

**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 та кондиціонування повітря промислової  
будівлі в м. Києві.

Тимошенко Анастасії Михайлівни

Київ 2024 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.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

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

на тему:

Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря промислової  
будівлі в місті Києві.

Виконала студентка групи ТВ-41

Спеціальність: будівництво та цивільна  
інженерія Спеціалізація: теплогазопостачання і  
вентиляція

Тимошенко Анастасії Михайлівни  
Керівник Задоянний О.В.  
Кандидат технічних наук, доцент

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

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

Таблиця А1

	Вступ.
	ЧАСТИНА І.
1.	Розділ 1. Вихідні дані.
1.1.	Характеристика об'єкту.
1.2.	Розрахункові параметри зовнішнього повітря.
1.3.	Розрахункові параметри внутрішнього повітря.
	Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок та вибір будівельних огорожувальних конструкцій.
2.1.	Умови експлуатації та опори теплопередачі огорожувальних конструкцій.
2.2.	Теплотехнічний розрахунок та вибір огорожувальних конструкцій.
	Розділ 3. Тепловий баланс приміщень.
3.1.	Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції.
3.2.	Розрахунок тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря.
3.3.	Тепловий баланс.
	ЧАСТИНА ІІ. ОПАЛЕННЯ.
	Розділ 4. Теплова потужність системи опалення.
4.1.	Розрахунок теплової потужності системи опалення.
4.2.	Питомі показники роботи системи опалення.
	Розділ 5. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення.
5.1.	Архітектурно-планувальні особливості будівлі. Призначення приміщень та конфігурація системи опалення.
5.2.	Призначення приміщень та опалювальні прилади.
5.3.	Запірна та регулююча арматура.
5.4.	Трубопроводи системи опалення.
5.5.	Вибір джерела теплової енергії.
	Розділ 6. Гідравлічний розрахунок системи опалення.
6.1.	Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.
	Розділ 7. Розрахунок та вибір обладнання теплового пункту.
7.1.	Вибір обладнання теплового пункту.
	ЧАСТИНА ІІІ. ВЕНТИЛЯЦІЯ
	Розділ 8. Принципові рішення. Розрахунок повітрообмінів.

8.1.	Принципові рішення системи вентиляції.
8 .2.	Розрахунок надходжень шкідливостей у виробничих приміщеннях.
8.3.	Розрахунок повітрообміну.
	Розділ 9. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції. Вибір обладнання.
9.1.	Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.
9.2.	Вибір калориферів.
	Розділ 10. Кондиціонування повітря.
	Розділ 11. Технологія та організація монтажних робіт.
	Розділ 12. Охорона праці.
	Розділ 13.Список використаної літератури.

# 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.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

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

Тимошенко Анастасія Михайлівна

1. Тема роботи: Опалення, вентиляція та кондиціонування  
повітря промислової будівлі в м. Києві.

затверджена наказом ректора КНУБА №760 від 10 травня 2024 р.

2. Керівник роботи

Задоянний Олександр Васильович, кандидат технічних наук, доцент

3. Строк подання студентом роботи до захисту 24.06.2024 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Вихідні дані.

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок та вибір  
будівельних огорожувальних конструкцій.

Розділ 3. Тепловий баланс приміщень.

Розділ 4. Теплова потужність системи опалення.

Розділ 5. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів  
роботи системи опалення.

Розділ 6. Гідравлічний розрахунок системи опалення.

Розділ 7. Розрахунок та вибір обладнання теплового пункту.

Розділ 8. Принципові рішення системи вентиляції.

Розділ 9. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції. Вибір обладнання.

Розділ 10. Кондиціонування повітря.

Розділ 11. Технологія та організація монтажних робіт.

Розділ 12. Охорона праці.

Розділ 13. Список використаної літератури.

5. Графічний матеріал за розділами:

Аркуш 1. План опалення.

Аркуш 2. План вентиляції та кондиціонування.

Аркуш 3. Розрізи системи вентиляції.

Аркуш 4. Аксометрична схема №1 системи опалення.

Аркуш 5. Аксометричні схеми системи вентиляції та кондиціонування: П1, П2, П3, П4, П5, П6.

Аркуш 6. Аксометричні схеми системи вентиляції та кондиціонування \_\_\_\_\_ :

В1, В2, В3, В4, В5, В6, В10.

Аркуш 7. Технологія та організація монтажних робіт.

Аркуш 8. Монтажна схема вентиляції.

6.Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Основні дані об'єкту проектування	26.05.2024р.
Розділ 2. Тепловий баланс приміщень	30.05.2024р.
Розділ 3. Опалення	31.05.2024р.
Розділ 4. Вентиляція	02.06.2024р.
Розділ 5. Організація і технологія монтажу інженерних систем та мереж	05.06.2024р.
Розділ 6. Охорона праці	13.06.2024р.
Остаточне оформлення роботи	19.06.2024 р.
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	20.06.2024 р.
Попередній захист роботи на кафедрі	24.06.2024 р.

7.Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 5.	Сенчук М.П.		
Розділ 6.	Клімова І.В.		

8.Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Предун К.М.

Керівник \_\_\_\_\_ Задоянний О.В.

Студент \_\_\_\_\_ Тимошенко А.М.

## Зміст атестаційної випускної роботи

	<b>Вступ</b>	<b>15</b>
	<b>Частина 1.</b>	<b>16</b>
1.	Розділ 1. Вихідні дані.	16
1.1.	Характеристика об'єкту.	17
1.2.	<b>Розрахункові параметри для зовнішнього повітря.</b>	<b>18</b>
1.3.	Розрахункові параметри для внутрішнього повітря.	19
.	Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок та вибір будівельних огорожувальних конструкцій.	20
2.1.	Умови експлуатації та опори теплопередачі огорожувальних конструкцій.	21
<b>2.2.</b>	<b>Теплотехнічний розрахунок та вибір огорожувальних конструкцій</b>	<b>21</b>
	Розділ 3. Тепловий баланс приміщень.	26
3.1.	Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції.	27
<b>3.2.</b>	<b>Розрахунок тепловтрат нагрівання вентиляційного повітря.</b>	<b>28</b>
3.3.	Тепловий баланс приміщень.	28
	Частина 2. Опалення.	33
.	Розділ 4. Теплова потужність системи опалення.	33
4.1.	Розрахункова теплова потужність система опалення.	34
<b>4.2.</b>	<b>Питомі показники роботи системи опалення.</b>	<b>35</b>
	Розділ 5. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення.	36
5.1.	Архітектурно-планувальні особливості призначення будівель мікроклімату у приміщеннях промислових будівель.	37
5.2.	Призначення приміщень та опалювальні прилади.	37
5.3.	Запірна та регулююча арматура.	38
5.4.	Трубопроводи системи опалення.	38
5.5.	Вибір джерела теплової енергії.	38
	Розділ 6. Гідравлічний розрахунок системи опалення.	39
	Розділ 7. Розрахунок та вибір обладнання теплового пункту.	45
	Частина 3. Вентиляція.	48
	<b>Розділ 8. Принципові рішення. Розрахунок повітрообмінів.</b>	<b>48</b>
8.1.	Принципові рішення системи вентиляції.	49
8.2.	Розрахунок надходжень шкідливостей.	49
8.3.	Розрахунок повітрообмінів.	54
	Розділ 9. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.	58
9.1.	Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.	59
9.2.	Вибір калориферів.	61
	Розділ 10. Кондиціонування повітря.	64
	Розділ 11. Технологія та організація монтажних робіт	82
	Розділ 12. Охорона праці.	97
	Розділ 13. Список використаної літератури.	105

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



## Вступ

Проект містить 105 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.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		15

ЧАСТИНА I.  
Тепловий баланс приміщень

Розділ 1

Вихідні дані

					Атестаційна робота	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.1 Характеристика об'єкту.

Проектується промислова будівля у м. Києві. Приміщення промислової будівлі поділяється на ділянки різного призначення. Головними ділянками промислової бази є заготівельна ділянка, кувальна ділянка, збірно-зварна ділянка, механічна ділянка, електроремонтна ділянка, фарбувальна ділянка, сушильна ділянка, ділянка збирання дверей, комора інструменту, комора лакофарбувальних матеріалів, склад автогосподарства, склад готової продукції та ділянка ремонту і техобслуговування автомобілів. В кожній зоні проходять технологічні процеси, при яких в повітря поступають шкідливості.

У збірно-зварному відділенні проходять процеси електричнодугової та крапкової зварки, газової зварки та різки. Вони супроводжуються значним виділенням пилу та шкідливих газів (окис азоту, окис вуглецю та фтористих з'єднань).

У кувальній ділянці виробничий процес зводиться до різки та плавлення металу для заготівель, нагріву заготівель у нагріваючому горні, оковці та штамповці деталей. До основних шкідливостей у кувальній ділянці відносяться конвективна та промениста теплота, що виділяються від гарячих поверхонь печей та металу, окис вуглецю, сірчистий газ. Робота обладнання заготівельної та механічної зони – токарний, фрезерний, відрізний, свердлильний, заточний, шліфувальний верстати - супроводжується виділенням теплоти, вологи та пилу. У відділенні ремонту та техобслуговування автомобілів, під час роботи двигунів при їх переміщенні та регулюванні виділяються вихлопні гази.

					Атестаційна робота	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відділення фарбування містить фарбувальну камеру та витяжну шафу, вони максимально локалізують пари фарби, сольвенту та уайт-спириту.

Теплопостачання систем опалення та теплопостачання приймаємо з розрахунковими параметрами теплоносія 95-70°C.

Режим роботи – одна зміна протягом 8 годин 5 днів на тиждень, тобто, 252 днів на рік.

## 1.2 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для міста Києва приймаємо:

-розрахункова географічна широта – 52° пн.ш;

-барометричний тиск – 990 гПа;

-середня добова амплітуді температури повітря в теплий період року – 10,8°C;

-тривалість опалювального періоду – 187 діб.

Таблиця 1.1

Період року	Параметр А			Параметр Б		
	Температура, °С	Ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с	Температура, °С	Ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с
Теплий	23,7	53,6	1	28,7	56,1	1
Холодний	-10	-6,7	5,3	-22	-20,7	4,2

Параметри зовнішнього повітря для розрахунку інженерних систем забезпечення комфортних умов у приміщеннях промислової бази:

- параметри А – для систем вентиляції для теплого періоду року;
- параметри Б – для систем опалення і вентиляції для холодного періоду року.

Параметри зовнішнього повітря для перехідного періоду року необхідно приймати:

$t_3=8^\circ\text{C}$ ,  $I_3=22,5$  кДж/кг.

### 1.3 Розрахункові параметри внутрішнього повітря.

1. Температури внутрішнього повітря в зонах промислової будівлі приймаємо згідно з ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування». [1].

У кувальній зоні, де розташований гріючий горн, приймається III категорія робіт - важка, в інших приміщеннях Пб – середньої важкості.

Таблиця 1.2

Параметри повітря в робочій зоні в холодний період року

Категорія робіт	Температура повітря $t$ , °C	тах швидкість руху повітря $v$ , м/с	Температура поза постійними робочими місцями $t$ , °C
Середньої важкості Пб	15-21	0,4	13-24
Важка III	13-19	0,5	12-19

Таблиця 1.3

Параметри повітря в робочій зоні в теплий період року

Категорія робіт	Температура повітря $t$ , °C	тах швидкість руху повітря $v$ , м/с	Температура поза постійними робочими місцями $t$ , °C
Середньої важкості Пб	26-28	0,3-0,7	26
Важка III	26	0,5-1,0	28

## Розділ 2

Теплотехнічний розрахунок та вибір  
будівельних огорожувальних конструкцій.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## 2.1 Умови експлуатації та опори теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Згідно з додатком 1 [4] кліматологічні дані для холодного періоду року для міста Києва становлять:

- середня температура найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92  $t_{ext5} = -22^{\circ}\text{C}$ ;
- тривалість опалювального сезону  $Z'_{oc} = 187$  діб;
- середня температура опалювального сезону  $t_{o.c.} = -1,1^{\circ}\text{C}$ ;
- кількість градусо-діб опалювального сезону  $S = 3572$ ;
- кліматична зона I;
- зона вологості Н (нормальна).

Отже, у відповідності таблиці 2 [5] вибір огорожувальних конструкцій слід здійснювати для умов їх експлуатації – Б.

Згідно з [5] опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій виробничих будинків повинен бути не менше потрібного опору теплопередачі  $R_{потр\ заг}$ .

## 2.2 Теплотехнічний розрахунок та вибір огорожувальних конструкцій.

### Зовнішні стіни

Температура точки роси  $t_p$  для внутрішнього повітря  $t_b = 15^{\circ}\text{C}$  і  $\phi = 55\%$ , визначена за I-d – діаграмою вологого повітря (рис.1), дорівнює  $t_p = 6^{\circ}\text{C}$ . Отже, нормативний температурний перепад для стіни згідно таблиці 6 [5] становить:

$$\Delta t^H = t_{вн} - t_p = 15 - 6 = 9^{\circ}\text{C}$$

Попередньо приймаємо велику теплову інерцію огорожувальної конструкції, для якої обчислюємо величину  $R_{заг}^{norm}$  за формулою 1 [5]:

$$R_{заг}^{norm} = \frac{(t_{вн} - t_{зовн})n}{\alpha_{вн} \Delta t^H} = \frac{(15 + 22)}{8,7 * 9} = 0,47 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням коефіцієнту  $\gamma_{\text{еф}}=1,1$  таб.9[5]:

$$R_{\text{заг}}^{\text{ек}}=R_{\text{заг}}^{\text{потр}}*\gamma_{\text{еф}}=0,47*1,1=0,517 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

За додатком 3[5] приймаємо кладку із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-пісчаному розчині  $\rho=1800\text{кг/м}^3$

з внутрішньою штукатуркою  $\delta = 15$  мм,  $\delta_{\text{заг}} = 395$  мм,  $R_{\text{заг}} = 0,65 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ , теплова інерція  $D = 4,9$ .

Через те, що теплова інерція стіни виявилась більшою ніж середня то, згідно таб.3[5] визначаємо розрахункову температуру зовнішнього повітря як середню температуру

найхолодніших трьох діб  $t_{\text{зовн3}} = \frac{t_{\text{зовн1}} + t_{\text{зовн5}}}{2} = \frac{-26 - 22}{2} = -24^{\circ}\text{C}$  і уточнюємо величину  $R_{\text{заг}}^{\text{норм}}$  з урахуванням коефіцієнта  $\gamma_{\text{еф}}=1,1$

$$R_{\text{заг}}^{\text{потр}}=(15+24)/8,7*1,1=0,547 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Перевіряємо відсутність конденсації водяної пари з повітря на внутрішній поверхні огорожі. Температура на внутрішній поверхні огорожі за формулою П.24[5] становить:

$$t_B = t_B - \frac{R_B}{R_o} (t_B - t_H) = 15 - \frac{0,115}{0,65} (15 + 24) = 8,1^{\circ}\text{C} > t_p = 6^{\circ}\text{C}$$

тому конденсації на внутрішній поверхні стіни не буде.

Проте з точки зору енергозбереження термічний опір стінової конструкції не задовольняє сучасним вимогам. Необхідно збільшити термічний опір стінової конструкції при мінімальній витраті теплоізоляційних матеріалів. Тому приймаємо таку конструкцію зовнішньої стіни: кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-пісчаному розчині  $\rho=1800\text{кг/м}^3$ ,  $\delta_{\text{заг}} = 395$  мм; шар мінеральної вати; повітряний прошарок; захисний алюмінієвий шар. Термічний опір конструкції  $R_{\text{заг}} = 2,2 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного матеріалу – мінеральної вати

$$\lambda_2 = 0,05 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термічний опір двох шарів теплоізоляційного матеріалу та повітряного прошарку, становить:

$$R_2 + R_3 = R - R_1 = 2,2 - 0,65 = 1,55 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Термічний опір повітряного прошарку знаходимо за формулою:

$$R_3 = \frac{1}{0,5\alpha_k + \alpha_p}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

де  $\alpha_p = 3,97 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  - коефіцієнт радіаційного теплообміну між поверхнями прошарку;

$$\alpha_k = 0,1 * d^{-1} = 0,1 * (2 * \delta_3)^{-1} \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- коефіцієнт конвективного теплообміну між поверхнями прошарку.

Задаємося товщиною повітряного прошарку  $\delta_3 = 20 \text{ мм}$ . Тоді коефіцієнт конвективної тепловіддачі становитиме:.

$$\alpha_k = 0,1 * (20,02)^{-1} = 2,5 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Отже, термічний опір повітряного прошарку дорівнює:

$$R_3 = 1 / (0,5 * 2,5 + 3,97) = 0,19 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Опір теплопередачі шару теплової ізоляції  $R_2 = R - R_1 - R_3$ ,

$$R_2 = 2,2 - 0,65 - 0,19 = 1,36 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

$$\delta_2 = R_2 * \lambda_2 = 1,36 * 0,05 = 0,068 \text{ м}$$

Знаходимо середню температуру повітряного прошарку:

$$t_{\text{сер}} = k_B * t_B + t_3 * k_3 / (k_B + k_3), \text{ } ^\circ\text{C}$$

де  $k_3$  та  $k_B$  - коефіцієнти теплопередачі зовнішньої та внутрішньої стінок.

$$k_B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_k}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,395}{0,81} + \frac{0,068}{0,05} + \frac{1}{2,5}} = 0,423 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$k_3 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{1}{\alpha_k}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{2,5}} = 2,25 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Отже, середня температура повітря в прошарку дорівнює:

$$t_{\text{сер}} = 0,423 * 15 - 222,25 / (0,423 + 2,25) = -16,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Знаходимо швидкість повітря в прошарку за формулою:

$$v = 0,15 * \sqrt{h * (t_{\text{сер}} - t_{\text{зовн}})} = 0,15 * \sqrt{5 * (-16,15 + 22)} = 0,81 \text{ м} / \text{с}$$

Визначаємо критерій

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Рейнольдса:

$Re = v * d / \nu = 0,81 * 0,04 / 19,6 * 10^{-6} = 1653 < 2300$ , маємо ламінарний режим руху повітря в повітряному прошарку. Тобто розміри прошарку прийняті цілком ймовірно.

