖ приєднання відсмоктувача до повітропроводу на фланцях з установкою і затяжкою болтів.

4. Установка шумоглушників:

- ❖ збирання шумоглушника із окремих частин з встановленням прокладок і затяжкою болтів,
- ❖ підйом і тимчасове закріплення глушника,
- ❖ приєднання його до повітропроводу,
- ❖ установка кріплень,
- ❖ вивірка і закріплення шумоглушника.

5. Установка повітророзподілювачів:

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

6. Збірка і монтаж прямих вузлів фасонних частин повітропроводів укрупненими блоками:

- збірка деталей і повітропроводів в укрупнені блоки на фланцях з установкою засувки і затяжкою болтів;

- установка кріплень в готові отвори та їх заделка цементним розчином, закріплення їх до опорних конструкцій з підтримкою при електроприхватці;

- підйом і встановлення блоків в проектне положення і тимчасове їх закріплення;

- приєднання встановленого блоку з раніше змонтованим блоком на фланцях з встановленням прокладок і затяжкою болтів;

- вивірка і заключне закріплення системи.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		109

#### 7. Монтаж гнучких вставок:

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

#### 8. Монтаж зонтів, установка дефлекторів:

- збирання дефлектора діаметром більш 560мм;
- установка дефлектора вихлопного патрубка (зонти) на місце;
- приєднання фланців з постановкою прокладок і затяжкою болтів;
- вивірка і кріплення пристроїв.

Повітропроводи починають збирати від вентилятора. Першу фарбовку повітропроводів виконують при їх виготовленні. Змонтовані повітропроводи теж покривають масляною фарбою, а в необхідних випадках – вогнетривкими або кислотостійкими розчинами. Викрашені поверхні сушать на протязі 2-х годин, при температурі не нижче 15оС.

### **Технологія будівельно-монтажних робіт**

При складанні календарних планів будівельно-монтажних робіт слід дотримуватися стандартів тривалості будівництва.

Календарний план розробляють таким чином: визначають номенклатуру, об'єм і методи виконання кожної роботи; розраховують тривалість робіт у людино-днях; визначають технологічну послідовність і тривалість кожної роботи; визначають склад ланки; встановлюють процент перевиконання робіт; і коригують календарний план відповідно до термінів.

Визначимо кількість інструментів, необхідних для монтажу систем опалення та вентиляції.

Для систем вентиляції ЕНІР Е 10, Е 34 і для систем опалення ЕНІР Е 9-1.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						110
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Після складання календарного плану визначимо техніко-економічні показники по об'єкту. Коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили  $k$  знаходиться на основі графіка руху робочої сили та є відношенням максимальної кількості робочих по графіку до середньої кількості робочих по графіку протягом періоду будівництва.

На сітьовому графіку є кілька шляхів між вихідною та кінцевою подією. Шлях, який має найбільший термін, називається критичним.

Термін «критичний» використовується для опису діяльності та подій, які належать до критичного шляху. В мережі не повинно бути замкнених контурів, подій або робіт, які мають однакові номери або шифри; між двома подіями може бути лише одна робота; графік повинен бути простим і не містити зайвих перетинів; події слід нумерувати зліва направо після побудови графіка; і в мережі не повинно бути «тупиків», тобто подій, з яких не виходить ні одна робота, і

Для кожної роботи сітьової моделі є такі характеристики: мінімальний термін початку (закінчення) - мінімальний з можливих моментів; спочатку (закінчення) даної роботи при визначених термінах робіт і визначеному «початковому моменті»; пізній термін початку (закінчення) - максимальний з можливих моментів початку (закінчення) даної роботи, при якому ще можливе виконання всіх послідуєчих робіт на який можна збільшити або відстрочити початок роботи, якщо ранні терміни початку наступних робіт не змінюються.

