

**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 і вентиляція деревообробного цеху в м. Дніпро**

**Сафронової Яни Русланівни**

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

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

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

на тему:

**Опалення і вентиляція деревообробного цеху в м. Дніпро**

Виконала студентка групи ТВ–20

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

ОПП: теплогазопостачання і вентиляція

Сафронова Яна Русланівна  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник: Корбут В.П.  
(прізвище та ініціали)

професор, д.т.н.

Шишина М.О.  
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем і екології

Кафедра: Теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр за ОПП»

Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: Теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

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

\_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_ від „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

2. Керівник роботи

\_\_\_\_\_

Корбут В.П., д.т.н., проф., Шишина М.О.

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту 24.06.2024 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. \_\_\_\_\_

Розділ 2. \_\_\_\_\_

Розділ 3. \_\_\_\_\_

Розділ 4. \_\_\_\_\_

Розділ 5. \_\_\_\_\_

Розділ 6. \_\_\_\_\_

## 5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 1. \_\_\_\_\_

Розділ 2. \_\_\_\_\_

Розділ 3. \_\_\_\_\_

Розділ 4. \_\_\_\_\_

Розділ 5. \_\_\_\_\_

Розділ 6. \_\_\_\_\_

## 6. Календарний план виконання роботи:

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

## 7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 4.			
Розділ 5.			

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст	
Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1	
ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУВАННЯ	
1.1 Геграфічні характеристики міста розташування будівлі: .....	10
1.2 Об'ємно планувальні характеристики будівлі.....	10
1.3 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	11
1.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря:.....	12
РОЗДІЛ 2	
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ	
2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій .....	15
2.2. Розрахунок тепловтрат .....	24
2.3. Проектні тепловтрати опалювального приміщення.....	24
2.3.1. Трансмісійні тепловтрати.....	24
2.3.2 Вентиляційні тепловтрати .....	27
2.4. Витрати теплоти на нагрівання матеріалів і виробів, обладнання та транспортних засобів .....	28
2.5. Підбір опалювальних приладів.....	29
2.6. Проектування водяної системи опалення .....	33
2.7. Гідравлічний розрахунок.....	35
2.8. Розрахунок опалювальних приладів .....	40
РОЗДІЛ 3	
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	
3.1. Втрати теплоти приміщенням.....	46
3.1.1. Тепловтрати через огорожуючі конструкції .....	46
3.2. Теплонадходження в приміщення цеху .....	47
3.2.1. Теплонадходження від людей.....	47
3.2.2 Теплонадходження від джерел штучного освітлення .....	47
3.2.3 Теплонадходження за рахунок сонячної радіації .....	48
3.2.4 Теплонадходження від обладнання.....	53
3.3 Надходження шкідливостей у приміщення.....	55
3.3.1 Вологонадходження від людей.....	55
3.3.2 Надходження газових шкідливостей у приміщення.....	55
3.3.3 Кількість шкідливих речовин, які виділяються при фарбувальних роботах .....	56
3.4 Вибір і розрахунок місцевих відсмоктувачів від технологічного обладнання .....	58
3.5 Розрахунок повітрообмінів .....	59
3.5.1 За надлишком теплоти.....	59
3.5.2 По мінімальній витраті повітря на одного робітника.....	60
3.5.3 За розбавленням шкідливостей.....	61
3.6 Складання повітряного балансу.....	61
3.7 Схема організації повітрообміну.....	62
3.8 Розрахунок повітророзподілювачів.....	66
3.9 Розрахунок повітряно-теплової завіси (ПТЗ) з періодичної дії з боковою двосторонньою подачею повітря.....	69

3.10 Аеродинамічний розрахунок повітроводів.....	69
3.10.1 Аеродинамічний розрахунок системи П1 .....	76
3.10.2 Аеродинамічний розрахунок системи.....	87

#### РОЗДІЛ 4

### ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

4.1 Технології монтажу системи вентиляції.....	89
4.1.1 Підготовчі роботи до монтажу систем вентиляції.....	89
4.1.2. Монтаж системи вентиляції будівлі .....	90
4.1.3 Монтажене креслення системи вентиляції.....	92
4.2 Організація будівельно монтажних робіт .....	96
4.2.1 Календарне планування монтажу системи тепlopостачання.....	96
4.2.2 Послідовний та потоковий методи виконання будівельно-монтажних робіт .....	98

#### РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Охорона праці та навколишнього середовища .....	102
5.1.1. Загальні положення.....	102
5.1.2. Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи.....	107
5.2. Заходи профілактики виявлених факторів .....	108
5.2.1. Загальні вимоги безпеки.....	108
5.2.2 Організація будівельного майданчика .....	109
5.2.3. Падіння конструкцій та інших предметів.....	110
5.2.4. Заходи профілактики ураження електричним струмом.....	113
5.2.5. Шкідливі речовини.....	114
5.2.6. Виробничий шум.....	117
5.2.9. Освітленість робочих місць .....	118
5.2.10. Виробнича вібрація .....	120
5.2.11. Пожежне забезпечення .....	121
5.2.12. Незадовільні параметри мікроклімату .....	124

#### РОЗДІЛ 6

### ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

6.1 Нормативи .....	126
6.1.1 Оптимізіція ефективності виробничого процесу .....	127
6.1.2 Енергоефективність виробництва .....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	129

Додаток А

Додаток Б



## *Вступ*

На всіх промислових об'єктах, незалежно від галузі, необхідно встановлювати ефективні системи вентиляції. Відмінною особливістю таких систем у порівнянні з житловими, офісними та громадськими є врахування специфіки виробництва та особливостей технологічних процесів.

Виробничі приміщення можуть містити шкідливі речовини, пил, температурні коливання та інші фактори, що впливають на якість повітря і комфорт працівників. Тому вентиляційні системи на промислових об'єктах проектуються для ефективного видалення шкідливих речовин та забруднень, а також для забезпечення оптимальних умов температури і вологості.

Використання передових технологій вентиляції стає все більш важливим у промисловості. Це не тільки підвищує здоров'я і комфорт працівників, але й покращує продуктивність робочих процесів та знижує ризик небезпечних ситуацій.

На промислових підприємствах вентиляційні системи мають роздільну структуру. "Чисті" приміщення мають свої власні системи, окремі від тих, що пов'язані з технологічними процесами. Це забезпечує ефективну ізоляцію і контроль якості повітря в різних зонах об'єкта.

Для забезпечення ефективної вентиляції на промислових об'єктах, важливо також враховувати: використання датчиків та систем контролю для постійного моніторингу рівня забруднень та інших параметрів, проводити регулярні перевірки та обслуговування вентиляційних систем для забезпечення їхньої ефективної роботи, забезпечення навчання працівників щодо правил користування та обслуговування вентиляційних систем.

Таким чином, ефективна вентиляція є невід'ємною частиною забезпечення безпеки та комфорту на промислових об'єктах, що вимагає ретельного проектування та постійного контролю.

Варіанти вентиляції та кондиціонування деревообробного цеху

1. Приточно-витяжна система з фільтрацією повітря:

- Ця система забезпечує подачу свіжого повітря в цех та відведення відпрацьованого повітря через фільтри для очищення від деревинної пилу та інших шкідливих речовин.

1. Кондиціонування повітря з регулюванням вологості:

- Варіант, що дозволяє підтримувати стабільну температуру та вологість в цеху, що важливо для якісної обробки деревини та забезпечення комфортних умов праці.

2. Місцева вентиляція для збору пилу та обробних випарів:

- Використання витяжних систем або місцевих вентиляційних пристроїв для ефективного видалення пилу та відпрацьованих газів, що утворюються під час обробки деревини.

3. Система контролю якості повітря:

- Встановлення системи моніторингу рівня пилу, температури та вологості з метою оперативного реагування на будь-які зміни та забезпечення безпечних та здорових умов праці.

Кожен із цих варіантів має свої переваги та відповідає специфіці деревообробного цеху. Ефективне вентиляювання та кондиціонування допоможуть забезпечити безпеку працівників та підвищити якість виробництва.

**РОЗДІЛ 1**  
**ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУВАННЯ**

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## **1.1 Геграфічні характеристики міста розташування будівлі:**

Місто: Дніпро

Кліматична зона: I

Географічна широта: 48° 27' пн.ш

Барометричний тиск : 1018 гПа

Орієнтація зовнішньої стіни входу : Сх

## **1.2 Об'ємно-планувальні характеристики будівлі:**

Кількість людей приймаємо  $n = 1.2 * m$ ,  
де  $m$  – кількість станків, механізму цеху.

Відповідно до цього кількість робітників становить:

Деревообробний цех: 11 осіб.