Остаточно приймаємо таку конструкцію зовнішньої стіни:

кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині  $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_{\text{заг}} = 395 \text{ мм}$ ; шар мінеральної вати  $\delta = 68 \text{ мм}$ ; повітряний прошарок  $\delta = 20 \text{ мм}$ ; захисний алюмінієвий шар. Термічний опір конструкції  $R_{\text{заг}} = 2,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ .

### Безгорищне покриття

Нормативний температурний перепад для безгорищного перекриття згідно таблиці 6[5] становить:

$\Delta t^n = 0,8(t_{\text{вн}} - t_p) = 0,8(15 - 6) = 7,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Приймавши попередньо малу теплову інерційність огорожувальної конструкції, обчислюємо потрібний опір теплопередачі за формулою:

$$R_{\text{заг}}^{\text{потр}} = \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})n}{\alpha_{\text{вн}} \Delta t^n} = \frac{(15 + 26)}{8,7 * 7,2} = 0,65 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

. З урахуванням коефіцієнту  $r_{\text{еф}} = 1,6$  таб.9[5]:

$$R_{\text{заг}}^{\text{ек}} = R_{\text{заг}}^{\text{потр}} * r_{\text{еф}} = 0,65 * 1,6 = 1,04 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

За додатком 5[5] приймаємо таку конструкцію безгорищного перекриття: гравій на бітумній мастиці  $\delta = 10 \text{ мм}$ , гідроізоляція, цементно-піщана стяжка  $\delta = 15 \text{ мм}$ , утеплювач із мінераловатних плит  $\delta = 130 \text{ мм}$ , пароізоляція, залізобетонна багатопустотна панель  $\delta = 220 \text{ мм}$ , термічний опір конструкції  $R_{\text{заг}} = 1,97 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ , теплова інерція  $D = 3,1$ .

### Вікна

Потрібний опір теплопередачі вікон згідно таблиці 7[5] при  $t_{\text{вн}} + t_{\text{зовн}5} = 15 + 22 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$  дорівнює  $R_{\text{заг}}^{\text{потр}} = 0,31 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ .

За [5] приймаємо однокамерний склопакет із звичайним склом, для якого

$$R_{\text{заг}} = 0,38 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Опір теплопередачі дверей і воріт повинен бути не менше  $0,6R_{заг}^{номп}$  стін будівлі при розрахунковій температурі зовнішнього повітря  $t_{зовн} = t_{зовн5}$ , тобто:

$$R_{заг}^{пот} = 0,6 * (15 + 22) / 8,79 = 0,283 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

За додатком 7[5] приймаємо зовнішні подвійні дерев'яні двері з термічним опором  $R_{заг} = 0,43 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$  та одинарні дерев'яні ворота з термічним опором  $R_{заг} = 0,22 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ .

Ворота необхідно утеплити до величини  $R_{заг} = 0,283 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$  наприклад шаром скловолокна. Товщина шару скловолокна ( $\lambda = 0,06 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) повинна дорівнювати:

$$\delta = \lambda (R_{заг}^{номп} - R_{заг}) = 0,06 (0,283 - 0,22) = 0,0037 \text{ м} \approx 4 \text{ мм}$$

Результати розрахунку та підбору огорожувальних конструкцій зведено в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Найменування огорожувальної конструкції	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$			Коефіцієнт теплопередачі $k$ , $\text{Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	Товщина конструкції $\delta_{заг}$ , мм
	$R_{заг}^{номп}$	$R_{заг}^{пот} * \gamma_{еф}$	$R_{заг}$		
Зовнішня стіна	0,49	0,55	2,20	0,45	483
Безгрищне покриття	0,65	1,04	1,97	0,50	375
Вікна	0,31	0,31	0,38	2,63	
Зовнішні двері	0,28	0,28	0,43	2,33	
Ворота	0,28	0,28	0,28	3,57	
Не утеплена підлога:					
I зона	-	-	2,1	0,48	
II зона	-	-	4,3	0,23	
III зона	-	-	8,6	0,12	
IV зона	-	-	14,2	0,07	

### Розділ 3

Тепловий баланс приміщень.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.1 Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції складаються з основних  $Q_o$  та додаткових  $Q_d$  тепловтрат і обчислюються за формулою:

$$Q_{oz} = Q_o + Q_n = Q_o (1 + \sum \beta), Bm$$

де  $\sum \beta$  - сума додаткових тепловтрат виражених в частках від основних тепловтрат.

Додаткові тепловтрати  $\beta$  через огороження в частках від основних тепловтрат приймаємо згідно з вимогами додаток 9 [1] у таких розмірах:

- у приміщеннях будь-якого призначення через зовнішні вертикальні та нахилені стіни, двері та вікна, звернені на північ, схід, північний схід і північний захід - в розмірі ( $\beta=0,1$ ; на південний схід і захід - в розмірі  $\beta=0,05$ );

- у громадських і адміністративно-побутових приміщеннях при наявності двох зовнішніх стін і більше -  $\beta=0,15$ , якщо одне із огорожень звернено на північ, схід, північний схід і північний захід, і  $\beta=0,1$  - в інших випадках;

- для зовнішніх воріт, не обладнаних повітряними, або повітряно-тепловими завісами - в розмірі  $\beta=3$  при відсутності тамбура та в розмірі  $\beta=1$  наявності тамбура біля воріт.

Основні тепловтрати через огорожуючі конструкції приміщення визначаємо під сумуванням тепловтрат через окремі огорожуючі конструкції, обчислених за формулою:

$$Q_o = \frac{A}{R_{zag}} (t_p - t_{ext}) n = kA (t_p - t_{ext}) n, Bm$$

де  $A$  - розрахункова площа огорожувальної конструкції,  $m^2$ ;

$R_{zag}$  - опір теплопередачі огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$ , приймаємо за таблицею 2.1;

$K$  - коефіцієнт теплопередачі огорожувальної конструкції, приймаємо за таблицею 2.1;

$t_p$  - розрахункова температура повітря,  $^\circ C$ , у приміщенні з урахуванням її підвищення по висоті;

$t_{ext}$  - розрахункова температура зовнішнього повітря,  $^\circ C$ ;

$n$  - коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні огороження стосовно до зовнішнього повітря, приймаємо за даними таблиці.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

### 3.2 Розрахунок тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря.

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

$$Q_v = 0,28 C_{\Pi} \rho_{\text{вн}} A_{\Pi} h_{\Pi} K_v (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн5}}) K_{3.\Pi}, \text{Вт}$$

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

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

$\rho_{\text{вн}}$  – густина внутрішнього повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$A_{\Pi}$  – площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$h_{\Pi}$  – висота приміщення, м;

$K_v = 1$  – кратність повітрообміну

в приміщенні, год<sup>-1</sup>;  $t_{\text{вн}}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, °С;

$t_{\text{зовн5}}$  – температура найхолоднішої п'ятиденки, °С;  $K_{3.\Pi}$  – коефіцієнт урахування впливу зустрічного теплового потоку в конструкціях, який дорівнює 0,7 для приміщень з вікнами у потрійних рамах, 0,8 – для вікон і балконних дверей з роздільними рамами та 1 – для одинарних вікон і балконних дверей у спарених рамах.

Густину внутрішнього повітря, кг/м<sup>3</sup>, слід визначати за формулою:

$$\rho_{\text{вн}} = \frac{353}{273 + t_{\text{вн}}}, \text{кг/м}^3$$

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

### 3.3 Тепловий баланс приміщень.

Згідно з [5] тепловий баланс в приміщеннях будівлі визначаємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{oz} + Q_v - Q_m, \text{Вт}$$

де  $Q_1$  – тепловий баланс приміщення, Вт;  $Q_{oz}$  – основні та додаткові втрати теплоти через огорожувальні конструкції, Вт;  $Q_v$  – тепловтрати на нагрівання інфільтраційного (вентиляційного) повітря;  $Q_m$  – регулярні теплові надходження, Вт.

Розрахунок тепловтрат проводимо у табличному вигляді (таблиця 3.1), фіксуючи в ній, як вихідні, так і обчислені дані.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

№	Назва приміщення	Температура	Характеристика огороження					k, Вт/м <sup>2</sup> °C	різниця температур $\Delta t$ , °C	1 + $\Sigma\beta$	Тепловтрати		
			назва огороження	сторона світу	довжина, м	висота, м	площа, м <sup>2</sup>				Q <sub>ог</sub> , Вт	Q <sub>в</sub> , Вт	Q <sub>Σ</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Зона ремонту і технічного обслуговування авто.	18	З.с.	ПнС	39,5	5,2	205	0,45	40	1,1	4067		
			Ворота	ПдС	3,6	4	14	3,57	40	1,05	2159		
			З.с.	ПдС	6,1	5,2	32	0,45	40	1,05	600		
			Ст.	-	6,1	39,5	241	0,5	40	1	4819		
			З.с.	ПнЗ	6,1	5,2	32	0,45	40	1,1	628		
			Пд.І	-	51,7	2	103	0,48	40	1	1985		
			Пд.ІІ	-	43,5	2	87	0,23	40	1	800		
											15058	342	15400
2	Склад авто господарства	16	З.с.	ПдС	17,5	6	105	0,45	38	1,05	1885		
			Ворота	ПдС	8	4	32	3,57	38	1,05	4558		
			П.в.	ПдС	1,2	1,2	1	2,63	38	1,05	151		
			Ст.	-	17,5	32	560	0,5	38	1	10640		
			Пд.І	-	99	2	198	0,48	38	1	3612		
			Пд.ІІ	-	82	2	164	0,23	38	1	1433		
											22279	924	23203

Продовження таблиці 3.1

3 Кладова ла-кофарбув. матеріалів	16	З.с.	ПдС	3	2,3	7	0,45	38	1,05	124			
		П.в.	ПдС	1,2	1,2	1	2,63	38	1,05	151			
		Двері	ПдС	1,8	2,2	4	2,33	38	1,05	368			
		Пд.І	-	3	6	18	0,48	38	1	328			
										971	11	983	
4 Компресор-на	16	З.с.	ПдС	2,5	2,3	6	0,45	38	1,05	103			
		Двері	ПдС	1,1	2,2	2	2,33	38	1,05	225			
		Пд.І	-	17	2	34	0,48	38	1	620			
										948	9	958	
5 Зона сушіння	18	Ст.	-	5,7	3,3	19	0,5	40	1	376			
		Пд.ІV	-	5,7	3,3	19	0,07	40	1	53			
										429	27	456	
6 Зона фарбування	16	З.с.	ПдС	5,7	5,6	32	0,45	38	1,05	573			
		З.с.	ПдЗ	1,4	5,6	8	0,45	38	1	134			
		П.в.	ПдС	1,8	1,8	3	2,63	38	1,05	340			
		Ст.	-	5,7	8,4	48	0,5	38	1	910			
		Пд.І	-	24,2	2	48	0,48	38	1	883			
		Пд.ІІ	-	16,2	2	32	0,23	38	1	283			
										3123	74	3197	
7 Збірнозварна ділянка	18	З.с.	ПдЗ	5,7	2,4	14	0,45	40	1	246			
		Ст.	-	23	5,7	131	0,5	40	1	2622			
		Пд.ІV	-	23	5,7	131	0,07	40	1	367			
										3235	86	3321	
8 Заготівельна ділянка	18	З.с.	ПдЗ	24	12	288	0,45	40	1	5184			
		З.с.	ПдС	12	12	144	0,45	40	1,05	2722			
		З.с.	ПнЗ	10	12	120	0,45	40	1,1	2376			
		Ворота	ПдС	3,6	4,2	15	2,33	40	1,05	1480			
		Ст.	-	24	18	432	0,5	40	1	8640			
		Пд.ІІІ	-	24	18	432	0,12	40	1	2074			
										22475	1416	23891	
9 Кладова інструменту	16	З.с.	ПнЗ	6	3,3	20	0,45	38	1,1	372			
		З.с.	ПдЗ	5,7	3,3	19	0,45	38	1	322			
		П.в.	ПнЗ	1,4	1,8	3	2,63	38	1,1	277			
		П.д.І	-	19,4	2	39	0,48	38	1	708			
		П.д.ІІ	-	9,4	2	19	0,23	38	1	164			
										1843	31	1874	
10 Кладова допоміжних матеріалів	16	З.с.	ПнЗ	2,4	3,3	8	0,45	38	1,1	149			
		П.в.	ПнЗ	1,4	1,8	3	2,63	38	1,1	277			
		П.д.І	-	12,5	2	25	0,48	38	1	456			
										882	12	894	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.

30

## Продовження таблиці 3.1

11	Механічна ділянка №1	18	З.с.	ПнЗ	5,8	5,3	31	0,45	40	1,1	609			
			П.в.	ПнЗ	2,8	1,8	5	2,63	40	1,1	583			
			Ст.	-	5,7	5,8	33	0,5	40	1	661			
			П.д.І	-	19	2	38	0,48	40	1	730			
			П.д.ІІ	-	11	2	22	0,23	40	1	202			
												2785	48	2833
12	Кладова шин	16	З.с.	ПнЗ	3,2	3,6	12	0,45	38	1,1	217			
			П.в.	ПнЗ	1,4	1,8	3	2,63	38	1,1	277			
			П.д.І	-	9,8	2	20	0,48	38	1	358			
			П.д.ІІ	-	3,6	2	7	0,23	38	1	63			
												914	18	932
13	Механічна ділянка №2	18	З.с.	ПнЗ	4,8	3,7	18	0,45	40	1,1	352			
			П.в.	ПнЗ	2,8	1,8	5	2,63	40	1,1	583			
			П.д.І	-	14,2	2	28	0,48	40	1	545			
			П.д.ІІ	-	7,2	2	14	0,23	40	1	132			
												1613	23	1636
14	Кладова електрома-теріалів	16	З.с.	ПнЗ	3,2	3,7	12	0,45	38	1,1	223			
			П.в.	ПнЗ	1,4	1,8	3	2,63	38	1,1	277			
			П.д.І	-	8	2	16	0,48	38	1	292			
												792	9	801
15	Санвузол	16	П.д.ІV	-	2	3,7	7	0,07	38	1	20			
												20	-	20
16	Електроре-монтна ді-лянка	16	З.с.	ПнЗ	5,5	3,7	20	0,45	38	1,1	383			
			П.в.	ПнЗ	2,8	1,8	5	2,63	38	1,1	554			
			П.д.І	-	16,6	2	33	0,48	38	1	606			
			П.д.ІІ	-	8,6	2	17	0,23	38	1	150			
												1693	27	1720
17	Сходова клітина	16	З.с.	ПдЗ	6,5	20,4	133	0,45	38	1	2267			
			З.с.	ПдС	3	20,4	61	0,45	38	1,05	1099			
			З.с.	ПнС	3	20,4	61	0,45	38	1,1	1151			
			П.в.	ПдС	2,16	6	13	2,63	38	1,05	1360			
			Ст.	-	6,5	3	20	0,5	38	1	371			
			П.д.ІІ	-	6,5	3	20	0,23	38	1	170			
												6418	109	6528
18	Вентиля-ційна каме-ра +2,300	5	З.с.	ПдС	5,2	3	16	0,45	27	1,05	199			
			П.в.	ПдС	1,5	1,5	2	2,63	27	1,05	168			
			Ст.	-	5,2	6	31	0,5	27	1	421			
												788	27	815
19	Вентиля-ційна каме-ра +3,670	5	З.с.	ПнЗ	2,8	3	8	0,45	27	1,1	112			
			П.в.	ПнЗ	1,2	1,2	1	2,63	27	1,1	112			
			Ст.	-	2,8	6	17	0,5	27	1	227			
												452	14	466

Атестаційна випускна робота

Арк.

31

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 3.1

20 Прибудова +0,000	23	З.с.	ПдЗ	6,5	3,3	21	0,45	45	1	434				
			П.в.	ПдЗ	1,5	1,8	3	2,63	45	1	320			
			П.д.ІІ	-	6	6	36	0,23	45	1	373			
												1127	32	1158
21 Прибудова +3,300	23	З.с.	ПдЗ	6,5	3,3	21	0,45	45	1	434				
			П.в.	ПдЗ	1,5	1,8	3	2,63	45	1	320			
												754	32	786
22 Прибудова +6,600	23	З.с.	ПдЗ	6,5	3,3	21	0,45	45	1	434				
			З.с.	ПдС	6,5	3,3	21	0,45	45	1,05	456			
			П.в.	ПдЗ	1,5	1,8	3	2,63	45	1	320			
												1210	32	1242
23 Прибудова +9,900	23	З.с.	ПдЗ	6,5	3,3	21	0,45	45	1	434				
			З.с.	ПнЗ	6,5	3,3	21	0,45	45	1,1	478			
			З.с.	ПнС	6,5	3,3	21	0,45	45	1,1	478			
			П.в.	ПдЗ	1,5	1,8	3	2,63	45	1	320			
			Двері	-	1,2	2,1	3	2,33	45	1	264			
										1974	32	2006		
24 Прибудова +13,200 технічне приміщення	18	З.с.	ПдЗ	6,5	3,3	21	0,45	40	1	386				
			З.с.	ПнЗ	6,5	3,3	21	0,45	40	1,1	425			
			З.с.	ПнС	6,5	3,3	21	0,45	40	1,1	425			
			П.в.	ПдЗ	1,5	1,8	3	2,63	40	1	284			
										1520	32	1552		
25 Прибудова +16,500 технічне приміщення	18	З.с.	ПдЗ	6,5	3,3	21	0,45	40	1	386				
			З.с.	ПнЗ	6,5	3,3	21	0,45	40	1,1	425			
			З.с.	ПнС	6,5	3,3	21	0,45	40	1,1	425			
			П.в.	ПдЗ	1,5	1,8	3	2,63	40	1	284			
			Ст.	-	6,5	6,5	42	0,5	40	1	845			
										2365	32	2397		

Сумарні тепловтрати будівлі (кВт): 99,067

ЧАСТИНА II.  
Опалення

Розділ 4

Теплова потужність системи опалення

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 4.2 Питомі показники роботи системи опалення.