Сітьовий графік потрібно розрахувати в масштабі часу. Масштабний сітьовий графік полегшує нагляд за виконанням робіт. Такий план дозволяє швидко визначати роботи, які виконуються протягом певного періоду часу, а також визначати випередження або відставання, якщо потрібно перерозподілити ресурси.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		111

Раніше починають або пізніше закінчують роботи, щоб створити сітьовий графік у масштабі часу.

Порядок побудови: викреслити горизонтальну масштабну лінійку, щоб показати календарні та робочі дні; зобразити всі роботи в масштабі часу. Таким чином, початок кожної роботи визначається початковим часом роботи, а проекція роботи на час буде дорівнювати сумі її тривалості та вільного запасу.

У індустріальному методі монтажу санітарно-технічних робіт більшість заготівельних і збірних робіт переноситься на заводські умови. Монтування готових елементів у вентиляційних цехах значно спрощує процес і планування монтажу, а також знижує кількість операцій, які виконуються безпосередньо на монтажній площадці.

В основі монтажного проектування закладено обов'язкове використання нормалізованих монтажних положень повітропроводів по відношенню до будівельних конструкцій, а також максимальне використання стандартних і типових деталей, щоб спростити процес створення деталей і спростити монтаж систем. Розташування повітропроводів відносно будівельних конструкцій і технологічного обладнання називається монтажним положенням, щоб забезпечити зручний монтаж системи та безпечну експлуатацію. Системи вентиляції виготовляються з повністю готових компонентів і вузлів на заводі. Правила монтажу повітропроводів: фланці не повинні бути вмонтовані в стіни, перекриття чи перегородки; повітропроводи, призначені для транспортування вологого повітря, повинні бути надійно кріплені до будівельних конструкцій, щоб вони не передавалися на вентобладнання; і повітропроводи, призначені для транспортування вологого повітря, повинні бути встановлені таким чином, щоб у них не було поздовжніх швів.

Розташування повітропроводів по відношенню до будівельних конструкцій і місцеві умови визначають методи та способи монтажу.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		112

Огляд місць прокладання повітропроводів є першим кроком у монтажі системи вентиляції. Після цього засоби кріплення повітропроводів розмічають і встановлюють.

Болти на фланцевих з'єднаннях повинні бути затягнуті, а гайки болтів розташовані з одного боку фланця.

Розробляються монтажні креслення вентиляційних систем для виготовлення вентиляційних заготовок. При монтажі вентиляційних систем також використовують ці креслення.

Монтажне креслення системи вентиляції містить інформацію про комплектування деталей і типових вентиляційних виробів, специфікації основних і допоміжних матеріалів, а також обсяги робіт.

Умовні позначки, наведені в [23], використовуються для створення безмасштабної схеми вентиляційної системи в одну лінію. У схемі вказуються діаметри або розміри перерізів повітропроводів, порядкові номери деталей і маркування повітропроводів по висоті приміщення.

В комплектівчій відомості зазначено кількість, розміри, площі поверхні та порядкові номери повітропроводів, а також кількість і типи регулюючих пристроїв, повітророзподільників і місцевих відсмоктувачів, які входять до вентиляційної системи. У окрему відомість включено типові вироби та характеристики вентиляційної системи.

Після розробки монтажної схеми та інформації про комплектування вентиляційних деталей складають список матеріалів, необхідних для виготовлення та монтажу системи.

Ця інформація повинна містити кількість листової та полосової сталі, а також матеріали, які використовувалися для кріплення та з'єднання засобів повітроводу.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						113
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

При розробці монтажних креслень для кожної вентиляційної системи необхідно використовувати в основному стандартні фасонні частини та прямі ділянки стандартної довжини повітропроводів. Перерізи повітропроводів мають відповідати діючим нормам.

Повітропроводи повинні мати довжини 500, 1000, 1250, 2000, 2250 і 1420 мм, коли вентиляційні системи розбиваються на частини. При цьому транспортна довжина зібраної ланки не повинна перевищувати 3000 мм.

Виробництво монтажних і монтажних робіт вентиляційних систем установка систем вентиляції, до яких приєднуються повітропроводи.