Фарбувальне відділення: 3 особи.

Заточне відділення: 7 осіб.

Склад готової продукції: 2 особи.

Таблиця 1.1

Приміщення	Орієнтація	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Розмір заскленого проїому, м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>	Об'єм, м <sup>3</sup>	К-ть робітників
Деревообробний цех	<u>ПлСх</u>	48,4		7,5	2,85 (2)	516,6	3874,5	10
	<u>ПлЗх</u>	10,2			2,7 (1)			
	<u>ПнЗх</u>	18						
	<u>ПнСх</u>	1,7						
Фарбувальне відділення	<u>ПнЗх</u>	12		7,5	2,28 (4)	110,0	825	4
Заточне відділення	<u>ПнЗх</u>	12,2		7,5	4,05 (3)	66,6	499,5	6
	<u>ПлЗх</u>	6,2			6,75 (5)			
Склад готової продукції	<u>ПнЗх</u>	10,2		7,5	1,35 (1)	72,1	540,75	2
	<u>ПнСх</u>	8,2						
<u>Венткамера</u>	<u>ПнЗх</u>	6		7,5	2,7 (2)	34,3	257,25	0

### 1.3 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Кліматичні дані заданого району будівництва визначаємо за [1]. Значення розрахункових параметрів заносимо в таблицю 1.2. Коефіцієнт забезпеченості визначається згідно з [2].

Розрахункові параметри для зовнішнього повітря виписуємо з ДСТУ «Будівельна кліматологія» для заданого міста ( м.Дніпропетровськ ).

За таблицею 2 визначаємо температуру повітря:

- для найхолоднішої п`ятиденки забезпеченістю 0,92 – холодний період року

- для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95 – теплий період року

За таблицею 24 визначаємо відносну вологість:

- для найхолоднішого місяця ( лютий ) – холодний період року
- для найспекотнішого місяця ( липень ) – теплий період року

За таблицею 4 визначаємо середню швидкість вітру:

- для найхолоднішого місяця ( лютий ) – холодний період року
- для найспекотнішого місяця ( липень ) – теплий період року

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Таблиця 1.2

Період року	Коефіцієнт забезпеченістю, $k_{заб}$	Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{ext}$ , °C	Відносна вологість, $\varphi_{ext}$ , %	Швидкість вітру, $v$ , м/с
Теплий	0,99	26	62	1
Холодний	0,92	-24	86	5,7

#### 1.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря:

Параметри внутрішнього повітря приймаються відповідно до категорії виконуваних робіт у відділенні або цеху. Категорія робіт визначається згідно з додатком Е [2]. Для деревообробного цеху характерна II категорія (середньої важкості).

Згідно з додатком Е [2] приймаються розрахункові параметри внутрішнього повітря:

а) ХП:

– температура в робочій зоні  $t_{wz}^{ХП} = 18^0 C$  ;

б) ТП:

– температура в робочій зоні  $t_{wz}^{ТП} = t_{ex}^{ТП} + 3^0 C = 26 + 3 = 29^0 C$  .

Температура припливного повітря:

$t_{in}^{ХП} = 16^0 C$  ;

Температура повітря, яке видаляється розраховується за формулою :

$$m = \frac{t_{wz} - t_{in}}{t_l - t_{in}}$$

Де  $m$  – коэф. = 0,6 (для деревообробного цеху)

Тоді  $t_l$ :

а) ТП:  $t_l^{ТП} = 26,0 + (29,0 - 26,0) / 0,6 = 31,0^0 C$  ;

б) ХП:  $t_l^{ХП} = 16,0 + (18,0 - 16,0) / 0,6 = 19,3^0 C$  .

Результати розрахунків зведені до таблиці 1.3

Таблиця 1.3

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Назва відділення, цеху	Період року	Температура, $^0C$			Відносна вологість $\varphi_{wz}$ , %	Швидкість руху повітря $V_{wz}$ , м/с
		$t_{in}$	$t_{wz}$	$t_l$		
Деревообробний, заточне, фарбувальне, склад готової продукції	ТП	26,0	29,0	31	65	0,5
	ХП	16	18	19,3	75	0,4

Приміщення	Категорія робіт	Категорія приміщення(за вог.)
Деревообробний цех	Пб	В
Фарбувальне відділення	Пб	В
Заточне відділення	Па	Г
Склад готової продукції	Пб	В

**РОЗДІЛ 2**  
**РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ**

									Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					

## 2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків і споруд, а також для внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення з різницею температур повітря  $3^{\circ}\text{C}$  і більше, необхідно дотримуватись певних умов:

$$R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{\text{qmin}}$$

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{ср}}$$

$$t_{\text{вmin}} > t_{\text{min}}$$

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

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

$\Delta t_{\text{пр}}$  - температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t_{\text{ср}}$  - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{вmin}}$  - мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{min}}$  - мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ .

Вологісний режим приміщень в холодний період року в залежності від відносної вологості та температури внутрішнього повітря встановлюємо за даними таб.2 /3/.

При  $t_{\text{вн}} < 12^\circ\text{C}$  і відносній вологості  $60 \leq \varphi \leq 75$  приймаємо нормальний режим експлуатації приміщень.

Огороджувальні конструкції потрібно обирати відповідно до умов їх експлуатації, які визначаються в залежності від вологісного режиму приміщень і зони вологості.

За вимогами ДБН В.2.6-31-2016 опір теплопередачі огороджувальних конструкцій  $R_{\text{заг}}$  повинен бути не менше нормативного  $R_{\text{qmin}}$ .

Згідно з [3] потрібний опір теплопередачі внутрішніх конструкцій (стін, перегородок, перекриття) між приміщаннями з нормованою температурою повітря слід визначати при різниці розрахункових температур повітря в цих приміщеннях більше  $4^\circ\text{C}$ .

1) Зовнішні стіни (ЗС):

Коефіцієнти тепловіддачі для огороджувальної конструкції:  $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$   
 $\alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

Значення мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції промислових будинків:  $R_{\text{qmin}} = 1,7 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ .

Зовнішні стіни складаються з таких шарів:

1. *Залізобетон*:  $\rho_c = 2400 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\delta_c = 0,3 \text{ м}$ ,  $\lambda_c = 1,74 \text{ Вт}/\text{мК}$ ,  $s_c = 16,77 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ;
2. *Утеплювач-плити пінополістирольні екструзійні*:  $\rho_{\text{ym}} = 39 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\lambda_{\text{ym}} = 0,034 \text{ Вт}/\text{мК}$ ,  $s_{\text{ym}} = 0,4 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ;
3. *Розчин вапняно-піщаний*:  $\rho_c = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\delta_c = 0,015 \text{ м}$ ,  $\lambda_c = 0,76 \text{ Вт}/\text{мК}$ ,  $s_c = 9,6 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ .

Визначаємо потрібну товщину утеплювача за формулою:

$$\delta_{\text{ут, min}} = \lambda_{\text{ут}} \cdot \left( R_{\text{qmin}} - \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_3} \right) = 0,034 \cdot \left( 1,7 - \frac{1}{8,7} - \left( \frac{0,3}{1,74} + \frac{0,015}{0,76} \right) - \frac{1}{23} \right) = 0,048 \text{ м}$$

Приймаємо товщину утеплювача 50 мм.

Приведений опір теплопередачі становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{23} + \frac{0,05}{0,034} + \frac{0,3}{1,74} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{8,7} = 1,82 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > 01,7 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі рівний :

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{1,82} = 0,549 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

2) Безгорищне покриття:

Коефіцієнти тепловіддачі для огорожувальної конструкції:  $\alpha_{вн}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$   
 $\alpha_3=12 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

Значення мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових будинків:  $R_{q\text{min}} = 1,7 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ .

Безгорищне покриття складається з таких шарів:

1. Залізобетон:

$$\rho_c = 2400 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta_c = 0,22 \text{ м}, \lambda_c = 1,74 \text{ Вт}/\text{мК}, s_c = 16,77 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К};$$

2. Утеплювач-плити пінополістирольні екструзійні:

$$\rho_{ym} = 39 \text{ кг}/\text{м}^3, \lambda_{ym} = 0,034 \text{ Вт}/\text{мК}, s_{ym} = 0,4 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К};$$

3. Розчин цементно-піщаний:

$$\rho_{ш} = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta_{ш} = 0,03 \text{ м}, \lambda_{ш} = 0,7 \text{ Вт}/\text{мК}, s_{ш} = 8,69 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К};$$

4. Бітум:

$$\rho_p = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3, \delta_p = 0,001 \text{ м}, \lambda_p = 0,17 \text{ Вт}/\text{мК}, s_p = 4,56 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К};$$

Визначаємо потрібну товщину утеплювача за формулою:

$$\delta_{\text{ут, min}} = \lambda_{\text{ут}} \left( R_{q\text{min}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right)$$

$$= 0,034 \left( 1,7 - \frac{1}{8,7} - \left( \frac{0,22}{1,74} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,1}{0,17} \right) + \frac{1}{12} \right) = 0,030\text{м}$$

Приймаю товщину утеплювача 50 мм.