### Питома теплова потужності системи опалення

Величину питомої теплової потужності, Вт/м<sup>2</sup>, системи опалення визначають за

формулою:  $q = \frac{Q_{co}}{A_{к.п.}}$

де  $A_{к.п.}$  - корисна площа будівлі, м<sup>3</sup>

$$q = \frac{103029}{1968} = 52,35 \text{ Вт/м}^2$$

величина  $q$  не перевищує нормативних контрольних значень [5]  $q_k=57\text{Вт/м}^2$ .

### Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Визначене розрахункове річне теплоспоживання системою опалення  $W$ , віднесене до

1 м<sup>2</sup> корисної площі, ГДж/(м<sup>2</sup>рік), визначається за формулою:  $W = \frac{W}{A_{кп}}$

Визначена величина питомого річного теплоспоживання  $W$  системою опалення не

повинна перевищувати нормативних контрольних значень  $W_k$ :  $W = \frac{715,37}{1968} = 0,36 \text{ ГДж/м}^2 \text{ рік}$

Величина  $W$  не перевищує нормативну [5]  $W_k=0,46 \text{ ГДж/м}^2 \text{ рік}$ .

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розділ 5

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

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.1 Архітектурно-планувальні особливості будівлі призначення приміщень та конфігурація системи опалення.

На підставі розгляду декількох можливих варіантів конфігурації системи опалення з урахуванням нормативних документів [1,3,4] та рекомендацій на проектування будівель промислового призначення – була прийнята двотрубна вертикальна тупикова система водяного опалення з верхньою розводкою магістральних трубопроводів. Параметри теплоносія в системі опалення 95-70 °С [1]. Система опалення підключається до теплової мережі по залежній схемі з використанням циркуляційних насосів.

Загальна система опалення промислової бази, для більш ефективного опалення приміщень, поділяється:

1. система опалення №1 – двотрубна вертикальна тупикова система з верхньою розгорткою магістральних трубопроводів, яка опалює приміщення промислових зон;
2. система опалення №2 - двотрубна вертикальна тупикова система з верхньою розгорткою магістральних трубопроводів, яка опалює приміщення адміністративного призначення.

## 5.2 Призначення приміщень та опалювальні прилади.

Для системи опалення №1 зважаючи на санітарно-гігієнічні вимоги і велику запиленість промислових приміщень пропонується застосовувати реєстри із гладких труб. Вони мають малу зовнішню поверхню, з якої легко видаляється пил. Витримують робочий тиск до 10 атм. За дизайном вони підходять до інтер'єру промислових цехів. Для системи опалення №2 з урахуванням призначення приміщень ( адміністративно-побутові приміщення ) пропонується застосовувати чавунні радіатори МС 140. Це універсальні опалювальні пристрої, які можуть застосовуватись маже в будь-якій системі опалення, вони витримують робочий тиск до 6 атм. Схему підключення опалювальних приладів обираємо "зверху-вниз", що забезпечує найбільший тепловий потік.

Отже, застосування обраних опалювальних приладів в умовах запроектованої системи водяного опалення є доцільним, як за технічними так і за економічними параметрами.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

### 5.3 Запірна та регулююча арматура.

Запірно-регулююча арматура передбачається для можливості автоматичного регулювання системи опалення та відключення її окремих частин у випадку аварії, ремонту. Для цих цілей використовується автоматичні регулятори перепаду тиску ASV-P+ASV-M з функцією спорожнення системи. Для автоматичного підтримання температури адміністративно-побутових приміщень на заданому рівні використовують терморегулятори RTD-N фірми "Danfoss". Термостатичні головки встановлюються в горизонтальній площині на підводках до опалювальних приладів.

З кожного опалювального приладу і в верхніх точках стояка передбачаємо видалення повітря, що доцільно для горизонтального прокладання трубопроводів. Для цього використовуємо ручні повітровипускні крани інж. Маєвського.

### 5.4 Трубопроводи системи опалення.

Магістральні трубопроводи системи опалення та теплопостачання монтуються з сталевих електрозварних труб за ДБН В.2.5-39:2008 "Теплові мережі". Зовнішні поверхні трубопроводів та опалювальних приладів необхідно пофарбувати масляною фарбою за два рази.

Ізоляція трубопроводів здійснюється ровінгом ( жгутом ) із скляних комплексних ниток товщиною 40 мм. Зовнішній покрівельний шар – склопластик РСГ. На ізольовані зони трубопроводів наноситься масляно-бітумний розчин у два шари на ґрунт ГФ-021.

### 5.5 Вибір джерела теплової енергії.

ІТП розташовуємо у технічному приміщенні. Він оснащується автоматичними пристроями, які реалізують погодне регулювання і підтримують задану температурним графіком температуру в зворотньому трубопроводі системи опалення. Виходячи з того, що якість теплоносія теплової мережі є задовільною в місті будівництві, буде доцільно використовувати залежну систему підключення.

Використання циркуляційного насоса фірми Wilo з змінною кількістю обертів дасть змогу реалізувати кількісне і якісне регулювання системи опалення. Насоси змінної частоти обертання підтримують стабільні перепади тиску в системі, забезпечуючи її гідравлічну і теплову стійкість. При цьому заощаджуються до 70% електричної і 40% теплової енергії.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

## Розділ 6

Гідравлічний розрахунок системи опалення.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.

Втрати тиску в розрахунковій ділянці трубопроводу за методом характеристик опору обчислюють за формулою:

$$\Delta P = SG^2$$

де  $S$ - характеристика опору розрахункової ділянки трубопроводу,  $\text{Па}/(\text{кг}/\text{год})^2$ , що чисельно дорівнює втраті тиску в ній при витраті води  $G=1 \text{ кг}/\text{год}$ ;

$$S = A \cdot \xi_{\text{прив}}$$

де  $A$ - питомий динамічний тиск,  $\text{Па}/(\text{кг}/\text{год})^2$  в розрахунковій ділянці трубопроводу, що виникає при витраті води в ній  $G=1 \text{ кг}/\text{год}$ ;  $\xi_{\text{прив}}$ - приведений коефіцієнт опору розрахункової ділянки трубопроводу;

Величину приведенного коефіцієнту опору розрахункової ділянки трубопроводу розраховують за формулою

$$\xi_{\text{прив}} = \frac{\lambda}{d} l + \Sigma \xi,$$

де  $\lambda/d$ - приведений коефіцієнт тертя труби,  $\text{м}^{-1}$ ;  $d$ - внутрішній діаметр труби,  $\text{м}$ ;  $l$ - довжина розрахункова ділянки трубопроводу,  $\text{м}$ ;  $\Sigma \xi$ - сумарний коефіцієнт місцевих опорів на розрахунковій ділянці трубопроводу.

Величини параметрів  $A$ ,  $\lambda/d$ ,  $G/v$ , для труб, що застосовуються в сучасних системах опалення, із середньою температурою води  $t=60^\circ \text{C}$ , яка відповідає середній річній температурі за опалювальний період, приймаємо відповідно додатку.

Використання величини  $G/v$  дозволяє за даними витратою води  $G$  і діаметром труби  $d$ , обчислити швидкість теплоносія  $v$ ,  $\text{м}/\text{с}$ , діленням витрати води на величину  $G/v$ .

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

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

$$S_{1-2} = S_1 + S_2,$$

де  $S_1$  і  $S_2$ - характеристики опору ділянок трубопроводу .

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

Витрату води  $G_{\text{ст}ij}$ ,  $\text{кг}/\text{год}$ , в будь якій  $j$ -тій ділянці стояка двотрубною системи опалення можна визначити також за формулою:

$$G_{\text{ст}ij} = G_{\text{с}o} \cdot \varphi_{ij},$$

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

Величину  $\varphi_{ij}$  слід обчислювати за формулою:

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

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\sum_1^m Q_{1,j}$  - теплові втрати будинку, що припадають на j-ту ділянку стояка, Вт. Витрату води  $G_{o.n.j}$ -кг/ГОД, в будь-якому опалювальному слід визначати за формулою:

$$G_{o.n.j} = G_{co} \cdot \Psi_j$$

де  $\Psi_j$ - слід обчислювати за формулою:

$$\Psi_j = \frac{Q_{1,j}}{Q_1}$$

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

Витрати води в розрахункових ділянках горизонтальних приладових віток визначають як суму витрат води в опалювальних приладах, які обслуговуються даними розрахунковими ділянками.

Втрати тиску води  $\Delta P_{оп}$  при її циркуляції через опалювальні прилади знаходимо за формулою . При цьому витрата води  $G_{оп}$  води в опалювальних приладах визначаємо за формулою.

В опалювальних приладах приладової вітки визначаємо характеристики настройки клапанів на перетині прямих, що відповідають витратам води  $G_{оп}$  в опалювальних приладах та перепадам тисків  $\Delta P_k$  у цих клапанах. Останні знаходять, виходячи із умов ув'язки циркуляційних кілець, що проходять через опалювальні прилади у відношенні до основного циркуляційного кільця приладової вітки.

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

$$\Delta P_{ok} = \sum \Delta P + \Delta P_{оп.ок} + \Delta P_{к.ок}$$

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

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

При невиконанні вказаної умови необхідно зменшити втрати тиску води в ділянках приладової вітки шляхом зменшення настройки клапана в основному циркуляційному кільці вітки.

Для врівноваження приладової вітки встановлюємо запірно-регулюючі клапани ASV-PVS і на зворотній вітці ASV-M та з'єднати їх між собою капілярною трубкою.

Розрахунок зводимо до таблиць 6.1 та 6.2.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Гідравлічний розрахунок системи опалення №2

номер ділянки	теплове навантаження	витрата теплоносія	довжина ділянки	умовний діаметр	приведений коефіцієнт тертя	питома витрата води	швидкість на ділянці	питомий динамічний тиск	сума коеф. місцевих опорів	приведений коеф. місцевих опорів	х-ка опору ділянки	втрати тиску на ділянці	загальні втрати тиску
№	Q, Вт	G, кг/год	l, м	d <sub>y</sub> , мм	λ/d, м <sup>-1</sup>	G/v, (гк/год) / (м/с)	v, м/с	A*10 <sup>4</sup> , Па / (кг/год) <sup>2</sup>	Σξ	ξ <sub>пр</sub>	s, Па / (кг/год) <sup>2</sup>	ΔP <sub>діл</sub> , Па	ΣΔP, Па
1	597	20,5	0,2	15	2,69	685	0,030	10,5	3,1	3,638	0,0038	2	2
2	4570	157,2	2,1	20	1,79	1250	0,126	3,15	2	5,759	0,0018	45	46
3	9140	314,4	0,7	25	1,3	2040	0,154	1,18	1,5	2,41	0,0003	28	75
4	15668	539,0	19	32	0,89	3580	0,151	0,383	5,6	22,51	0,0009	250	325
4'	15668	539,0	4	32	0,89	3580	0,151	0,383	5,3	8,86	0,0003	99	424
5	9140	314,4	2	25	1,3	2040	0,154	1,18	1	3,6	0,0004	42	466
6	4570	157,2	7,5	20	1,79	1250	0,126	3,15	2,5	15,925	0,0050	124	590
7	3372	116,0	3,3	20	1,79	1250	0,093	3,15	2,5	8,407	0,0026	36	625
8	2596	89,3	3,3	20	1,79	1250	0,071	3,15	2,5	8,407	0,0026	21	646
9	1593	54,8	3,3	20	1,79	1250	0,044	3,15	2,5	8,407	0,0026	8	654
10	972	33,4	3,3	20	1,79	1250	0,027	3,15	2,5	8,407	0,0026	3	657
11	579	19,9	3,3	15	2,69	685	0,029	10,5	2,5	11,377	0,0119	5	662

Визначаємо циркуляційний тиск системи опалення №2:

$$P_{нас} = 1,1 * \sum \Delta P = 1,1 * 662 = 728,2 \text{ Па.}$$

Діаметри трубопроводів інших стояків та підводок до радіаторів приймаємо такими ж самими, відповідно 20мм та 15мм.

Коефіцієнти місцевих опорів по ділянках:

Ділянка 1.

Чавунний радіатор  $\xi = 1,6$ ;

Трійник на поворот  $\xi = 1,5$ ;

$$\sum \xi = 3,1.$$

Ділянка 2.

Поворот на 90°  $\xi = 1$ ;

Трійник на прохід  $\xi = 1$ ;

$$\sum \xi = 2.$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Ділянка 3.

Поворот на  $90^\circ$   $\xi=0,5$ ;

Трійник на прохід  $\xi=1$ ;

$$\sum \xi = 1,5.$$

Ділянка 4.

Поворот на  $90^\circ$   $\xi=0,3$ ;

Поворот на  $90^\circ$   $\xi=0,3$ ;

Втрати тиску в лічильнику  $\xi=2$ ;

Втрати тиску у грязьовику  $\xi=3$ ;

$$\sum \xi = 5,6.$$

Ділянка 5.

Трійник на прохід  $\xi=1$ ;

$$\sum \xi = 1.$$

Ділянка 6.

Поворот на  $90^\circ$   $\xi=1$ ;

Трійник на прохід  $\xi=1,5$ ;

$$\sum \xi = 2,5.$$

Ділянка 7.

Трійник на прохід  $\xi=2,5$ ;

$$\sum \xi = 2,5.$$

Ділянка 8.

Трійник на прохід  $\xi=2,5$ ;

$$\sum \xi = 2,5.$$

Ділянка 9.

Трійник на прохід  $\xi=2,5$ ;

$$\sum \xi = 2,5.$$

Ділянка 10.

Трійник на прохід  $\xi=2,5$ ;

$$\sum \xi = 2,5.$$

Ділянка 11.

Трійник на прохід  $\xi=2,5$ ;

$$\sum \xi = 2,5.$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## Гідравлічний розрахунок системи опалення №1

номер ділянки	теплове навантаження	витрата теплоносія	довжина ділянки	умовний діаметр	приведений коефіцієнт тертя	питома витрата води	швидкість на ділянці	питомий динамічний тиск	сума коеф. місцевих опорів	приведення коеф. місцевих опорів	х-ка опору ділянки	втрати тиску на ділянці	загальні втрати тиску
№	Q, Вт	G, кг/год	l, м	d <sub>v</sub> , мм	λ/d, м <sup>-1</sup>	G/v, (кг/год)/(м/с)	v, м/с	A*10 <sup>4</sup> , Па/(кг/год) <sup>2</sup>	∑ξ	ξ <sub>пр</sub>	S, Па/(кг/год) <sup>2</sup>	ΔP <sub>діл</sub> , Па	∑ΔP, Па
1	5810	200	14	25	1,3	2040	0,098	1,18	6,5	24,7	0,00291	116	116
2	11620	400	12	25	1,3	2040	0,196	1,18	2	17,6	0,00208	332	448
3	14660	504	6	25	1,3	2040	0,247	1,18	2	9,8	0,00116	294	742
4	16010	551	5	25	1,3	2040	0,270	1,18	2	8,5	0,00100	304	1047
5	18310	630	13	25	1,3	2040	0,309	1,18	3	19,9	0,00235	932	1978
6	25610	881	30	32	0,89	3580	0,246	0,38	4	30,7	0,00118	913	2891
7	30440	1047	10	40	0,75	4670	0,224	0,23	2	9,5	0,00021	234	3125
8	35270	1213	8	40	0,75	4670	0,260	0,23	2	8	0,00018	265	3390
9	37495	1290	2	40	0,75	4670	0,276	0,23	2	3,5	0,00008	131	3521
10	42325	1456	8	40	0,75	4670	0,312	0,23	2	8	0,00018	382	3903
11	47155	1622	4	50	0,54	7810	0,208	0,08	2	4,16	0,00003	88	3991
12	49380	1699	8	50	0,54	7810	0,217	0,08	2	6,32	0,00005	147	4138
13	54510	1875	2	50	0,54	7810	0,240	0,08	2	3,08	0,00002	87	4225
14	58480	2012	22	50	0,54	7810	0,258	0,08	9	20,88	0,00017	681	4906
15	83399	2869	24	65	0,38	13600	0,211	0,03	4	13,12	0,00003	281	5187

Визначаємо циркуляційний тиск системи опалення №1:

$$P_{\text{нас}} = 1,1 * \sum \Delta P = 1,1 * 5187 = 5705,7 \text{ Па.}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Розділ 7**

Вибір обладнання теплового пункту.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.1 Вибір обладнання теплового пункту.

Проектування теплового пункту промислової будівлі в м.Києві здійснюється відповідно рекомендаціям. Тепловий пункт розміщений на технічному поверсі в окремому приміщенні з виходом в суміжне приміщення. Він призначений для обслуговування системи опалення, системи теплопостачання калориферів з параметрами теплоносія 150 - 70 °С.

В тепловому пункті передбачається розміщення обладнання, арматури, приладів контролю та автоматизації які здійснюють:

- контроль параметрів теплоносія;
- облік теплових потоків та витрат теплоносія;
- захист систем від аварійного підвищення параметрів теплоносія;
- заповнення та підпитка системи опалення.

Для очищення води від піску в тепловому пункті встановлені фільтри на подаючому та зворотному трубопроводах.