1. Вентилятори (постачаються в зібраному вигляді) — для установки та випробування.

2. Припливні камери ПК забезпечують доставку секцій до місця монтажу на відстані до 20 метрів, встановлення секцій, приєднання секцій, затяжку гайок і вивірку болтів по рівню.

3. Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання встановлюються шляхом прогону відсмоктувача за межами міста. Крім того, відсмоктувачі можна приєднати до повітропроводу на фланцях шляхом установки та затяжки болтів.

4. Установка шумоглушників включає в себе збір шумоглушника з окремих частин за допомогою прокладок і затяжки болтів; підйом і тимчасове закріплення глушника; приєднання до повітропроводу; установка кріплень; і, нарешті, вивірка і закріплення.

5. Установка повітророзподілювачів включає підйом повітророзподілювачів до проектного положення, приєднання їх до повітропроводу за допомогою автопідйомника або монтажної вишки, а потім закріплення повітророзподілювачів до будівельних конструкцій.

6. Процес збірки та монтажу прямих вузлів фасонних частин повітропроводів з використанням укрупнених блоків включає наступне: збірка деталей і повітропроводів у укрупнені блоки на фланцях за допомогою засувки

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						114
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

і болтів; установка кріплень у готові отвори та заділка їх цементним розчином; встановлення блоків у проектне положення та тимчасове закріплення.

- встановлення встановленого блоку на фланцях попереднього блоку шляхом встановлення прокладок і затяжки болтів; - перевірка та завершальне закріплення системи.

7. Установка гнучких вставок включає наступне: встановлення патрубка від вентилятора до повітроводу або від вентилятора до повітроводу; вивірка патрубка відповідно до осі повітроводу; установку прокладок; і приєднання фланців з затяжкою болтів.

8. Установка дефлекторів і зонтів включає наступне: збір дефлектора діаметром більше 560 мм; установку зонта або дефлектора вихлопного патрубка на місце; приєднання фланців за допомогою прокладок і затяжки болтів; перевірку та кріплення пристроїв.

Вентилятор запускає повітропроводи. При виготовленні повітропроводів фарбують спочатку. Змонтовані повітропроводи також покриваються масляною фарбою та, якщо потрібно, вогнетривкими або кислотостійкими розчинами. Нафарбовані поверхні сушать протягом двох годин при температурі не нижче 15 градусів Цельсія.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						115
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

**Розділ 8 Охорона праці та навколишнього середовища**  
**8.1. Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи.**

Діюча система охорони праці (трудове законодавство, виробнича санітарія та техніка безпеки) забезпечує робітникам-будівельникам належні умови праці, підвищує культуру виробництва, забезпечує безпеку на робочому місці та допомагає їм працювати, що призводить до більшої продуктивності праці. Технології та організація виробництва тісно пов'язані з безпекою праці в будівництві.

Законодавство поклало на головних інженерів, інженерів по охороні праці, виконавців робіт і будівельних майстрів відповідальність за безпеку робіт.

Керівники будівництва зобов'язані планувати та виконувати заходи з охорони праці та протипожежної техніки та гарантувати, що вони виконуються вчасно.

Підвищення ефективності виробництва на будівельному майданчику залежить від успішного вирішення основних завдань. Одним із найважливіших завдань є покращення організації виробництва та створення умов праці на будівельному майданчику, які запобігають виробничому травматизму, професійним захворюванням і забезпечують нормальні санітарно-побутові умови.