Приведений опір теплопередачі становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{\text{ш}}}{\lambda_{\text{ш}}} + \frac{\delta_{\delta}}{\lambda_{\delta}} + \frac{\delta_{\text{п}}}{\lambda_{\text{п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}$$

$$= \frac{1}{12} + \frac{0,05}{0,034} + \frac{0,22}{1,74} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,001}{0,17} + \frac{0,1}{0,17} + \frac{1}{8,7} = 2,43 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$> 1,7 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі рівний :

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{2,43} = 0,412 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

3) Підлога (ПП):

Коефіцієнти тепловіддачі для огорожувальної конструкції:  $\alpha_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$   
 $\alpha_3=6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

Значення мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових будинків:  $R_{q\text{min}} = 1,9 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ .

Підлога складається з таких шарів:

1. *дерев'яний настил (на робочих місцях):*  $\rho_{\delta}=500 \text{ кг}/\text{м}^3$   $\delta_{\delta}=0,04 \text{ м}$   $\lambda_{\delta}=0,18 \text{ Вт}/\text{мК}$   
 $s_{\delta}=0,55 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ;

2. *Бетон КЛВ-15:*  $\rho_{\text{п}}=2400 \text{ кг}/\text{м}^3$   $\delta_{\text{п}}=0,1 \text{ м}$   $\lambda_{\text{п}}=1,74 \text{ Вт}/\text{мК}$   $s_{\text{п}}=16,77 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ;

3. *Бетон КЛВ-7,5 :*  $\rho_{\text{у}}=2400 \text{ кг}/\text{м}^3$   $\delta_{\text{у}}=0,1 \text{ м}$   $\lambda_{\text{у}}=1,74 \text{ Вт}/\text{мК}$   $s_{\text{у}}=16,77 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$ .

Теплопередачу огорожувальних конструкцій, які контактують з ґрунтом, визначають згідно з EN ISO 13370, зокрема коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги,  $U_{equiv,k}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С), розраховують залежно від характеристичного параметру  $B'$ , м

Характеристичний параметр  $B'$  визначають як відношення загальної площі першого поверху до половини периметру підлоги, який примикає до ґрунту (див. Рис.1), для будівлі в цілому. При цьому вважається, що теплопровідність ґрунту дорівнює  $\lambda_g = 2,0$  Вт/м·°С, а ефект бокової теплоізоляції не враховується.

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{879,5}{0,5 \cdot 146,5} = 12,01$$

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

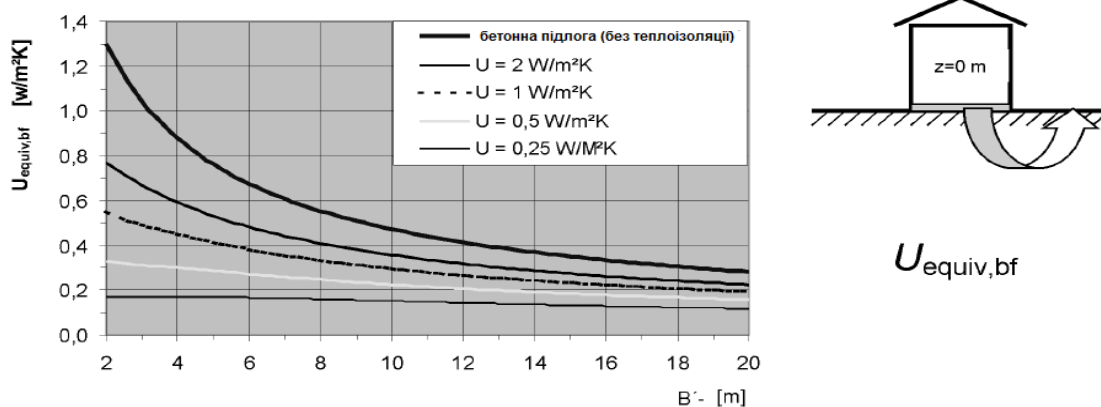


Рис.1. Коефіцієнт теплопередачі плити перекриття підлоги першого поверху, що розташована на рівні землі

Коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій  $U_k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К) дорівнює:

$$U_k = 0,38$$

Характеристики конструкцій зовнішніх і внутрішніх огорожень, які використовуються для будівництва, повинні забезпечувати відповідні умови експлуатації будівлі згідно з нормативними вимогами щодо теплосвоєння

підлогових поверхонь, повітропроникності та вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Теплова інерція бетону:

$$D_{mn} = R_{mn} \cdot s_{mn} = \frac{0,1}{1,74} \cdot 16,77 = 0,96 \geq 0,5$$

Визначаємо теплосвоєння внутрішньої поверхні за формулою:

$$Y_{mn} = 2 \cdot s_{mn} = 2 \cdot 16,77 = 33,54 \geq 17 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

Оскільки умова не дотримується кладемо на робочих місцях дерев'яний настил поперек волокон.

Теплова інерція складає:

$$D_d = R_d \cdot s_d = \frac{0,04}{0,18} \cdot 43,87 = 0,86 \geq 0,5$$

Визначаємо теплосвоєння внутрішньої поверхні за формулою:

$$Y_d = 2 \cdot s_d = 2 \cdot 0,86 = 1,72 < 17 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

4) Вікна (В):

Коефіцієнти тепловіддачі для огорожувальної конструкції:  $\alpha_v=8,0$  Вт/(м<sup>2</sup>К)  
 $\alpha_z=23$  Вт/(м<sup>2</sup>К).

Значення мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових будинків:  $R_{qmin} = 0,45$  м<sup>2</sup>К/Вт.

Беремо вікна з двокамерними склопакетами 4М1-16-4М1-16-4М1 (додаток Г)/4/:

Тоді коефіцієнт теплопередачі рівний :

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,52} = 12,128 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

5) Ворота:

Коефіцієнти тепловіддачі для огорожувальної конструкції:  $\alpha_v=8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>К)  
 $\alpha_z=23$  Вт/(м<sup>2</sup>К)

Значення мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових будинків:  $R_{qmin} = 0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Ворота складаються з таких матеріалів як:

1) Сталь:  $\rho_c = 7850 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_c = 0,001 \text{ м}$ ,  $\lambda_c = 58 \text{ Вт/мК}$ ,  $s_c = 126,5 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ;

2) Утеплювач - плити пінополістерольні:  $\rho_{п} = 15 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{п} = 0,045 \text{ Вт/мК}$ ,  $s_{п} = 0,28 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ;  $\delta_n = 0,01 \text{ м}$ ;

Приведений опір теплопередачі становить :

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{23} + \frac{0,03}{0,045} + \frac{0,001}{58} + \frac{1}{8,7} = 0,83 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > 0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі рівний :

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{0,83} = 1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Розрахунок огорожувальної конструкції на повітропроникність

За розподілом теплового напору повітря можна розподілити будівлю на дві зони: нижню (зона притоку повітря) і верхню (зона витоку повітря), що розділені нейтральною площиною, де тепловий напір дорівнює нулю.

Мета розрахунку: перевірити непрозорі та світлопрозорі огорожувальні конструкції промислової споруди на відповідність умов:

$$R_g \geq R_{g,n}$$

де  $R_g$  – опір повітропроникності огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/кг}$ ;  $R_{g,n}$  – необхідний опір повітропроникності,  $(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па})/\text{кг}$ .

1. Визначаємо розрахункову суму тисків  $\Delta P$ , Па, за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_{T,\Gamma} + \Delta P_B$$

де:  $\Delta P_{T,\Gamma}$ - термогравітаційний напір, Па;  $\Delta P_B$ - вітровий напір, Па;

Термогравітаційний тиск визначаємо за формулою:

$$\Delta P_{T,\Gamma} = (H - h_i)(\gamma_3 - \gamma_B) = (7,9 - 3,75)(13,9 - 11,9) = 8,30 \text{ Па}$$

де  $H$  – висота будівлі (від рівня підлоги першого поверху до верху карнизу, центру витяжних отворів ліхтаря або виходу витяжної шахти), м;

$h_i$  – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції  $i$ -го поверху, для якої виконується розрахунок, м;