Фільтри підбираємо по діаметру трубопроводів і вибираємо для встановлення фільтри Socla Danfoss Y222 (d= 100мм) фірми “Danfoss”.

Для контролю за значеннями температури в подаючому та зворотному магістральних трубопроводах на них встановлені датчики температури фірми “ Danfoss” ESMB.

Після фільтру на зворотній магістралі встановлений ультразвуковий теплотічильник Multical 66E який призначений для високоточного виміру теплової енергії в тепловому пункті. Теплотічильник складається з ультразвукового витратоміра типу UltraFlow, теплотічильника GWF/Unico та точно підібраної пари температурних датчиків Pt 500.

Теплотічильника GWF/Unico уявляє собою мікропроцесорний блок, розроблений для надійної обробки даних по обліку теплоспоживання. Отримуючи сигнали від витратомірної ділянки та двох температурних датчиків, він веде постійний облік і зберігання даних, зв'язаних з подачею тепла та комерційним обліком.

Витратомір підбираємо за каталогом по витраті води в системах опалення та теплопостачання калориферних установок, виходячи з обмеження по швидкості руху води (до 1,5 м/с). визначимо загальну витрату води,  $G = 6.04 \text{ м}^3/\text{год}$ . Приймемо  $dy = 100\text{мм}$ , тоді швидкість руху води становить

$$U = \frac{G}{3600 \cdot \frac{\pi dy^2}{4}} = \frac{6.04}{3600 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4}} = 0,21 \text{ м/с}$$

Приймаємо витратомір з  $dy = 100\text{мм}$  на фланцевому з'єднанні.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На подаючому трубопроводі з теплової мережі встановлена запірно-регулююча арматура фірми “Danfoss”, яку підбираємо за ГОСТ 5762:2004 : регулятор перепаду тиску прямої дії AVP 32 з  $du = 32\text{мм}$  та прохідний седельний регулюючий клапан AVM 30.

На поточному трубопроводі системи опалення встановлений циркуляційний насос серії WILO TOPE з серійним дисплеєм, однокнопочним ручним управлінням і використанням автоматичного нічного зниження продуктивності шляхом технології “неперервного регулювання”

Цей насос працює в режимі, який залежить від сигналів електронного регулятора ECL Komfort 2000 від датчиків температури TE 1, TE 10 та TE 13.

Насос має декілька режимів регулювання  $\Delta P - \text{const}$  та  $\Delta P - \text{variable}$ . При  $\Delta P - \text{const}$  електроніка підтримує створений насосом напір в межах допустимої витрати на постійному рівні заданого значення напору. При  $\Delta P - \text{variable}$  електроніка лінійно змінює номінальне значення напору, яке повинне підтримуватись насосом. Обидва способи регулювання дозволяють запобігти виникненню шумів від термостатичних вентилів.

Ручне регулювання насоса дозволяє встановити параметри базисних функцій:

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

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

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

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

Біля патрубків теплообмінника, з яких виходить вода (в систему опалення та назад до теплової мережі), розташовані універсальні датчики температури (температури опору) ESMB.

Оскільки тиск у тепловій мережі достатній для заповнення і створення робочого тиску в системі, то на байпасній лінії насос не передбачений.

За теплообмінником на зворотному трубопроводі системи опалення встановлений циркуляційний насос. Він має ручне управління та автоматичне нічне зниження продуктивності, шляхом безперервного регулювання. За допомогою ручного управління можливе встановлення параметрів базових функцій насосу.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ЧАСТИНА III.  
Вентиляція

Розділ 8

Принципові рішення. Розрахунок повітрообмінів.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8.1 Принципові рішення вентиляції.

Для забезпечення нормованих санітарно-гігієнічних умов у робочій зоні кожної ділянки промислової бази, а також для забезпечення потрібних умов праці, проектом передбачається

- механічна загальнообмінна припливно-витяжна система вентиляції, що обслуговує, як адміністративні так і промислові приміщення бази.
- місцеві відсмоктувачі для видалення забрудненого повітря від технологічного обладнання.

Подача припливного повітря передбачається розсіяно, у напрямленні робочої зони патрубками НРВ, у ковальській зоні повітря подається у робочу зону патрубком ВЕПШ. У зонах фарбування та сушіння роздача припливного повітря здійснюється розсіяно, у верхню зону.

Для відсмоктування пилу від заточувальних станків використовуються індивідуальні інерційно-рукавні пиловловлювачі ІРП. В доповнення до місцевих відсмоктувачів передбачена загальнообмінна система витяжної вентиляції з використанням дахових вентиляторів.

Необхідні обсяги обміну повітря визначені розрахунками, які наведені у таблицях цього розділу проекту. Розрахунки виконані на підставі отриманих даних архітектурної, технологічної і електротехнічної частин проекту (надходження забруднюючих речовин, надходження тепла і вологи від людей, від обладнання, устаткування, електроосвітлення і огорожуючих конструкцій будівель), а також, для деяких приміщень, за кратами обмінів повітря, які нормовані відповідними документами України, або визначені технологічним завданням.

## 8.2 Розрахунок надходжень шкідливостей у виробничих приміщеннях.

### Теплонадходження від людей.

Теплонадходження від людей залежать від характеру роботи, що виконується, температури та рухомості оточуючого повітря. У практичних розрахунках, як правило враховують тільки явну теплоту, оскільки прихована теплота, збільшуючи ентальпію повітря не має впливу на його температуру. І визначаються за формулою:  $Q_{л} = q \cdot n$  [Вт], де  $q$ - питома \_епло надходження від людини;  $n$ - кількість людей на ділянці.

Заготівельна ділянка:

$$Q_{л} = 110 \cdot 7 = 770 \text{ Вт.}$$

Збірно-зварна ділянка:

$$Q_{л} = 110 \cdot 4 = 440 \text{ Вт.}$$

Ковальська ділянка:

$$Q_{л} = 130 \cdot 2 = 260 \text{ Вт.}$$

Фарбувальна та сушильна ділянки:

$$Q_{л} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Вт.}$$

Електроремонтна ділянка:

$$Q_{л} = 110 \cdot 2 = 220 \text{ Вт.}$$

Ділянка ремонту автомобілів:

$$Q_{л} = 100 \cdot 5 = 500 \text{ Вт.}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічна ділянка №1:

$$Q_{л} = 110 \cdot 2 = 220 \text{ Вт.}$$

Механічна ділянка №2:

$$Q_{л} = 110 \cdot 2 = 220 \text{ Вт.}$$

### Теплонадходження від джерела освітлення.

Теплонадходження від джерела освітлення знаходимо за формулою:

$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \cdot 2,75 \text{ Вт}$ , де E- освітленість робочих поверхонь; F- площа освітлення;  $q_{осв}$ - питома теплота освітлення;  $\eta_{осв}$ - доля теплоти, що надходить у приміщення; 2,75- поправочний коефіцієнт на використання ламп розжарювання.

Заготівельна ділянка:

$$Q_{осв} = 150 \cdot 432 \cdot 0,067 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 1791 \text{ Вт.}$$

Збірно-зварна ділянка:

$$Q_{осв} = 200 \cdot 131 \cdot 0,073 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 789 \text{ Вт.}$$

Ковальська ділянка:

$$Q_{осв} = 150 \cdot 23,5 \cdot 0,077 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 112 \text{ Вт.}$$

Фарбувальна та сушильна ділянки:

$$Q_{осв} = 200 \cdot 51 \cdot 0,073 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 307 \text{ Вт.}$$

Електроремонтна ділянка:

$$Q_{осв} = 150 \cdot 34,2 \cdot 0,077 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 163 \text{ Вт.}$$

Ділянка ремонту автомобілів:

$$Q_{осв} = 200 \cdot 241 \cdot 0,067 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 1332 \text{ Вт.}$$

Механічна ділянка №1:

$$Q_{осв} = 200 \cdot 33 \cdot 0,077 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 210 \text{ Вт.}$$

Механічна ділянка №2:

$$Q_{осв} = 200 \cdot 28,5 \cdot 0,077 \cdot 0,15 \cdot 2,75 = 181 \text{ Вт.}$$

### Теплонадходження через покриття.

Середньодобове надходження теплоти в приміщення через покриття:

$$Q_{покр} = 0,278 \times q_{пит} \times F \text{ Вт,}$$

де  $q_{пит}$ - питома теплонадходження через  $1 \text{ м}^2$  покриття,  $q_{пит} = 60 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  для  $48^\circ$  півн.шир.;

F- площа покриття,  $\text{м}^2$ ; 0,278- коефіцієнт, що враховує густину покриття.

Заготівельна ділянка:

$$Q_{покр} = 0,278 \cdot 60 \cdot 432 = 7205 \text{ Вт.}$$

Збірно-зварна ділянка:

$$Q_{покр} = 0,278 \cdot 60 \cdot 131 = 2185 \text{ Вт.}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ковальська ділянка:

$$Q_{\text{покр}} = 0,278 \cdot 60 \cdot 23,5 = 392 \text{ Вт.}$$

Фарбувальна та сушильна ділянки:

$$Q_{\text{покр}} = 0,278 \cdot 60 \cdot 51 = 851 \text{ Вт.}$$

Електроремонтна ділянка:

$$Q_{\text{покр}} = 0,278 \cdot 60 \cdot 34,2 = 570 \text{ Вт.}$$

Ділянка ремонту автомобілів:

$$Q_{\text{покр}} = 0,278 \cdot 60 \cdot 241 = 4020 \text{ Вт.}$$

Механічна ділянка №1:

$$Q_{\text{покр}} = 0,278 \cdot 60 \cdot 33 = 551 \text{ Вт.}$$

Механічна ділянка №2:

$$Q_{\text{покр}} = 0,278 \cdot 60 \cdot 28,5 = 475 \text{ Вт.}$$

Всі теплонадходження зводимо до таблиці та розраховуємо сумарні надходження теплоти до приміщення.

Таблиця 8.1

Назва приміщення	$Q_{\text{л}}, \text{ Вт}$	$Q_{\text{осв}}, \text{ Вт}$	$Q_{\text{покр}}, \text{ Вт}$	$\Sigma Q, \text{ Вт}$
Заготівельна ділянка	770	1791	7205	<u>9766</u>
Збірно-зварна ділянка	440	789	2185	<u>3414</u>
Ковальська ділянка	260	112	392	<u>764</u>
Фарбувальна та сушильна ділянки	200	307	851	<u>1358</u>
Електроремонтна ділянка	220	163	570	<u>953</u>
Ділянка ремонту автомобілів	500	1332	4020	<u>5852</u>
Механічна ділянка №1	220	210	551	<u>981</u>
Механічна ділянка №2	220	181	475	<u>876</u>

### Об'єм повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами.

Об'єм повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами залежить від типу та призначення технологічного обладнання. Нормована кількість повітря від місцевих відсмоктувачів визначається за паспортними даними кожного з технологічного обладнання.

#### Розрахунок витяжного зонту від ковальського горну

Маємо одновогневий ковальський горн, який витрачає паливо (кам'яне вугілля з теплою згоряння  $Q_n^m = 26816 \text{ кДж/кг}$ )  $V=10$  кг/год. Розмір горна у плані  $1 \times 0,7$  м, висота  $0,7$  м.

Приймаємо висоту встановлення зонту  $H=1,8$  м.

Тоді  $h=1,8-0,7=1,1$  м. Розраховуємо розміри зонту в плані:

$$A=a+0,8h=1+0,8*1,1=1,88\text{м.}$$

$$B=b+0,8h=0,7+0,8*1,1=1,58\text{м.}$$

За графіком 4.5 б [6] визначаємо витрату повітря  $L_3=2500\text{м}^3/\text{год.}$

#### Визначення об'єму повітря, що видаляється місцевим відсмоктувачем фарбувальної камери.

Об'єм повітря, що видаляється місцевим відсмоктувачем від фарбувальної камери:

$$L = 3600FV = 3600 \times 1,196 \times 1,3 = 5600 \text{ м}^3/\text{Год},$$

де  $V=1,3$  м/с – швидкість повітря в робочому прорізі фарбувальної камери для пневматичного розпилення і перхлорвінілової емалі.

$F=1,196 \text{ м}^2$  – сумарна площа робочих проїомів.

Визначений об'єм повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами від технологічного обладнання зводимо до таблиці 8.2.

					<i>Атестаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Таблиця 8.2

Технологічне обладнання			Характеристика шкідливих речовин			Тип місцевого відсмоктувача	Об'єм видалення		Позн. системи
Поз	Назва	Кількість	Назва	Клас безпеки	Кількість, г/год		На одн. обладнання	Усього	
<i>Заготівельна ділянка</i>									
1-1	Станок точильношліфувальний 2кр Ø300	1	Пил абразивний Пил металевий	4 4	107 249	відсмоктувач від кожуха	1080	1080	B1
1-10 1-11	Станок відрізний	2	Пил абразивний Пил металевий	4 4	162 379	відсмоктувач воронка Ø100	750	1500	B2
3-1 3-6	Зварювальний напівавтомат	2	Оксид заліза Оксид вуглецю Діоксид азоту Оксид хрому Оксид марганцю	4 4 3 3 2	5,2 0,1 0,2 0,1 0,3	відсмоктувач воронка	1000	2000	B3
3-4 3-5	Зварювальний стіл	2	Оксид заліза Оксид вуглецю Оксид марганцю Оксид кременя	4 4 2 3	7 0,1 0,3 0,9	відсмоктувач воронка	1000	2000	B3
<i>Збірно-зварна ділянка</i>									
3-14 3-17	Зварювальний стіл	4	Оксид заліза Оксид вуглецю Оксид марганцю Оксид кременя	4 4 2 3	7 0,1 0,3 0,9	відсмоктувач воронка	1000	4000	B4 B5
<i>Ковальська ділянка</i>									
2-2	Горн	1	Оксид заліза Оксид вуглецю Діоксид азоту	4 4 3	0,6 3,7 1,6	зонт	2500	2500	T1

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					53	

## Продовження таблиці 8.2

Механічна ділянка									
4-2	Станок точильношл іфувальний	1	Пил абразивно- металевий	4	28	відсмокт увач від кожуха	1500	1500	В6
Фарбувальна ділянка									
5-1	Фарбувальн а камера	1	Сольвент Уайт- сперит	4	76	Відсмокт увач від патрубка	5600	5600	Т2
5-2	Фарбувальн а шафа	1	Уайт- сперит	4	0,2	Відсмокт увач від патрубка	900	900	В7

### 8.3 Розрахунок повітрообміну.

Розрахунок повітрообміну у приміщеннях промислового призначення будемо здійснювати двома шляхами. Перший – за санітарно-гігієнічними нормами, тобто 60 (м<sup>3</sup>/год)/чол, другий - на асиміляцію теплонадлишків. Повітрообмін за санітарно-гігієнічними нормами визначаємо за формулою:

$$L = n \cdot 60, \text{ м}^3/\text{год},$$

де n – кількість людей, що постійно перебуває приміщенні.

Заготівельна ділянка:

$$L_{\text{сг}} = 7 \cdot 60 = 420 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Збірно-зварна ділянка:

$$L_{\text{сг}} = 4 \cdot 60 = 240 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Ковальська ділянка:

$$L_{\text{сг}} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Фарбувальна та сушильна ділянки:

$$L_{\text{сг}} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Електроремонтна ділянка:

$$L_{\text{сг}} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Ділянка ремонту автомобілів:

$$L_{\text{сг}} = 5 \cdot 60 = 300 \text{ м}^3/\text{год}.$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічна ділянка №1:

$$L_{\text{ст}} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Механічна ділянка №2:

$$L_{\text{ст}} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Повітрообмін на асиміляцію теплонадлишків розраховуємо за формулою:

$$L = \frac{3,6 \cdot \Sigma Q}{1,2 \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $\Sigma Q$  – сумарна кількість теплонадходжень;

$t_{\text{зовн}}$  – зовнішня температура повітря;

$t_{\text{вн}}$  – температура повітря у робочому приміщенні.

Заготівельна ділянка:

$$L = \frac{3,6 \cdot 9766}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 12738, \text{ м}^3/\text{год}$$

Збірно-зварна ділянка:

$$L = \frac{3,6 \cdot 3414}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 4453, \text{ м}^3/\text{год}$$

Ковальська ділянка:

$$L = \frac{3,6 \cdot 764}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 997, \text{ м}^3/\text{год}$$

Фарбувальна та сушильна ділянки:

$$L = \frac{3,6 \cdot 1358}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 1771, \text{ м}^3/\text{год}$$

Електроремонтна ділянка:

$$L = \frac{3,6 \cdot 953}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 1243, \text{ м}^3/\text{год}$$

Ділянка ремонту автомобілів:

$$L = \frac{3,6 \cdot 5852}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 7633, \text{ м}^3/\text{год}$$

Механічна ділянка №1:

$$L = \frac{3,6 \cdot 981}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 1279, \text{ м}^3/\text{год}$$

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Механічна ділянка №2:

$$L = \frac{3,6 \cdot 876}{1,2 \cdot (26 - 23,7)} = 1142, \text{ м}^3/\text{год}$$

З отриманих значень кількості повітря для кожного цеху  $L_{\text{сг}}$  та  $L$  обираємо найбільше. Розрахункове значення повітрообміну буде дорівнювати сумі цього значення та кількості повітря від місцевих відсмоктувачів.

Розрахункові значення повітрообміну приміщень промислового призначення зводяться до таблиці 8.3 із-за значенням систем, що приймають участь у повітрообміні.