Таблиця 8.1

**Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів**

<b>№</b>	<b>Небезпечні і шкідливі виробничі фактори</b>	<b>Джерела факторів (види робіт)</b>	<b>Кількісні оцінки</b>	<b>Нормативні документи</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Транспортні машини та їх робочі органи	Транспортні роботи: підвезення матеріалів та конструкцій	Швидкість руху на прямих ділянках-10 км/год на поворотах 5км/год	ДБН А.3.2-2-2009 Р. 8 ДБН А.3.1-5-2016

2	Падіння людини з висоти	монтажні роботи а)зовнішні а)внутрішні	h=5,0 м h=5,0 м h=4,5 м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15,
3	Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	монтажні, покрівельні, опоряджувальні а)зовнішні б)внутрішні навант-розвант	h=5,0м h=5,0м h=5,0м h=4,5 м h=4,5 м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15
4	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
5	Вплив шкідливих речовин	Зварювальні: ацетилен Опоряджувальні: Ацетон	ГДК 300мг/м <sup>3</sup> ГДК 200мг/м <sup>3</sup>	НПАОП 0.00-5.23-01 ГОСТ 12.1.005-88
6	Виробничий шум	Роботи з інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80дБ А < 80дБ А < 80дБ А	ГОСТ 12. 1.003 - 83* ДСН 3.3.6-037-99
7	Недостатнє освітлення 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
8	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22°C f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99 НПАОП 0.00-1.11-98
9	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	ДСТУ Б.В.2.5-38-2008
10	Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	НАПБ Б.03.002-2007 ДБН В.1.1-7-2002 ДБН В.1.2-7-2002

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		117

## 8.2. Заходи профілактики виявлених факторів

### 8.2.1. Загальні вимоги безпеки

У зимовий період проїзди, проходи та робочі місця необхідно регулярно чистити, не загороджуючи їх.

Майданчики, які використовуються для вантажних і розвантажувальних робіт, повинні бути сплановані та мати уклін не більше п'яти.

Зверху вхід до будинку повинен бути захищений суцільним козирком шириною не менше ширини входу та з вилітом на відстані не менше двох метрів від стіни будинку.

Робочі, інженерно-технічні та службовці повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами захисту. До початку основних будівельно-монтажних робіт повинні бути встановлені санітарно-побутові приміщення з аптечками з медикаментами та засобами першої допомоги потерпілим.

### 8.2.2. Міри профілактики потенційно-небезпечних і шкідливих факторів

У процесі організації будівельного майданчика проект передбачає, щоб будівельний майданчик був обнесений захисно-охороною огорожею висотою 3 метри з захисними козирками, щоб обмежити доступ сторонніх осіб. Крім того, зони, де постійно присутні та потенційно діють небезпечні фактори, були огорожені інвентарною захисною огорожею висотою 1,2 метра. Крім того, проїзди, проходи, складські майданчики та робо Заборонено працювати в неосвітлених місцях..

### 8.2.3 Організація будівельного майданчика

Експлуатація будівельних машин (механізмів, засобів малої механізації), включаючи технічне обслуговування, повинна проводитися відповідно до вимог індустрії заводів-виробників і ДБН А.3.1-5-2016. Крім випадків, передбачених інструкцією заводу-виробника, технічне обслуговування машин можна проводити лише після зупинення двигуна та зняття тиснення з гідравлічних і пневматичних систем.

Схема руху транспортних засобів встановлена при вході та виїзді на будівельний майданчик. Встановлено місце для роботи машин, щоб було достатньо місця для огляду та маневрування. При використанні ручних машин

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						118
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

необхідно дотримуватися інструкцій заводу-виробника та правил безпечної експлуатації.

### **8.2.3. Падіння людей з висоти**

Організація робочого місця повинна забезпечувати безпеку для людей, які працюють, а також забезпечувати безпечний і легкий доступ до робочого місця. Застосування захисних пристосувань на робочому місці є однією з основних вимог безпеки праці для монтажників сантехнічного обладнання.

У більшості випадків засоби колективного захисту застосовуються для забезпечення безпеки працівників на висоті під час приймання, встановлення та проектного закріплення конструкції. При цьому найбільш часто застосовуються приставні сходи, які включають робочі площадки, металеві площадки, підмости та інші елементи.