$\gamma_z, \gamma_v$  – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м<sup>3</sup>:

$$\gamma_z = \frac{3463}{273 + t_z} = \frac{3463}{273 - 22} = 13,9 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

$$\gamma_v = \frac{3463}{273 + t_v} = \frac{3463}{273 + 18} = 11,9 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

Вітровий тиск визначаємо за формулою:

$$\Delta P_B = 0,03 \cdot v^2 \cdot \gamma_z \cdot \beta_v = 0,03 \cdot 5^2 \cdot 13,9 \cdot 0,65 = 6,78 \text{ Па},$$

де  $v$  – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше/4/;

$\beta_v$  – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який береться за табл.3/5/.

$$\text{Тоді, } \Delta P = 8,3 + 6,78 = 15,08 \text{ Па}$$

2. Визначаємо опори паропроникності  $R_{g \text{ нн.к}}$  та  $R_{g \text{ нс.к}}$  :

для непрозорих огорожень :

$$R_{g \text{ нн}}^{\text{нк}} = \frac{\Delta P}{G_{\text{н}}} = \frac{15,08}{1} = 15,08 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$$

де:  $G_{\text{н}}$  – допустима повітропроникність огорожувальної конструкції, для зовнішніх непрозорих конструкцій  $G_{\text{н}} = 1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  [3].

для світлопрозорих огорожень :

$$R_{g \text{ нн}}^{\text{ск}} = \frac{\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0}\right)^{2/3}}{G_{\text{н}}} = \frac{\left(\frac{15,08}{10}\right)^{2/3}}{10} = 0,132 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$$

де  $G_n$  – допустима повітропроникність огорожувальної конструкції, для зовнішніх світлопрозорих конструкцій  $G_n = 10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  [3];

$\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$  – різниця тисків на поверхнях огороження, за якої визначається масова повітропроникність світлопрозорої конструкції під час випробувань.

## 2.2. Розрахунок тепловтрат

Тепловий режим будівлі переважно визначається балансом між тепловтратами та теплонадходженнями в приміщеннях за заданої внутрішньої температури. Це включає наступні аспекти:

- Тепловтрати через зовнішні стіни будівлі, що контактують з навколишнім середовищем.
- Тепловтрати від опалюваних приміщень до приміщень з нижчою розрахунковою температурою.
- Тепловтрати від опалюваних приміщень через неопалювані зони.
- Тепловтрати від опалюваних приміщень через підлогу та ґрунт.
- Тепловтрати на обігрів інфільтрованого повітря в опалюваних приміщеннях, за винятком тепла, що переноситься повітрям всередині будівлі.
- Компенсаційна теплова потужність в опалюваних приміщеннях, коли система опалення працює періодично.
- Витрати тепла на нагрівання матеріалів, обладнання та транспортних засобів.
- Надходження тепла від електроприладів, освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел, що регулярно постачають тепло до приміщень.

## 2.3. Проектні тепловтрати опалювального приміщення

### 2.3.1. Трансмійні тепловтрати

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огороження  $\Phi_{T,i}$ , Вт, з урахуванням основних можливих варіантів влаштування приміщення визначають за формулою:

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

де  $H_{T,ie}$  – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ij}$  – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалюваного приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С;

$H_{T,ие}$  – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через неопалюване приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ig}$  – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції до ґрунту, Вт/°С;

$\theta_{int,i}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря ([1], дод. А, табл. А1), °С;

$\theta_e$  – температура зовнішнього повітря, °С.

### Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря.

Розрахункове значення характеристики тепловтрат приміщення при теплопередачі з опалюваного приміщення назовні через будівельні огороження (елементи лінійного теплового мосту) а саме, стіни, двері, стелю та вікна, розраховують за формулою:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \frac{\text{Вт}}{^\circ\text{С}},$$

де  $A_k$  – площа теплопередачі  $k$ -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м<sup>2</sup>;

$U_k$  – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через  $k$ -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/(м<sup>2</sup>·°К);

$\psi_l$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі  $l$ -го елемента лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження згідно з ДСТУ ISO 10211-1:2005

«Теплопровідні включення в будівельних конструкціях». Обчислення теплових потоків та поверхневих температур, Вт/(м·°К);

l – довжина лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огородження, м;

$e_k, e_l$  – поправочні коефіцієнти, на додаткові тепловтрати, що враховують випромінюючі властивості поверхні огородження, з урахуванням впливу мікрокліматичних умов, типу ізоляційних матеріалів, їх вологості, швидкості вітру і температури зовнішнього повітря./7/