Таблиця 8.3

Назва приміщення	Об'єм, м <sup>3</sup>	Прийнятий повітрообмін, м <sup>3</sup> /год		Позначення систем	
		Витяжка	Приток	Витяжка	Приток
1	2	3	4	5	6
Заготівельна ділянка	4750	29880	29880	В1...В3, В8, В9	П1
Збірно-зварна ділянка	696	11350	11350	В4, В5, В10	П1
Ковальська ділянка	432	7470	7470	Т1	П1
Механічна ділянка	216	1000	1000	В6, В11, В12	П2
Ділянка фарбування та сушіння	310	6500	6500	В7, Т2	П3, П4
Електроремонтна ділянка	108	500	500	В13	П2
Ділянка ремонту автомобілів	1130	2840	2840	В16	П2

Розрахунок повітрообміну приміщень адміністративного призначення визначається по нормативній кратності і зводиться до таблиці 8.4.

Таблиця 8.4

Назва приміщення	Об'єм , м <sup>3</sup>	Кратність, ч <sup>-1</sup>		Кількість повітря м <sup>3</sup> /год		Позначення систем	
		приток	витяжка	приток	витяжка	приток	ВІТЯЖК а
побутові приміщення							
<u>План на відм. 0,000</u>							
Переддушова		3д.с.х 75		225		П6	
Душова			3д.с.х7 5		225		В18
Санвузол			1с.у.х1 00		100		В18
<u>План на відм. 3,000</u>							
Переддушова		1д.с.х 75		75		П6	
Душова			1д.с.х7 5		75		В19
Санвузол			1с.у.х1 00		100		В19
Складова спецодягу	15		1		15		ВЕ
<u>План на відм. 6,600</u>							
Переддушова		2д.с.х 75		150		П6	
Душова			2д.с.х7 5		150		В20
Санвузол			1с.у.х1 00		100		В20
Складова інвентарю	8		1		8		ВЕ
<u>План на відм. 9,900</u>							
Переддушова		2д.с.х 75		150		П6	
Душова			2д.с.х7 5		150		В21
Санвузол			1с.у.х1 00		100		В21
Складова інвентарю	8		1		8		ВЕ
<u>План на відм.13,200</u>							
Технологічне приміщен.	126	3	3	380	380	П6	ВЕ
<u>План на відм.16,200</u>							
Технологічне приміщен.	126	3	3	380	380	П6	ВЕ

## Розділ 9

Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.  
Вибір обладнання.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## 9.1 Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.

Метою аеродинамічного розрахунку є визначення діаметрів повітропроводів на кожній ділянці системи, втрат тиску по системі в цілому та аеродинамічна ув'язка відгалужень. Загальні втрати тиску в системі повітропроводів визначаються за формулою :

$$P = \Sigma(Rl + Z), \text{ Па,}$$

де  $R$  – втрати тиску на тертя на розрахунковій ділянці;

$l$  – довжина повітропроводу;  $Z$  – втрати тиску на подолання місцевих опорів.

Втрати тиску на тертя  $R$  для круглих повітропроводів визначаються за формулою:

$$R = \frac{\lambda v^2 \rho}{d \cdot 2}, \text{ де}$$
$$\frac{\lambda}{d} \text{ та } \frac{v^2 \rho}{2}$$

Дійсна швидкість руху повітря в повітропроводі визначається за залежністю:

$$v = \frac{L}{3600F}, \text{ м/с}$$

де  $L$  – кількість повітря, м<sup>3</sup>/год;

$F$  – площа поперечного перерізу повітропроводу, м<sup>2</sup>.

Дійсна швидкість повинна бути в межах 8-12 м/с.

Для повітропроводів прямокутного перерізу за розрахункову величину  $d$  приймається еквівалентний діаметр  $d_{\text{екв}}$ , при якому втрати тиску у круглому повітропроводі при такій же швидкості повітря рівні втратам тиску у прямокутному повітропроводі.

Значення еквівалентних діаметрів, м, визначаються за формулою:  $d_{\text{екв}} = 2AB/(A+B)$ , де  $A$  та  $B$  – розміри сторін прямокутного повітропроводу.

$$Z = \Sigma \xi \left( \frac{v^2 \rho}{2} \right),$$

Втрати тиску  $Z$  на місцеві опори визначаються за формулою:

де  $\Sigma \xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці повітропроводу.

Аеродинамічний розрахунок проводимо у табличному вигляді (таблиця 9.1).

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Аеродинамічний розрахунок системи П6

№ діл.	Витрата, L, м <sup>3</sup> /год	Довжина ділянки l, м	Діаметр d, мм	Швидкість v, м/с	$v^2\rho/2$	Втрати тиску на тертя R, Па/м	Сума місцевих опорів $\sum\xi_{міст}$	Втрати тиску на тертя Z, Па	Втрати тиску на ділянці $\Delta p$ , Па	Сумарні витрати тиску $\Delta p$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
магістраль										
1-2	380	3,9	160	5,25	17,2	2,44	1,10	18,92	28,44	28,44
2-3	760	2,9	200	6,72	27,5	2,84	0,15	4,13	12,36	40,80
3-4	910	3,3	200	8,05	40,1	4,03	0,15	6,02	19,31	60,11
4-5	1060	3,6	200	9,38	54	5,32	0,19	10,26	29,41	89,52
5-6	1135	1,7	200	10,04	61,2	5,98	0,20	12,24	22,41	111,93
6-7	1360	14,1	250	7,70	36,3	2,79	1,40	50,82	90,16	202,09
									$\sum\Delta p=$	202,09
відгалуження										
8-2	380	1	160	5,25	17,2	2,44	1,20	20,64	23,08	23,08
9-3	150	6,1	100	5,31	17,2	4,4	2,70	46,44	73,28	73,28
10-4	150	6,1	100	5,31	17,2	4,4	2,70	46,44	73,28	73,28
11-5	75	6,1	100	2,65	4,13	1,2	0,70	2,89	10,21	10,21
12-6	225	6,1	100	7,96	39,1	9,4	0,93	36,36	93,70	93,70

Коефіцієнти місцевих опорів:

Ділянка 1-2.Поворот на 90°  $\xi=0,35$ ;Поворот на 90°  $\xi=0,35$ ;Трійник на прохід  $\xi=0,4$ ;

$$\sum\xi=1,1.$$

Ділянка 2-3.Трійник на прохід  $\xi=0,15$ ;

$$\sum\xi=0,15.$$

Ділянка 3-4.Трійник на прохід  $\xi=0,15$ ;

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$\sum \xi = 0,15.$$

Ділянка 4-5.

Трійник на прохід  $\xi = 0,19$ ;

$$\sum \xi = 0,19.$$

Ділянка 5-6.

Трійник на прохід  $\xi = 0,2$ ;

$$\sum \xi = 0,2.$$

Ділянка 6-7.

Поворот на  $90^\circ$   $\xi = 0,35$ ;

Поворот на  $90^\circ$   $\xi = 0,35$ ;

Поворот на  $90^\circ$   $\xi = 0,35$ ;

Поворот на  $90^\circ$   $\xi = 0,35$ ;

$$\sum \xi = 1,4.$$

Таблиця 9.2

### Аеродинамічний розрахунок системи П1

№ діл.	Витрата, L, м <sup>3</sup> /год	Довжина ділянки l, м	A	B	Діаметр d <sub>ек</sub> , мм	Швидкість v, м/с	v <sup>2</sup> ρ/2	Втрати тиску на тертя R, Па/м	Сума місцевих опорів Σξ <sub>місц</sub>	Втрати тиску на тертя Z, Па	Втрати тиску на ділянці Δр, Па	Сумарні витрати тиску Δр, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
магістраль												
1-2	2250	11	400	250	307,7	8,41	43,2	2,45	0,47	20,30	47,25	47,25
2-3	4350	13	400	300	342,9	13,09	105	4,87	0,55	57,75	121,06	168,31
3-4	7350	1,5	400	400	400,0	16,26	162,5	6,35	0,65	105,63	115,15	283,46
4-5	13725	10	600	600	600,0	13,49	111,5	2,51	0,70	78,05	103,15	386,61
5-6	23180	6	1000	600	750,0	14,58	130,4	2,16	0,90	117,36	130,32	516,93
											ΣΔр=	516,93

Всі інші вентиляційні системи розраховуємо аналогічно.

### 9.2 Вибір калориферів.

Початкові дані:

- кількість підігріваного повітря  $G = 4015 \text{ м}^3/\text{год}$ ;
- внутрішня температура в приміщенні  $t_{in} = 18^\circ\text{C}$ ;



9. Найдемо необхідну кількість установлюємих калориферів КВБ-3 за формулою:  
 $n = F_y / F_k$ , (9.24)

Знаходимо:

$$n = 20,2 / 13,2 = 1,53 ;$$

Ставимо два калорифера в один ряд с загальною площиною поверхні нагріва:  
 $13,2 \cdot 2 = 26,4 \text{ м}^2$  ;

Знаходимо величину запасу площі поверхні калориферу:

$$\frac{F_y - F_{y'}}{F_{y'}} \cdot 100\%$$

$$\frac{26,4 - 20,2}{26,4} \cdot 100\% = 0,23\%$$

, що є в нормі.

10. По масовій швидкості  $U_p = 7,24 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ , знаходимо опір одного ряду калориферів:  
 $4,34 \cdot 1 \cdot 1,1 = 4,8 \text{ кгс}/\text{м}^2$  ;

11. По витраті води  $G_{\text{води}} = 0,58 \text{ м}^3 / \text{год}$  і прийнятому діаметрі труби до калорифера 40 мм знаходимо опір двох установлених послідовно калориферів с запасом у розмірі 20%:  
 $h = 40 \cdot 4,1 \cdot 2 \cdot 1,2 = 394 \text{ кгс}/\text{м}^2$ .

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

**Розділ 10. Кондиціонування повітря.**

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

У сучасних умовах ефективна робота промислових підприємств, які мають будівлі великої площі, неможлива без системи кондиціонування повітря, що забезпечує комфортні умови для працівників та нормальну роботу обладнання. Тому проектування та розробка системи літнього кондиціонування повітря є актуальною задачею, яка має вирішуватися з урахуванням специфіки промислових підприємств.

Літній період може стати справжнім випробуванням для промислових підприємств з великими площами будівель, особливо коли мова йде про високі температури та високу вологість повітря. У таких умовах працівники відчують дискомфорт та зниження продуктивності, а також можуть стикатись з ризиком для здоров'я. У цьому контексті, ця тема є особливо актуальною, оскільки вона стосується різних аспектів проектування системи кондиціонування: від розрахунку потужності та вибору обладнання, до організації системи вентиляції та забезпечення мікроклімату у приміщенні. У дипломі увага зосереджена на ключових викликах та особливостях проектування системи літнього кондиціонування повітря для промислових будівель великої площі та способах досягнення оптимального кліматичних параметрів. Кондиціонування повітря - це процес надання йому необхідних тепловологісних якостей, які при цьому повинні автоматично підтримуватись у приміщенні. На відміну від загальнообмінної вентиляції та опаленні при кондиціонуванні протягом цілого року і особливо у літній час у приміщенні можна підтримувати будь-які бажані (постійні або змінні) параметри внутрішнього повітря, незалежно від зовнішніх метеорологічних умов і змінних надходжень до приміщення тепла.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Комплекс технічних засобів, за допомогою яких здійснюється кондиціювання повітря, називається системою кондиціювання повітря (СКП). У СКП входить обладнання для здійснення різноманітних процесів обробки повітря, його переміщення та розподілу, джерела тепло- та холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, дистанційного керування та контролю, насоси та трубопроводи, місцеві підігрівачі, осушувачі та зволожувачі, а також допоміжне електрообладнання. Основне обладнання для приготування та переміщення повітря зазвичай агрегується в апарат. В окремому випадку всі технічні засоби для кондиціювання повітря агрегуються в кондиціонері, і тоді поняття СКП та кондиціонер стають однозначними. Системи кондиціювання, як правило, забезпечуються засобами очищення повітря від пилу, бактерій та запахів: підігріву, зволоження та осушення його: переміщення, розподілу та автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, а іноді й засобами регулювання газового складу та іоноутримання повітря. Основна складність при проектуванні систем кондиціювання повітря в промислових будівлях – це забезпечення рівномірної температури на всій робочій площі або забезпечення зонального кондиціювання на робочих місцях. Для вирішення цього завдання можна розглядати модульні центральні системи кондиціювання повітря, які складаються з модулів для підготовки та охолодження повітря, VRF (Variable Refrigerant Flow)-системи центрального кондиціювання, системи кондиціювання на основі каналних агрегатів тощо. Кожна система має свої переваги та недоліки, які будуть розглянуті у роботі.

### **Основні вимоги та класифікація систем кондиціювання повітря.**

Основні вимоги при проектуванні систем кондиціювання повітря [1, 2]. Санітарно-гігієнічні вимоги:

1. Забезпечення у приміщеннях регламентованих нормами метеорологічних умов.
2. Швидкість та напрямки випуску повітря, а також різниця температур між повітрям у приміщенні та повітрям, що подається, розташування розподільників повітря та витяжних отворів повинні бути такими, щоб у зоні перебування людей були відсутні місцеві шкідливі або неприємні струми повітря та застійні місця.
3. Зниження шуму в приміщеннях до рівня, що є безпечним для людей.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Запобігання проникненню та поширенню шкідливих і поганих запахів або шуму з одних приміщень до інших.

Будівельно-монтажні та архітектурні вимоги:

1. Мінімальна потреба у площі для розміщення устаткування й каналів як усередині обслуговуваних приміщень, так і у допоміжних приміщеннях.
  2. Відповідність зовнішніх форм обладнання, що розташовується всередині приміщень, що кондиціонуються, архітектурному вигляду останніх і відсутність конструктивних деталей, що погіршують інтер'єр.
- Найменші витрати часу та праці на монтаж та введення в експлуатацію установок.
3. Можливість будівництва та введення системи в експлуатацію по поверхах і навіть по окремих приміщеннях.
  4. Забезпечення мінімальної кількості отворів у будівельних конструкціях для прокладання каналів та трубопроводів, а також невелика вага обладнання, що особливо важливо при влаштуванні СКВ у існуючих будівлях.
  5. Якісна вібро- та звукоізоляція обладнання від будівельних конструкцій.
  6. Пожежна безпека та наявність засобів запобігання поширенню вогню.

Експлуатаційні вимоги:

1. Можливість швидкого перемикання з режиму обігріву на режим охолодження в перехідну пору року, а також при різких змінах температури зовнішнього повітря та теплонадходжень, тобто мала теплова інерційність системи.
2. Взаємне блокування кондиціонерів, що полягає в тому, щоб при вимиканні одного з кондиціонерів подати повітря із сусідніх, хоча б у меншій кількості.
3. Забезпечення індивідуального регулювання температури та відносної вологості повітря у кожному окремому приміщенні.
4. Можливість опалення одних приміщень при одночасному охолодженні інших, що обслуговуються тією самою системою.
5. Зосередження обладнання, що потребує систематичного обслуговування, у мінімальній кількості місць.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.Простота ремонту та обслуговування, а також мала потреба в них у період експлуатації.

7.Можливість часткового перепланування приміщення в процесі експлуатації без перебудови СКП, що особливо важливо для виробничих будівель з технологією виробництва, що швидко змінюється.

8.Герметичність повітроводів та притворів повітряних клапанів системи.

Економічні вимоги:

1.Мінімальна вартість обладнання та будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби і мінімальні амортизаційні відрахування.

2.Максимально можлива економія електроенергії, води, тепла та особливо холоду.

Класифікація систем кондиціонування повітря (СКП).

СКП поділяються на комфортні та технологічні. Комфортні СКП призначені для створення та автоматичної підтримки температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, що найбільше відповідають санітарно- гігієнічним вимогам; технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря, які максимально відповідають вимогам виробництва продукції.

Залежно від розташування кондиціонерів по відношенню до приміщень, що обслуговуються, СКП діляться на центральні і місцеві. За типом кондиціонерів, що використовуються для приготування повітря, системи поділяються на автономні та неавтономні.

Центральні СКП, що набули найбільшого поширення, мають неавтономні кондиціонери, що постачаються ззовні холодом (доставляються холодною водою або розсоллом), теплом (доставляються гарячою водою або паром) та електричною енергією для приводу вентиляторів та насосів.

Місцеві СКП можуть мати неавтономні та автономні кондиціонери, останні постачаються ззовні лише електричною енергією.

Неавтономні системи поділяються на повітряні, при яких в приміщення, що обслуговуються, подається тільки повітря, і водоповітряні, при яких в приміщення, що кондиціонуються, підводяться повітря і вода, що несуть тепло або холод.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Центральні системи кондиціонування повітря.

Центральні кондиціонери вже давно не асоціюються у виробників лише з габаритним промисловим обладнанням. Сучасні виробники постачають на ринок України просунуті і функціональні агрегати, що здатні якісно обробляти та охолоджувати повітря. Асортимент кліматичного обладнання досить великий, щоб розрахувати систему для вирішення поставлених завдань. Центральні кондиціонери, на відміну від побутових, можуть охолоджувати великі площі приміщень, серед яких: стадіони, кінотеатри, торговельні центри, виробничі цехи тощо. Типова конструкція устаткування являє собою модульну структуру, яка складається з декількох секцій. Грамотне підключення обладнання дозволить здійснювати очищення, осушення, зволоження, охолодження і нагрівання повітря. Саме це визначає універсальність центральних кондиціонерів.



## Центральна система кондиціонування повітря

Переваги центральних систем кондиціонування повітря:

при правильному проектуванні, монтажі, пуско-налагодженні та експлуатації забезпечується висока енергетична ефективність;

- завдяки розміщенню обладнання в іншому приміщенні виключається висока гучність роботи кондиціонера;
- за необхідності можна організувати високоякісну автоматизацію і диспетчеризацію;
- гарантується висока ступінь зручності і надійності пристрою.