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

До того, як вони будуть підняті, монтажні площадки, навісні драбини та інші інструменти, необхідні для роботи на висоті, встановлюються та кріпляться на монтуєчих конструкціях. Зварювальні роботи використовують монтажні каркаси під час монтажу конструкцій. На підмостях встановлено огороження висотою 0,9 метра. У процесі покрівлі необхідно створити огороження висотою 1,5 м, щоб працівники могли використовувати запобіжні паси та індивідуальні засоби захисту..

### **8.2.4. Падіння конструкцій та інших предметів**

Одним із найважливіших способів запобігання травмам у виробничому середовищі є запобігання падінням предметів з висоти під час процесу монтажу. Зменшення маси конструкцій, укрупнення розмірів і зменшення кількості типорозмірів збірних елементів є основними цілями вдосконалення монтажу конструкцій. Огляд причин травматизму під час монтажу показав, що більшість нещасних випадків виникає з людей. Ці причини включають падіння монтажних

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		119

конструкцій, падіння працівників з висоти, помилки при виборі монтажної оснастки, несправність або несправність механізмів і машин, а також електричного устаткування та інші фактори.

Наводка, монтаж і закріплення елементів збірних конструкцій під час растроповки, завершення монтажу вузлів і, особливо, переміщення працівників на нове робоче місце призводять до падіння працівників з висоти.

Гнучкі відтяжки допомагають елементам конструкцій або обладнання переміщатися, щоб вони не розгойдувалися та не оберталися. Під час перерв у роботі не дозволяється залишати обладнання та підняті елементи конструкцій на висоті. До установки елементів конструкцій і обладнання в проектне положення та закріплення людей під ними не дозволяється. Конструкції, які встановлені в проектному положенні, не можуть бути розстроповані, доки вони не отримують постійне або тимчасове закріплення. Для підйому використовувати вантажо-захисні засоби, вибрані відповідно до проекту.

Проект виробництва робіт визначає розташування зв'язків, які забезпечують стійкість закріплених конструкцій.

### **8.2.5. Заходи профілактики ураження електричним струмом**

При виконанні електрозварювальних робіт існує небезпека ураження електричним струмом внаслідок несправності зварювального апарату чи мережі заземлення, невірної підключення зварювального обладнання до мережі, несправної електропроводки і невірної ведення зварювальних робіт. Ураження електричним струмом може виникнути при торканні до напруговедучих частин зварювального обладнання.

Всі струмоведучі випадкового дотику металеві частини (зварювальний апарат) заземлені. В місцях монтажних ділянок встановлені розподільчі щити, що дають змогу включати все обладнання. При прокладання та переміщенні зварюючих проводів прийняти міри проти пошкодження їх ізоляції і доторкання води, масла, металевими канатами. Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів і балонів з киснем не менше 0,5м, а з гарячими газами – не

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						120
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

менше 1,0м. Захисне заземлення зварювального трансформатору із L50x50=2500 мм. Лінії електропередачі над дорогою виконати на висоті 6 м., над проходами 3,5м., над робочими місцями 2,5м.

При виконання робіт поблизу струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, існує небезпека випадкового до них торкання.

Основні ізолюючі електрозахисні засоби, які можуть довгий час витримувати робоче напруження та їх використання дає можливість торкання до частин електроустановки яка знаходиться під напруженням (до 1000В). До них відносяться діелектричні гумові рукавиці, інструмент з ізольованими рукоятками, струмошукачі, в електроустановках напруженням вище 1000В - ізолюючі штанги, ізолюючі та струмоведучі клещі.

### **8.2.6. Шкідливі речовини**

Основним джерелом виділення шкідливих газів під час монтажу сантехнічних систем є зварювання, під час якого виділяється велика кількість шкідливих оксидів. Для того, щоб запобігти впливу газів на організм працівників під час виконання зварювальних робіт, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Крім того, необхідно перевірити наявність природного видалення шкідливих речовин і асиміляцію їх до газових кислот (ГДК).