Крім цього, центральний кондиціонер підходить для організації кондиціонування повітря у багатоквартирних будинках та приватних будинках великої площі. Такі агрегати можна встановлювати в різних приміщеннях і гарантувати їх безперебійну роботу протягом десятків років. Планувати установку центрального кондиціонера варто ще до початку ремонтних та оздоблювальних робіт або при капітальному ремонті. Особливістю центрального кондиціонування багатоквартирних будинків є те, що вся система прихована під стелею і не псує дизайн. Так само можна регулювати температуру в кожній окремій кімнаті за допомогою пульта дистанційного керування. Свіже повітря надходить по повітроводам, проходить очистку, а взимку, якщо необхідно додатково підігрівається. Таким чином в квартирі можна регулювати відсоток вуглекислого газу та дихати свіжим очищеним повітрям комфортної температури.

Перевагами центрального кондиціонування у багатоквартирному або приватному будинку, котеджі є:

- система повітроводів прихована під стелями;
- є можливість регулювати температуру для кожної окремої кімнати;
- система фільтрації очистить повітря від пилу, мікробів та запахів;
- в зимовий час свіже припливне повітря можна підігріти;
- є можливість регулювати відсоток вуглекислого газу;
- тривалий термін служби системи (20 + років);

екологічність системи (не застосовується фреон).

### **Канальні кондиціонери.**

Одним з варіантів організації кондиціонування повітря офісів та будівель підприємств є кондиціонери на основі каналного агрегату, що дозволяє організувати оптимальне центральне кондиціонування. Головними функціями обладнання вважаються охолодження і обігрів, другорядна - вентиляція. Саме такі центральні кондиціонери ставлять на розважальних об'єктах (бари, ресторани, кафе тощо). Найчастіше використовуються в приміщеннях площею від 250 кв. м.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Модульні вентиляційні установки.

Призначені для подачі свіжого повітря. Також присутня додаткова функція - повітряне опалення. Така система передбачає можливість її вдосконалення різноманітними модулями для реалізації обігріву, охолодження, фільтрації повітря тощо.

Залежно від особливостей будівлі, в якому монтується промисловий кондиціонер, система буває припливною, витяжною або припливно- витяжною. До її складу можуть входити наступні елементи: вентилятори; фільтри; нагрівачі та охолоджувачі; рекуператори; зволожувачі; камера змішання; краплєвловлювачі; клапани; датчики і керуючі механізми.

Таким чином, ціна промислового кондиціонера буде залежати від того, який розмір модульної системи і які елементи входять до складу.

В якості теплоносія в нагрівальних та охолоджувальних елементах в них застосовується фреон або вода. За охолоджувачами в обов'язковому порядку монтуються краплєвловлювачі, оскільки при зниженні температури повітря виділяється конденсат.

Також система може включати в себе рекуператори різних типів, що дозволяють повторно використовувати тепло відпрацьованого повітря, що відводиться з приміщень. Для управління режимами роботи системи використовуються клапани, які можуть перегороджувати струм повітря при необхідності. Мультизональні VRF-системи кондиціонування (Variable Refrigerant Flow).

VRF-системи – це системи центрального кондиціонування, у яких в якості теплоносія виступає фреон. Зовнішня частина системи - це один блок або каскад з декількох блоків, розташованих поруч. З зовнішньої частини системи фреон подається в загальну магістраль і далі розподіляється по внутрішнім блокам, число яких може обчислюватися сотнями, а в великих будівлях досягає і тисячі. Основне призначення VRF-систем - кондиціонування великих будівель, таких як офісні чи торговельні центри. У житлових будинках вони не використовуються через велику вартість систем і складності обліку її використання в кожній окремій квартирі.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

VRF-системи кондиціонування часто обирають в випадках, коли вимоги до фасаду будівлі не дозволяють монтувати велику кількість зовнішніх блоків, наприклад, якщо потрібно забезпечити кондиціонування в історичній споруді. Оскільки у VRF-системи зовнішній блок лише один, зовнішній вигляд фасаду зберігається. Ще одна перевага цього способу кондиціонування - простота обслуговування. Проводити ремонтні або профілактичні роботи набагато зручніше, якщо мова йде про один або декілька зовнішніх блоків, розташованих в одному місці, а не про десятки окремих кондиціонерів по всьому фасаду. Зовнішній блок кондиціонера VRF за своїм устроєм схожий на зовнішній блок звичайного кондиціонера. Його конструкція включає в себе конденсатор, компресор, розширювальний клапан і керуючу автоматику. Внутрішні блоки можуть працювати як на охолодження приміщень, так і на їх нагрівання. Вони можуть відрізнятися за розмірами і способам монтажу, що дозволяє обирати кращі варіанти з урахуванням особливостей інтер'єру.

Для транспортування фреону в VRF кондиціонері використовуються трубопроводи з міді, оскільки цей метал стійкий до хімічних впливів. Ще одна відмінність від звичайних систем кондиціонування –потужний компресор, завдяки якому холодоагент може перекачуватися по трубопроводах довжиною в кілька сотень метрів. Таким чином, стає можливим розміщувати внутрішні блоки, підключені до загального центру, в різних частинах будівлі.

В якості теплоносія можуть виступати різні види фреону, причому в сучасних VRF-системах найчастіше використовується фреон R32. На споживчі якості системи тип теплоносія не впливає: головна відмінність тих видів фреону, які використовуються зараз - екологічність. Негативний вплив на озоновий шар у них набагато нижче, ніж, наприклад, старих, вже знятих з виробництва.

Кондиціонери цього типу поділяються на дві групи в залежності від того, наскільки гнучко можна управляти їх функціонуванням. Це впливає і на ціну VRF-системи:

- у першому випадку режим роботи можна задати тільки для всієї системи в цілому: всі внутрішні блоки будуть працювати або на підігрів, або на їх охолодження приміщень. Цей варіант підходить, якщо потреби в регулюванні температури обумовлені сезонними змінами погоди.
- більш просунутий та дорожчий варіант - системи, в яких окремі внутрішні блоки можуть працювати незалежно. Таку конструкцію обирають, якщо вимоги до температури в різних приміщеннях можуть сильно різнитися.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

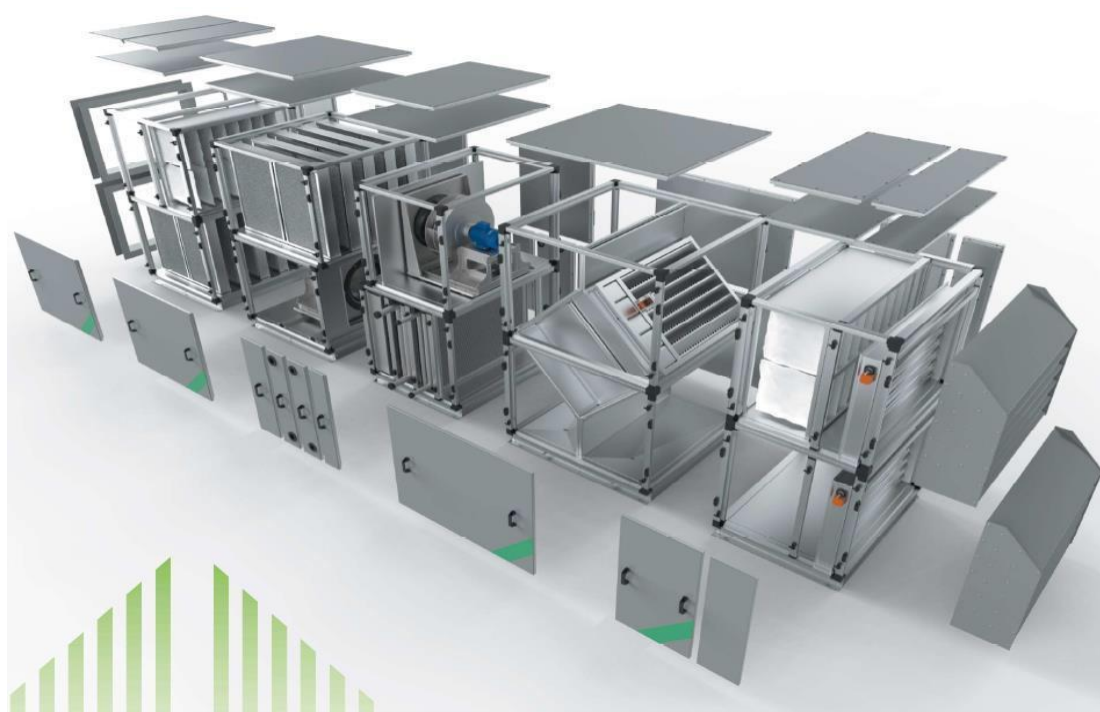
-У деяких випадках підходить більш дешеве рішення: змонтувати в будівлі дві VRF-системи, одну - для приміщень північного фасаду, а другу - для південного, щоб отримати можливість регулювати температуру в частинах будівлі, які по-різному прогріваються протягом доби.

Для монтажу VRF-системи необхідно розробити проект, що враховує особливості конкретної споруди. Її установка можлива тільки при будівництві будівлі або в ході ремонту, оскільки буде потрібно прокладка трубопроводу в усіх приміщеннях.

### **Конструкція, компонування та розрахунок центрального кондиціонера.**

Центральний кондиціонер складається із окремих типових секцій, герметично з'єднаних між собою. Корпус кондиціонера виконаний на базі каркасу з алюмінієвих профілів, до яких кріпляться постійні та знімні (для доступу до агрегатів) панелі. Панелі складаються із зовнішнього та внутрішнього оцинкованих листів, між якими встановлюється теплоізоляційний матеріал. З метою полегшення підходу до вузлів установки передбачені оглядові двері або знімні панелі з боку обслуговування. Розміри секцій уніфіковані і залежать, як правило, від витрати і швидкості повітря, що обробляється в кондиціонері.

Серед основних секцій, що використовуються при компонуванні центрального кондиціонера: вентиляторна секція, секції охолодження, нагріву, зволоження, фільтрації, шумоглушення тощо.



**Центральний кондиціонер**

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Секція охолодження.

Секція охолодження є водяним або фреоновим теплообмінником- повітроохолоджувачем, виготовленим з мідних трубок (від 4 до 8 рядів) з алюмінієвими ребрами. Як холодоагент (робоче середовище) може бути: охолоджена вода, суміш води і гліколю або фреон. Холодоагент, залежно від типу робочого середовища, може надходити від чиллера, градирні, артезіанської свердловини тощо. Колектори виконані із сталеві оцинкованої труби (або з антикорозійним покриттям). Колектори оснащуються додатковими патрубками для спуску холодоагенту та відведення повітря.

Патрубки колекторів виведені назовні секції. Охолоджувач повітря має кожух з оцинкованої сталі. Кожух може бути обладнаний спеціальними транспортними утримувачами, що полегшують демонтаж та транспортування.

В секцію охолодження встановлюється піддон для конденсатної води, зроблений з листової нержавіючої сталі і оснащений виведеним назовні зливним патрубком, до якого приєднується переливний сифон, так званий водяний затвор (постачається, як правило, разом з секцією охолодження). Водяні охолоджувачі повітря оснащуються протизаморожуючими термостатами.

За секцією охолодження в центральному кондиціонері встановлюються, як правило, сепаратори (каплевловлювачі). Швидкість повітря має бути в діапазоні від 2,5 до 5,0 м/с.

Втрати тиску при цьому повинні становити не більше 16 кПа.

### Секція нагріву.

У секції нагрівання повітря можуть використовуватися водяні, парові або електричні нагрівачі. Конструктивно повітронагрівачі виконані, як і охолоджувачі повітря, з мідних трубок з алюмінієвими ребрами. Колектори та патрубки діаметром до 25 мм виконуються з мідних трубок, а діаметром понад 32 мм – із сталевих трубок із антикорозійним покриттям. Колектори оснащуються додатковими патрубками з різьбленням, призначеними для спуску води та відведення повітря. Патрубки колекторів виведені назовні. Кінці патрубків подаючого та зворотного колектора також мають різьблення. Кожух теплообмінників має спеціальні транспортні тримачі, що полегшують демонтаж та транспортування.

Ребра трубок повітронагрівача вироблено пластинчастими ребрами з кроком від 1,6 до 4,0 мм. Електричні нагрівачі виконані у формі прямокутного паралелепіпеда з укріпленими в корпусі елементами, що гріють у вигляді спіралі. Нагрівач має термостат безпеки, що обмежує надмірне зростання температури всередині системи, а також відключення нагрівачів у разі припинення подачі повітря.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Секція зволоження.

Зволоження повітря у центральному кондиціонері здійснюється у секції зрошувального зволоження водою (форсуночної камери) або секції парового зволоження. Камера зрошення складається з корпусу, в який встановлені трубні гребінки, піддон та насос. У форсуночній камері відбувається адіабатичне зволоження повітря циркуляційною водою, яка надходить з піддону. Повітря входить у безпосередній контакт із поверхнею крапель води, що розпорошується за допомогою форсунок. Розпорошуючись, вода перетворюється на густий туман дрібних крапель, крізь який рухається повітря, поглинаючи водяні пари.

Піддон виконує функції резервуара запасної ємності води, що забезпечує плавну роботу насоса. Піддон оснащений водозливом із поплавковим клапаном для спуску оборотної води, а також водяним введенням для поповнення випареної води. Циркуляційний насос розміщений біля піддону на кронштейні. На всмоктувальному патрубку насоса розташований сітчастий фільтр. Конструкцію форсуночної камери доповнюють два сепаратори- каплеуловлювачі, що запобігають винесення крапель води до наступних секцій центрального кондиціонера. Один працює на виході із секції як сепаратор, інший є напрямним для вирівнювання потоку повітря на вході. Сепаратори виготовлені з пластмасових профілів і мають конструкцію, що несе, з нержавіючої сталі. Внаслідок винесення води з повітрям у процесі зволоження необхідно заповнювати втрати води.

Підживлення водою регулюється за допомогою поплавця, який розміщений на живильному патрубку, а циркуляційна випускається ручним кульовим клапаном, розміщеним на стороні нагнітальної насоса.

### Секція фільтрації.

При необхідності забезпечення фільтрації підвищеної якості компонування центрального кондиціонера можуть бути включені дві секції: первинної і вторинної фільтрації.

Фільтри розміщуються в тих частинах кондиціонера, через які проходить все повітря, що обробляється, і так, щоб захистити від пилу можливо більше число секцій кондиціонера. Фільтри закріплюються в установці за допомогою напрямних, які дозволяють легко демонтувати.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



10 – триходовий вентиль; 11 – насос холодильної машини; 12 – трубопровід теплої води.

Зовнішнє повітря всмоктується припливним вентилятором і проходить через все обладнання, яке розташоване на його шляху. У фільтрі повітря очищується від пилу, а у повітронагрівачі першого підігріву – здійснюється його нагрівання у холодний період року. Для охолодження та осушки повітря у теплий період року використовується зрошувальна камера. У холодний період року в ній здійснюється зволоження повітря. В теплий період року при охолодженні та осушці повітря вода частково подається з холодильної станції, а частково забирається з ємності зрошувальної води через сітчастий фільтр. Суміш води насосом подається на розпил до форсунок. Надлишок отепленої води повертається до холодильної станції.

Якщо один кондиціонер обслуговує декілька приміщень, або декілька зон одного і того ж приміщення, де потрібно підтримувати різну температуру повітря, то замість повітронагрівача другого підігріву у кожному приміщенні встановлюються так звані зональні повітронагрівачі. За розрахункову прийнята прямоструминна схема з адіабатним зволоженням повітря в теплий період року. Ця схема має широке застосування, наприклад, на підприємствах текстильної промисловості, де має місце суттєве надходження теплоти та незначна кількість вологи. Також схему можна використати і для громадських будівель у районах з сухим і жарким кліматом.

*Вихідні дані до розрахунків:*

- ❖ потік теплоти, що надходить до приміщення,  $\sum Q_{\text{пр}} = 160$ , кВт;
- ❖ потік вологи, що надходить до приміщення,  $\sum W_{\text{пр}}$ , кг/с;
- ❖ граничне значення відносної вологості повітря у приміщенні  $\varphi_{\text{п}} \leq 70\%$ .

*Параметри для визначення:*

параметри повітря у вузлових точках схеми (З, О, П, В): З – зовнішнє; О – оброблене в зрошувальній камері; П – припливне; В – що видаляється з приміщення (внутрішнє).

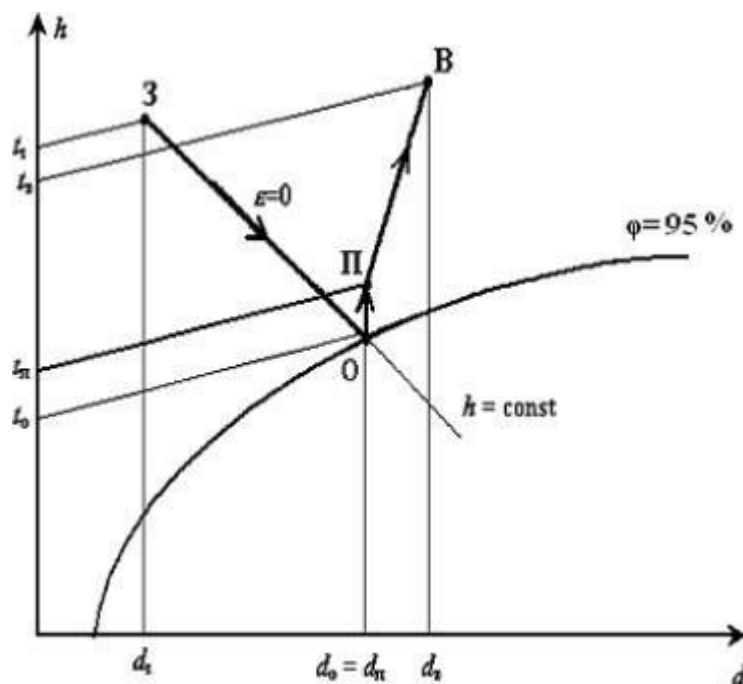
- ❖ необхідний повітрообмін для приміщення  $L_0$ , кг/с;
- ❖ масова витрата вологи, яка сприймається повітрям у зрошувальній камері

$W_{\text{вод}}$ , кг/с.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахунок повітрообміну в приміщенні та режимних параметрів для схеми літнього кондиціювання повітря.