### **8.2.7. Виробничий шум**

- Різний небажаний звук називають шумом. Це комбінація звуків різних частот і інтенсивностей.
- Вибір технологічних процесів з мінімальним динамічним навантаженням є частиною технологічних заходів по боротьбі з шумом.
- Захист працівників у виробничих приміщеннях з шумним обладнанням включає такі заходи: звукоізоляцію допоміжних приміщень, які розташовані поруч із шумною виробничою зоною; акустичні екрани та звукоізоляційні кожухи; облицювання звукопоглинаючим матеріалом або використання штучних поглиначів.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		121

- Відповідно до ситуації, засоби колективного захисту можна доповнити засобами індивідуального захисту від шуму, наприклад різними навушниками, вкладишами та шлемами.
- Для того, щоб забезпечити відповідний рівень шуму, проект передбачив низку заходів для зменшення шуму. Наприклад, підлога теплового пункту зроблена «плаваючою» (по шару піску товщиною 50 мм) і відокремлена від стін пружними прокладками; використовуються малOSHумні насоси та електродвигуни; насоси встановлюються на фундаментах.
- Шумогасники встановлюються на припливних і витяжних повітропроводах систем вентиляції; гнучкі вставки використовуються для підключення повітропроводів до вентиляторів; підлога венткамери має теплозвукоізолюючий шар; і швидкості повітря в повітропроводах і інших приміщеннях регулюються.

### **8.2.8. Освітленість робочих місць**

Освітлення на робочому місці повинно відповідати типу зорової роботи, яку виконують. Освітлення робочих поверхонь підвищує продуктивність. З іншого боку, існує межа, коли подальше збільшення освітленості не лише неефективне, але й неекономічно вигідне.

достатньо рівномірне розподілення яскравості по робочій поверхні У процесі праці очі вимушені адаптуватися до нерівномірної яскравості, що призводить до стомлення очей.

Ділянкам, де встановлюються системи вентиляції та опалення, буде забезпечено рівномірне освітлення. У цьому випадку освітленість не повинна перевищувати 30 лк.

Штучне електричне освітлення використовується при недостатньому природному освітленні та для освітлення в ситуаціях, коли природного світла недостатньо або воно відсутнє.

### **8.2.9. Атмосферна електрика**

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк. 122
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Будівля належить до категорії II за ймовірністю виникнення пожежі або вибуху та масштабом завданої шкоди. Відповідно до стандартів, будівлі II категорії повинні мати блискавкозахист у місцях з грозами 20 годин і більше на рік. Тип зони захисту від блискавок залежить від ступеня вогнестійкості будинку. Даний об'єкт має зону захисту типу А з ступенем надійності 99.5%. Блискавквідводи виготовляють із смугової або круглої сталі водогазопровідних труб площею перетину не менше 100 мм<sup>2</sup> і довжиною не менше 200 мм. Ці стержневі блискавквідводи можна використовувати для захисту будівлі від прямих ударів блискавки (первинний вплив).

### 8.2.10. Пожежне забезпечення

Пожежна безпека визначається як ситуація, коли ймовірність пожежі виключається, а при її виникненні створюються умови для виявлення, обмеження поширення, захисту людей і матеріальних цінностей (9).

Пожежа може виникнути через згоряння електроізоляції кабелів через коротке замикання або через дії персоналу, які порушують правила пожежної безпеки (використання відкритого вогню, паління в недоступних місцях).

Технічні рішення системи запобігання пожежам включають використання електрообладнання, яке відповідає вимогам електростатичної електробезпеки згідно з ДБН В.1.1-7-2016, ДБН В.1.2-7-2008, ДСТУ Б В.1.1.-36:2016; застосування захисту від короткого замикання на розподільному щиті теплового пункту; і налаштування громовідводу в будинку.

Технічні рішення системи протипожежного захисту: Для всієї будівлі проектні рішення систем опалення, вентиляції та кондиціонування включають протиибухові та протипожежні заходи відповідно до правил і норм.

Основні з них такі: не допускається перетікання продуктів згоряння з нижніх поверхів у верхні через прийняті схеми систем загальнообмінної вентиляції та центрального кондиціонування, які включають поверхове підключення до вертикального колектора під стелею поверху, розташованого вище (повітряні затвори) або підключення на поверсі, що обслуговується з встановленням

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						123
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

вогнезатримувальних клапанів. Усі повітропроводи проектується з необхідною межею вогнетривкості; вогнезатримувальні клапани встановлюються з необхідною межею вогнетривкості при перетині стін з нормованою межею вогнетривкості, а в будівлі є система протидимного захисту. Димовидалення запроектоване в торгових залах з кожною димовою зоною площею не більше 900 м<sup>2</sup> за допомогою коридорів без природного освітлення в підвалі. У підвалі з приміщеннями менше 200 м<sup>2</sup> запроектовано коридори для димових зон. Розрахунок приміщень визначає витрату диму.

До встановлення приймаються сертифіковані дахові вентилятори ДВ, призначені для транспортування продуктів згоряння з температурою 600 оС у приміщенні та 400 оС у коридорі. Коли виникає пожежа, всі вентилятори загальнообмінної вентиляції автоматично відключаються, а системи підпору включаються. У той самий момент система ДВ включається, щоб обслуговувати димову зону, яка виникла.

На виробництві та будівельній площадці всі працівники повинні бути навчені всім правилам пожежної безпеки та діям, необхідним для гасіння пожежі. На будівельні майданчики не можна допускати працівників, які не пройшли інструктаж. Кожен працівник на підприємстві повинен обов'язково дотримуватися правил пожежної безпеки, приймати заходи протипожежних порушень і негайно гасити пожежі та пожежі.

### **8.2.11. Незадовільні параметри мікроклімату**

У холодні періоди року в приміщеннях, де проводяться монтажні роботи, необхідно встановити тимчасове опалення, щоб забезпечити надходження свіжого повітря з вулиці та підтримувати нормовану швидкість руху повітря. Крім того, для запобігання протягам необхідно закрити прорізи дверей або вікон поліетиленом або щільною тканиною.

Робочі отримують теплий одяг і взуття, щоб вони не переохолоджувалися. Спецодяг повинен бути дихаючим і вологопроникним (бавовна, льон, грубововняне сукно). Для захисту голови від теплового опромінення

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						124
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

використовують повстяні капелюхи, дюралеві каски та окуляри (темні або з прозорим металевим покриттям) для очей і маски з відкидним прозорим екраном для обличчя. Захист від дії зниженої температури досягається за допомогою теплового спецодягу, а під час опадів — плащів і гумових чобіт.

Встановлено такий режим роботи, з періодичними перепочинками для підігріву в спеціальних приміщеннях. За ДБН А.3.2-2:2009 (НПАОП 45.2-7.02-2012) заборонено виконувати роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с в умовах низьких температур.

Для оптимізації мікроклімату в приміщенні при внутрішніх роботах необхідно провітрювати, щоб забезпечити достатній повітрообмін.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						125
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### Список використаної літератури:

1. ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
2. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».
3. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 "Отопление вентиляция и кондиционирование. Рабочие чертежи".
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".
5. Проектування систем водяного опалення: Посібник для проєктувальників, інженерів та студентів ВНЗ/ Любарець О.П., Зайцев О.М. – К.:, 2010.
6. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2002. – 256 с.
7. Пеклов А.А., Степанова Т.А. Кондиционирование воздуха. Киев, изд. объединение «Вища школа». Головное изд-во, 1978. 328с.
8. Щекин Р.В., Корневский С.М., Справочник по теплоснабжению и вентиляции. К.: Будівельник, 1976. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. 351с.
9. Насосы с мокрым ротором и приборы управления для систем отопления. Wilo - M.-Wilo, 2016.-180с.[каталог]
10. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. – Киев. : Будівельник, 1983. – 256 с.
10. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания / О.Д. Волков. – Х.: Вища школа,1989. – 240с.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк.
						126
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		