1. Визначаємо температуру  $t_3$  і відносну вологість  $\phi_3$  зовнішнього повітря. За цими характеристиками в  $h-d$  діаграмі зображається точка 3 (рис. 4), в якій додатково визначається ентальпія  $h_3$ , кДж/кг, і вологовміст  $d_3$ , г/кг<sub>с.п.</sub>, зовнішнього повітря.



### Зображення процесів зміни стану повітря при адиабатному зволоженні у $h-d$ діаграмі (прямокутний варіант)

2. В зрошувальній камері процес зміни стану повітря характеризується лінією 3O ( $\epsilon = 0$ ) і закінчується перетином цього променя процесу з лінією відносної вологості  $\phi = 95\%$ , при цьому температура  $t_o$  є мінімально можливою температурою, яку можливо досягти при адиабатному зволоженні повітря. В отриманій точці O визначається вологовміст  $d_o$ , ентальпія  $h_o$  та температура  $t_o$  повітря, обробленого в зрошувальній камері.

3. При транспортуванні від припливного вентилятора до приміщення повітря нагрівається на 1-1,5 °C за рахунок тертя у вентиляторі та внаслідок того, що температура у приміщенні вища за температуру обробленого повітря в зрошувальній камері. Процес нагрівання повітря відбувається при  $d_o = \text{const}$ . Таким чином, отримавши температуру припливного повітря  $t_{\pi} = t_o + (1-1,5)$ , °C за рахунок тертя у вентиляторі та внаслідок того, що температура у приміщенні в точці перетину ізотерми  $t_{\pi}$  з вологовмістом припливного повітря ( $d_{\pi} = d_o$ ) отримуємо точку Π та характеристики повітря в ній (додатково до

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

обчислених величин  $t_n$  та  $d_n$  визначаємо ентальпію припливного повітря  $h_n$ ).

4.Визначаємо температуру внутрішнього повітря:

$$t_e = t_n + 3, \text{ }^\circ\text{C}.$$

5.Обчислюємо кутовий коефіцієнт променю процесу, який характеризує зміну стану припливного повітря у приміщенні, що проводиться через точку П, кДж/кг вологи

$$\varepsilon_{np} = \sum Q_{пр} / \sum W_{пр}.$$

6.Перетин кутового коефіцієнта променю процесу  $\varepsilon_{np}$  з ізотермою температури внутрішнього повітря  $t_e$  дає точку В, що характеризує стан внутрішнього повітря. В точці В додатково визначаються вологовміст  $d_b$ , ентальпія  $h_b$  та відносна вологість  $\phi_b$  внутрішнього повітря. Якщо отримана величина  $\phi_b \leq 70 \%$ , то побудову процесів можна вважати закінченою, після чого визначається необхідна масова витрата вентиляційного повітря для приміщення, кг/с:

$$L_o = \sum Q_{пр} / (h_b - h_n).$$

7.Визначаємо масову витрату вологи, яка сприймається повітрям у зрошувальній камері, кг/с

$$W_{вол} = d_0 - d_3 / L^0_{1000}$$

Величина  $W_{вол}$  необхідна для визначення витрати водопровідної води на підживлення ємності. Результати зведено до таблиці :

**Таблиця .Параметри повітря.**

	<b>З</b>	<b>О</b>	<b>П</b>	<b>В</b>
Температура, $^\circ\text{C}$	28	21	26	33
Відносна вологість, %	50	95	70	50
Вологовміст, г/кг	12	15	15	16
Ентальпія, кДж/кг	59	60	64	72

**Розрахунок повітрообміну в приміщенні та режимних параметрів для схеми літнього кондиціонування повітря.**

Витрату припливного повітря  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ , для системи кондиціонування визначають за розрахунком та вибирають більшу із витрат, яка необхідна для забезпечення санітарно-гігієнічних норм та норм вибухопожежної безпеки.

Витрату повітря визначають окремо для теплого і холодного періодів року та перехідних

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умов, беручи більшу із значень, отриманих за наведеними нижче формулами.

$$L_1 = L_{м.в.} + \frac{Q - c_n L_{м.в.} (h_n - h_o)}{c (h_e - h_o)}$$

де  $L_{м.в.}$  – витрата повітря, що видаляється місцевими системами вентиляції із зони обслуговування або робочої зони приміщення, та на технологічні потреби, 20 000 м<sup>3</sup>/год;

$Q$  – явний тепловий потік у приміщенні, Вт;

$c_n$  – теплоємність повітря 1,006 кДж/(кг·К);

$h_o$  – температура повітря, що видаляється місцевими системами вентиляції із зони обслуговування або робочої зони приміщення, та на технологічні потреби, кДж/(кг·К);

$h_e$  – ентальпія повітря, що видаляється із приміщення за межами зони обслуговування або робочої зони, кДж/(кг·К);

$h_n$  – ентальпія припливного повітря, що подається до приміщення, кДж/(кг·К).

Витрату повітря за масою шкідливих або вибухонебезпечних речовин, що виділяються, визначають за формулою:

$$L_2 = L_{м.в.} + \frac{W - c_n L_{м.в.} (d_n - d_o)}{c (d_e - d_o)}$$

де  $W$  – сумарні надходження вологи до приміщення, 5000 г/год;

$d_o, d_n, d_e$  - відповідно вологовміст повітря в робочій зоні приміщення, повітря, що подається і повітря, що видаляється поза робочою зоною, г/кг.

$$L_1 = 20000 + \frac{160000 - 1,006 \times 20000(64 - 60)}{1,006 \times (72 - 60)} = 26\,587 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$L_2 = 20000 + \frac{5000 - 1,006 \times 20000(15 - 15)}{1,006 \times (16 - 15)} = 4\,970 \text{ м}^3/\text{год}$$

За корисну продуктивність кондиціонера  $L_{кп}$  приймається найбільша з величин  $L_{м.в.}, L_1, L_2$

$$L_{кп} = L_1 = 26\,587 \text{ м}^3/\text{год}$$

При транспортуванні повітря, через нещільність у повітроводах, можливі витоки, мають поповнюватися за рахунок збільшення продуктивності кондиціонера.

З урахуванням втрат на витоку та створення підпору в приміщенні, повна продуктивність кондиціонера  $L_{tot}$ :

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вибір кондиціонера.

ПрАТ «Інтеркондиціонер» (м. Харків) виготовляє центральні кондиціонери типу КТЦ– 3м: 10; 20; 31,5; 40; 63; 80; 125; 160; 200; 250

(цифрами наведена номінальна повітропродуктивність  $V_{ном}$ , в тис. м<sup>3</sup>/год) [9].

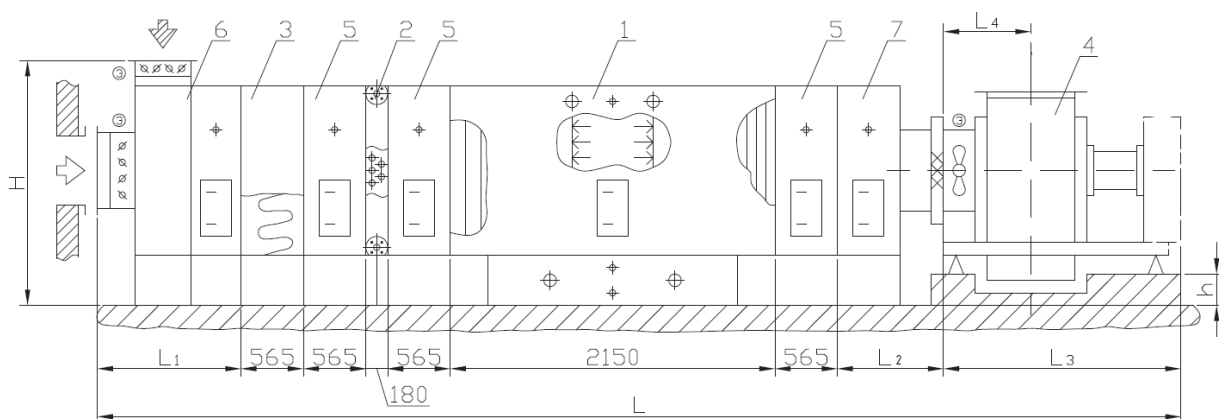
Кондиціонери складаються з наборів окремого повітрообробного обладнання, кількість та виконання якого визначається для кожної системи кондиціонування повітря, тобто для кожного об'єкту.

За  $L_{tot}$  визначається типорозмір кондиціонера. Вибираємо найближчий центральний кондиціонер. Вибираємо кондиціонер КТЦ-80.

На рис. та табл. наведені типова схема кондиціонера КТЦ – 80 номінальною повітропродуктивністю 80 тис. м<sup>3</sup>/год зі зрошувальною камерою та габаритні розміри центрального кондиціонера.

**Таблиця. Габаритні розміри центрального кондиціонера.**

Тип кондиціонера	L, мм	L <sub>1</sub> , мм	L <sub>2</sub> , мм	L <sub>3</sub> , мм	L <sub>4</sub> , мм	H, мм	h, мм
КТЦ-80	10305	2005	810	2900	950	3345	255



**Типова схема кондиціонера КТЦ-80.**

Умовні позначення: 1 – камера зрошення; 2 – повітронагрівач; 3 – фільтр повітряний; 4 – вентиляторний агрегат; 5 – камери обслуговування; 6 - блок приймальний; 7 – блок приєднувальний.

					Атестаційна випускна робота	Арк. 81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Розділ 11. Технологія і організація монтажних робіт.**

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

## 1. Монтаж систем вентиляції і аспірації

### 1.1 Загальні положення

Монтаж вентиляційних систем виконують у такій послідовності:

- установлення вентиляційного обладнання, до якого повітропроводи приєднують безпосередньо (вентилятори, кондиціонери, циклони, відсмоктувачі, зонти над обладнанням, припливні насадки тощо);
- збирання і монтаж прямих ланок та фасонних частин повітропроводів укрупненими блоками;
- монтаж переходів, шиберів і засувок, кожухів, зонтів над викидними патрубками, гнучких вставок;
- установлення вентиляційного обладнання, до якого повітропроводи безпосередньо не приєднують (фільтри, калорифери, дефлектори, покрівельні вентилятори). Перед монтажем відцентрових вентиляторів повинні бути встановлені віброізолюючі підставки.

Монтаж припливних камер полягає в послідовному приєднанні й установленні типових секцій і камер на підставки чи на готові фундаменти

Монтаж повітропроводів починають, як правило, від вентилятора. Укрупнені блоки довжиною 6...13 м збирають на підлозі на місці монтажу з окремих ланок повітропроводів, вузлів і деталей, виготовлених і укомплектованих на заготівельному заводі.

Піднімання блоків на проектну відмітку здійснюють за допомогою ручних лебідок чи інших підйомних пристроїв. Після перевірки змонтованого блоку встановлюють постійне кріплення повітропроводів.

Монтаж вентиляційного обладнання, до якого повітропроводи безпосередньо не приєднуються, можна виконувати одночасно з монтажем інших елементів і вузлів системи вентиляції.

Методи організації будівельно-монтажних робіт :

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1) послідовний;
- 2) паралельний;
- 3) послідовно-паралельний;
- 4) потоковий.

### **Послідовний метод**

Кожний комплекс робіт виконується послідовно виконується один за одним.

*Перевага* – рівномірність завантаження робітників та споживання матеріально-технічних ресурсів.

*Недоліки* – велика тривалість будівництва:  $T = t_{ц} * m$ , дні,

де  $m$  – кількість захваток, які характеризуються однаковими за обсягами трудозатратами на виконання робіт, шт;

$t_{ц}$  – тривалість виконання робіт на захватці, дні.

### **.Паралельний метод**

Кожний комплекс будівельно-монтажних робіт (БМР) виконується одночасно.

*Перевага* – короткий термін будівництва:  $T = t_{ц}$ , дні.

*Недоліки* – максимальна інтенсивність використання матеріально-технічних ресурсів та висока чисельність робітників:

$n = n_p * m$ , люд,

де  $n_p$  – кількість робітників, що працюють на захватці, люд.

### **Послідовно-паралельний**

Цей метод поєднує послідовний і паралельний методи.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

У цьому випадку деякі окремі роботи виконуються паралельно (одночасно), а основна частина робіт (за технологічною необхідністю) послідовно.

### **Потоковий метод**

Тут, послідовне виконання однорідних технологічних процесів на різних об'єктах (захватках) і паралельне виконання різнорідних процесів на окремих об'єктах (захватках).

Інтенсивність споживання ресурсів рівномірна на одному об'єкті (захватці).

Інтенсивність споживання ресурсів – відношення обсягу робіт до планової тривалості їх виконання.

Термін будівництва сукупності захваток більший ніж при паралельному методі, але меншим ніж при послідовному методі.

Для монтажу систем вентиляції та аспірації обираємо послідовно-паралельний метод організації БМР.

**Календарний план (графік)** – це один із основних документів організації будівельно-монтажного виробництва, у якому встановлюють технологічну послідовність виконання робіт, їх взаємне ув'язування виконання в часі і просторі, терміни виконання різних робіт та потребу в трудових, технічних, матеріальних і фінансових ресурсах.

**Сіткове планування** – це графічне зображення процесів (робіт), виконання яких необхідне для досягання однієї або декількох поставлених задач, із вказуванням взаємозв'язків та взаємозалежностей між цими процесами.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

## **1.2 Календарне планування монтажу вентиляції і аспірації**

**Терміни будівництва** встановлені директивно за згодою сторін замовника і виконаця.

**Календарний план будівництва вентиляції і аспірації** складається з двох частин:

- 1) розрахункової – шифр робіт, перелік робіт, обсяг робіт, нормативний документ, норми часу на одиницю виміру, трудозатрати, число змін, кваліфікаційний склад бригади чи ланки, чисельність робітників в зміну, планова тривалість робіт, відсоток виконання норми;
- 2) графічної: лінійний, сітковий графіки і графік зміни чисельності робітників.

### **Порядок розробки календарного плану:**

- 1) Визначаємо номенклатуру (перелік) робіт із встановленням їх технологічної послідовності;
- 2) Розраховуємо обсяги робіт;
- 3) Визначаємо методи виробництва кожного виду робіт і підбираємо механізми;
- 4) Розраховуємо трудомісткість і машиномісткість робіт;
- 5) Встановлюємо змінність робіт;
- 6) Визначаємо тривалість робіт кожного виду;
- 7) Розраховуємо склад бригад і ланок;
- 8) Розробляємо графічну частину плану;
- 9) Коригуємо календарний графік за термінами виконання будівництва.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік робіт складають в технологічній послідовності їх виконання.

Обсяги робіт.

Беремо з вихідних даних і визначаємо за ДБН 2.2-20-99 норми часу для певних робіт

Трудомісткість і машиномісткість розраховуємо за нормативними витратами часу.

Число змін вибираємо залежно від виду та методу виконуваних робіт.

Виконання монтажу внутрішніх систем приймаємо одну зміну.

Чисельність робітничих кадрів та кількість будівельних машин чи механізмів приймаємо за такими умовами:

а) обсягу робіт;

б) наявного фронту робіт;

в) наявності робітників і будівельних машин, механізмів, оснащення;

г) вимог до техніки безпеки.

Професійний склад ланки (бригади) приймаємо з урахуванням нормативних документів:

за середнім розрядом, наведеним в ресурсних елементних нормах, відомчих та інших вимог.

Тривалість робіт визначаємо за трудозатратами виконуваних робіт.

Прийняття планової тривалості виконання робіт та відповідне виконання норми здійснюється: з урахуванням можливого росту продуктивності праці, тобто планового рівня перевиконання норм, зниження продуктивності праці робітників залежно від прийнятої змінності виконання робіт, з урахуванням впливу місцевих умов, метеорологічних особливостей будівництва та ін.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Побудова графіків лінійного виконання робіт та зміни чисельності робітничих кадрів.

#### Лінійний графік виконання робіт.

Графік робіт є лінійним зображенням технологічного процесу.

Кожній роботі відповідає лінія, довжина якої рівна тривалості виконання даного процесу. Під лініями вказуємо тривалість роботи і кількість робітників, залучених до виконання робіт. Початок та завершення кожного виду робіт на графіку приймаємо за технологічною послідовністю процесу виконання робіт, їх тривалістю, а також з урахуванням методів організації монтажних робіт.

На підставі лінійного графіка календарного плану складаємо графік зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті і розраховуємо коефіцієнт нерівномірності зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті (за графіком) – відношення максимального числа робітників  $n_{\text{макс}}$  до середньої кількості робітників  $n_{\text{сер}}$  за весь період будівництва. Середню кількість робітників розраховуємо за відношенням сумарних витрат праці на загальну тривалість будівництва. Рекомендована величина коефіцієнту рівномірності зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті: 1,1...1,5.

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

$$K_p = n_p \text{ макс} / n_p \text{ сер} = 1,58 ,$$

$$\text{де } n_p \text{ макс} = 27 \text{ роб.},$$

$$n_p \text{ сер} = (n_1 * t_1 + n_2 * t_2 + \dots + n_i * t_i) / T_{\text{буд}} = 19,00 \text{ роб.}$$

#### 1.4. Сіткове планування монтажу систем вентиляції і аспірації.

За лінійним графіком з урахуванням технологічної послідовності виконання робіт та послідовно-паралельного методу монтажу розробляємо сітковий графік.

Встановлюємо критичний шлях на графіку, на якому розміщуємо виконання робіт за технологічною послідовністю, які мають виконуватися першочергово порівняно з іншими роботами.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, сумарна тривалість виконання всіх робіт на критичному шляху не повинна перевищувати задану тривалість будівництва (Ткр).

Роботи показуємо у вигляді ліній (прямих або ломаних) із стрілками у напрямку послідовності технологічних процесів.

- 1) суцільними – реальні роботи і роботи-очікування;
- 2) пунктирними - фіктивні роботи;
- 3) жирними або подвійними – критичні роботи.

Встановлюємо події на сітковому графіку, починаючи з вихідної події і закінчуючи завершальною (цільовою) подією.

### **1.5. Побудова графіка сіткового «в масштабі часу» виконання монтажних робіт.**

Графік будуємо на масштабній сітці з календарною лінійкою, на якій вказуємо календарні дати робочих днів за місяцями будівництва та робочі дні. На одну з горизонтальних ліній наносимо роботи, що лежать на критичному шляху. Далі зображуємо фіктивні (залежності) роботи, для яких відсутні витрати часу і ресурсів.

Всі інші роботи розміщуємо за параметрами ранніх початків робіт за можливості на лініях, паралельних критичному шляху або нахилених без перетинання між собою. Критичний шлях виділяється жирною або подвійною лінією. Фактичні роботи показують суцільними звичайної товщини лініями, а резерви вільного часу - тоншими суцільними лініями. Фіктивні (залежності) роботи зображають пунктирними лініями.

За сітковим графіком «в масштабі часу» проводимо розрахунок в табличній формі для визначення ранніх і пізніх термінів початку і закінчення робіт.

## **2. Монтаж системи тепlopостачання виробничих будівель**

### **2.1. Загальні положення.**

Під час монтажу систем центрального опалення виконуються такі основні роботи: комплектування та рознесення матеріалів і виробів до місць монтажу; розмічування місць прокладання трубопроводів; установлення опор і кронштейнів під подавальні і зворотні магістральні трубопроводи; прокладання магістральних трубопроводів, засувок, повітрозбірників; монтаж реєстрів; монтаж підводок до опалювальних приладів; монтаж

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування теплових пунктів (колекторів, водопідігрівачів, циркуляційних насосів), гідравлічні випробування систем опалення. У даному розділі розрахунки і побудови графіків проводимо для послідовного і потокового методів.

Потоковий метод будівництва – це метод ритмічної планової організації виконання БМР, оснований на рівномірному і постійному завантаженні робітників, використанні матеріально-технічних ресурсів та випуску готової будівельної продукції. Потоковий метод будівництва передбачає таку організацію будівельно-монтажного потоку виконання робіт:

- 1) кожний сукупний виробничий процес поділяють на складові процеси;
- 2) встановлюють для виконання окремих складових процесів окремих виконавців (бригади, ланки);
- 3) поділяють увесь фронт робіт по будівництву на захватки (ділянки) і визначають тривалість виконання на цих складових процесів;
- 4) призначають черговість виконання робіт окремими виконавцями на захватках з ув'язкою термінів між собою та забезпеченням безперервності використання ресурсів.

Захватка – частина об'єкта з комплексами однакових будівельно-монтажних робіт, що повторюються, в межах якого здійснюється та пов'язується робота окремих виконавців.

Розбивка об'єкта на захватки - здійснюється з урахуванням таких умов:

- 1) Забезпечення просторової стійкості частини будівлі за конструктивними рішеннями (приклад, секція, прогін, частина будівлі між температурними швами тощо);
- 2) Забезпечення тривалого і рівномірного завантаження виконавців при роботі їх на захватці;
- 3) Забезпечення фронту для виконання будівельно-монтажного потоку, в т.ч. створення безпечних умов для роботи механізмів.

Обсяг захватки встановлюють за тривалістю будівництва, наявністю робітників, планувальними і об'ємно-конструктивними рішеннями об'єктів, що будується.

## **2.2. Календарне планування монтажу системи тепlopостачання.**

Розробляємо два календарні плани для послідовного и потокового методів будівництва. При розробці послідовного метода кількість робітників є сталою для кожної захватки.

## **2.3. Побудова графіків: лінійного та зміни чисельності робітничих кадрів за послідовним і потоковим методами монтажу системи.**

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При послідовному методі передбачаємо виконання монтажних робіт на кожній наступній захватці після завершення цих робіт на попередній.

При потоковому методі додатково розраховуємо графічне зображення графік циклограма для виконання робіт. На лінійному графіку виконання роботи кожної бригади на захватках зображаємо на календарній шкалі горизонтальними відрізками, зміщеними відносно один одного.

Графік-циклограму будуємо на календарній шкалі лінійного графіка, на якій нахиленими лініями зображаємо виконання робіт на будівельному потоці кожною бригадою.

### **3.Будівництво теплових мереж потоковим методом**

#### **3.1.Загальні положення.**

Орієнтовний перелік робіт при прокладанні теплових мереж включає:

##### **I.Земляні роботи:**

- розробка траншеї екскаватором (у відвал, з навантаженням на автосамоскид);
- планування дна та схилів траншеї вручну;
- закріплення стінок траншеї інвентарними щитами (з необхідності);
- встановлення огорожі траншеї;
- обладнання траншеї перехідними містками;

##### **II. Монтаж нижніх елементів залізобетонних конструкцій (ЗБК) теплових камер і каналів та нерухомих опор:**

- укладання лотків непрохідних каналів;
- будівництво теплофікаційних камер із збірних ЗБК;
- монтаж щитових нерухомих опор із ЗБК;

##### **III. Монтаж трубопроводів, компенсаторів, арматури:**

- укладання трубопроводів у непрохідних каналах;
- монтаж сальникових компенсаторів;
- монтаж засувок, дренажного обладнання і арматури;
- Монтаж П-подібних компенсаторів;

##### **IV. Теплова ізоляція трубопроводу**

- Ізоляція труб штучним або обгорточними теплоізоляційними виробами;
- Обгортання поверхні ізоляції шаром рулонного матеріалу;

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V. Монтаж верхніх елементів лотків непрохідних каналів та теплових камер

VI. Земляні роботи:

- присипання траншеї вручну;
- демонтаж огорожі та перехідних містків;
- засипання траншеї бульдозером;
- планування бульдозером чорнозему.

### **3.2.Календарне планування будівництва теплових мереж.**

Розробляємо календарний план для потокового методу будівництва.

Будуємо лінійний графік и і графік циклограму.

Також розробляємо графік потреби машин і механізмів.

### **3.3.Побудова графіків: лінійного, потреби машин і механізмів, та циклограми виконання монтажних робіт.**

На лінійному графіку виконання роботи кожної бригади на захватках зображаємо на календарній шкалі горизонтальними відрізками, зміщеними відносно один одного, які відповідають тривалості виконання з урахуванням організації потокового методу монтажу.

Графік-циклограму будуємо на календарній шкалі лінійного графіка, на якій нахиленими лініями зображаємо виконання робіт на будівельному потоці кожною бригадою.

З урахуванням лінійного графіка виконаних робіт за допомогою машин і механізмів, визначаємо їх потребу за комплексами робіт і будуємо графік потреби машин і механізмів і будуємо на календарній шкалі у вигляді горизонтальних відрізків.

## **4. Монтажне проєктування креслення двотрубною горизонтальною системою водяного опалення**

### **4.1. Загальні положення**

*Монтаж системи опалення житлового будинку виконують у такій послідовності:*

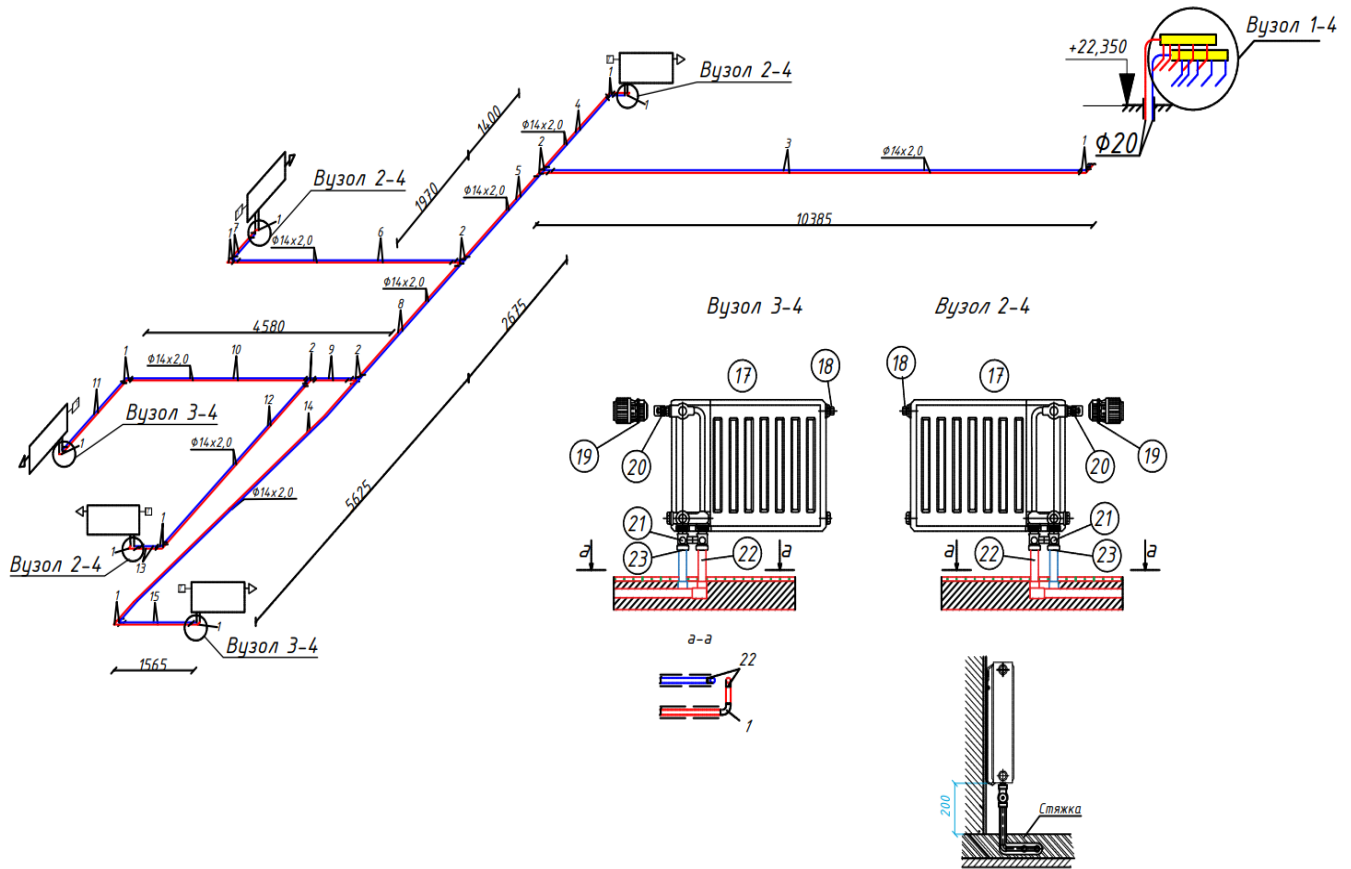
- 1) Розмітка траси прокладання трубопроводів, місць установки кронштейнів чи підставок для монтажу опалювальних приладів, шафових конструкцій для поверхових розподільників;
- 2) Монтаж кріплень для труб, опалювальних приладів та шафових конструкцій;
- 3) Установка радіаторних блоків (або радіаторів), вузлів поверхових розподільників;
- 4) Монтаж вертикальних розподільних трубопроводів з підключенням вузлів поверхових розподільників;

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 5) Монтаж приладових віток: а) у випадку прокладання в товщі підлоги - по підготовці підлоги в захисному кожусі («труба в гофрованій трубі - peszel») або ізоляції, наприклад, з гофрованого поліетилену; б) зовнішнє прокладання трубопроводів виконують із застосуванням рухомим і нерухомих опор та кріплень для арматури;
- 6) Приєднання трубопроводів приладових віток до підводок опалювальних приладів, перевірка стану рухомих і нерухомих опор при зовнішньому прокладанні;
- 7) Проведення гідравлічних випробувань окремих частин системи на щільність тиском більшим за робочий в 1,5 рази, але не вище допустимого для окремих елементів відповідно до затвердженої керівником організації виконавця програми випробувань;
- 8) Заливка бетонним розчином з пластифікатором класу ZE-20 на приблизно 50 мм над поверхнею труб (труби під час заливки повинні бути під гідравлічним тиском не менше 3 атм, рекомендується до 6 атм);
- 9) Проведення кінцевих гідравлічних випробувань системи в цілому тиском більшим за робочий в 1,5 рази, але не вище допустимого для окремих елементів після затвердіння бетону підлоги (тобто, більше 21-28 днів);

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2. Монтажна схема приладової вітки.




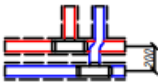


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Атестаційна випускна робота

Арк.

94

### 4.3. Комплектувальна відомість на вузли та деталі

№ за схемою	Найменування вузла, деталі	Ескіз деталі	К-ть	Діаметр деталі, $d_y$ , мм	Довжина		Матеріал	Примітки		
					$l_n$ , м	$l_{заг}$ , м				
1	2	3	4	5	7	6	8	9		
1-4	Вузол поверхового розподільника	-	1	-	-	-	-	-		
2-4	Трубний радіаторний вузол, праве підкл.	-	3	-	-	-	-	-		
3-4	Трубний радіаторний вузол, ліве підкл.	-	1	-	-	-	-	-		
1	Куттик під кутом 90°		11	14*2	-	-	-	Herz p711411		
2	Приєднувальний вузол без змішування потоків		4	14*2	-	-	-	Herz p721400		
3	Труба металопластикова		2	14*2	10,2	10,4	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
4			2		2,3	2,55	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
5			2		2,1	2,25	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
6			2		4,33	4,5	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
7			2		0,8	0,9	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
8			2		2,8	2,83	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
9			2		0,9	0,9	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
10			2		3,4	3,6	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
11			2		1,7	1,8	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
12			2		4,6	4,9	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
13			2		0,7	0,7	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
14			2		5,6	5,7	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
15			2		1,6	1,6	Металопластик	PE-RT/AL/PE-HD 650		
16			Гофра для труб опалення			1.0	Для труби $\Phi 14$	84,5	1900С	Розрізається на місці монтажу








Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Атестаційна випускна робота

Арк.

95

#### 4.4.Комплектувальна відомість на типові вироби.

№ Вузла	Назва виробу, деталі	Ескіз деталі	Один. вимір у	К-ть	Код арт.	Примітки
17	Радіатор		шт	5		Kermi FTV22-1000
18	Кран Маєвського		шт	5	С.т.ф. 222 автомат 1/2"	Повітроспускник
19	Термостатичний елемент		шт	5	013G2991	Danfoss
20	Клапан		шт	5	013G2991	Danfoss
21	Вузол нижнього підключення		шт	5	003L0281	Danfoss
22	Г-подібні трубки		шт	10	240931001	Rehau
23	Нижнє підключення-прес		шт	10	VTc.712E	VALTEK

#### Специфікація на основні матеріали.

N п/п	Найменування	Один. виміру	Кількість	Маса, кг		Примітка
				одиниці (1 п.м.)	загальна	
1	2	3	4	5	6	7
1	Труба металопластиковіа 14x2	м	84,5	0,079	6,675	PE-RT/AL/PE-HD 650
2	Гофра для труб опалення 14	м	84,5	0,047	3,971	KAN-Therm 1900C

**Розділ 12. Охорона праці та навколишнього середовища.**

.

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						97
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**Аналіз потенційних , небезпечних та шкідливих факторів 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

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

1	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,
2	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
3	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
4	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
5	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
6	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
7	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22°С f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99 НПАОП 0.00-1.11-98
8	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	ДСТУ Б.В.2.5-38-2008
9	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

## 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.

### Міри профілактики потенційно-небезпечних і шкідливих факторів.

У процесі організації будівельного майданчика проект передбачає, щоб будівельний майданчик був обнесений захисно-охоронною 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..

### 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, необхідно дотримуватися інструкцій заводу-виробника та правил безпечної експлуатації.

### 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, підмостки 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 монтуючих конструкціях. Зварювальні роботи використовують монтажні каркаси під час монтажу конструкцій. На підмостях встановлено огороження висотою 0,9 метра. У процесі покрівлі необхідно

					Атестаційна випускна робота	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

створити огороження висотою 1,5 м, щоб працівники могли використовувати запобіжні запаси та індивідуальні засоби захисту.

### **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.

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.

### **Заходи профілактики й 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 напружованих 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 прокладанні 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 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.

					Атестаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

## 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 перевіряти наявність природного видалення шкідливих речовин і асиміляцію їх до газових кислот (ГДК).

## 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.

- 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 малошумні 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.

## 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.

## Атмосферна електрика.

					Атестаційна робота	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	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).

#### **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 протиібухові 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 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 °С у приміщенні та 400 °С 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.

					Атестаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

### 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.

використовують повсякденні 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.

					Атестаційна робота	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	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. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. – Киев. : Будівельник, 1983. – 256 с.
8. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания / О.Д. Волков. – Х.Вища школа,1989. – 240с.
9. ДСТУ ГОСТ 5762:2004 Арматура трубопровідна промислова.
10. ДБН В.2.5-39:2008 "Теплові мережі".
11. ДБН А.3.2-2:2009 (НПАОП 45.2-7.02- 2012).
12. Степанов М.В., Росковшенко Ю.К., Зінич П.Л. та ін. Теплогазопостачання і вентиляція: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2004. – 204 с.
13. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.

					Атестаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105