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

Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення до масиву землі  $H_{T,ig}$  визначається за формулою:

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

де  $f_{g1} = 1,45$  – поправочний коефіцієнт, що враховує річні коливання температури ґрунту (за відсутності національних даних);

$G_w$  – корегувальний коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод (при рівні ґрунтових вод нижче плити перекриття підлоги  $h_{г.в} > 1,0$  м  $G_w = 1,0$ ; при  $h_{г.в} \leq 1,0$  м.  $G_w = 1,15$ );

$f_{g2}$  – поправочний коефіцієнт на можливе зниження зовнішньої температури, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря (середню амплітуду коливання) і визначається за формулою:

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

де  $\theta_{me}$  – середньорічна температура зовнішнього повітря, °С

### 2.3.2 Вентиляційні тепловтрати

Розрахункові теплові втрати приміщення на нагрівання вентиляційного повітря в опалювальних приміщеннях  $\Phi_{V,i}$ , Вт, визначають за формулою:

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

де  $H_{V,i}$  – характеристика вентиляційних тепловтрат приміщення, Вт/°С.

Розрахункове значення характеристики тепловтрат опалювального приміщення при нагріванні зовнішнього вентиляційного повітря, що поступає до нього за рахунок вентиляції (інфільтрації, провітрювання тощо):

$$H_{V,i} = V_i^c \cdot \rho \cdot c_p, \frac{\text{Вт}}{^\circ\text{C}},$$

де  $\rho$  – густина повітря при розрахунковій температурі приміщення, кг/м<sup>3</sup>;

$c_p$  – питома теплоємність повітря при розрахунковій температурі приміщення, кДж/(кг·К);

$V_i^c$  – об'ємна витрата повітря, що надходить до опалювального приміщення, м<sup>3</sup>/с, яка розраховується залежно від організації повітрообміну в приміщенні.

За відсутності організованої подачі припливного повітря в приміщення при визначенні об'ємної витрати повітря  $V_i$  за розрахункову величину приймають більше значення між інфільтраційним та санітарно-гігієнічним повітрообмінами:

$$V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i}), \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Мінімальна питома витрата вентиляційного повітря за санітарно-гігієнічними вимогами для виробничих приміщень:

- для основного режиму роботи системи вентиляції при перебуванні людей більше двох годин безперервно у приміщенні: з природним провітрюванням – 30 м<sup>3</sup>/(люд·год), без природного провітрювання – 60 м<sup>3</sup>/(люд·год);

- для чергового режиму роботи системи вентиляції рекомендується обирати мінімальне значення витрати зовнішнього повітря від  $0,1 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$  до  $0,2 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ .

#### 2.4. Витрати теплоти на нагрівання матеріалів і виробів, обладнання та транспортних засобів

Такі витрати теплоти потрібно враховувати у випадку потрапляння транспортних засобів, матеріалів, виробів тощо у приміщення, для розраховується, ззовні або з іншого приміщення з нижчою внутрішньою температурою.

Витрата теплоти на нагрівання матеріалів і виробів,  $\Phi_{Q_{\text{нм}}}$ , Вт, що ввозяться у приміщення ззовні, визначають за формулою:

$$\Phi_{Q_{\text{нм}}} = 0,278 \cdot G_{\text{м}} \cdot c_{\text{м}} \cdot (\theta_{\text{int.i}} - t_{\text{зм}}) \cdot \beta_{\text{н}},$$

де  $G_{\text{м}}$  – маса однорідних матеріалів і виробів, що надходять у приміщення протягом однієї години, кг/год;

$c_{\text{м}}$  – питома теплоємність матеріалу (для металу- 0,46), кДж/(кг×0С);

$\beta_{\text{н}}$  – коефіцієнт, який враховує загальну частку кількості теплоти, що отримується матеріалом за кожну наступну годину знаходження у приміщенні (приймаємо рівною 1);

$t_{\text{зм}}$ -зовнішня температура матеріалу, для металу –  $t_{\text{зм}} = t_{\text{з}}$ , 0С.

Витрата теплоти на нагрівання обладнання  $\Phi_{Q_{\text{обл}}}$ , Вт, при змінному тепловому режимі приміщення (підвищення внутрішньої температури повітря при переході з чергового режиму до робочого):

$$\Phi_{Q_{\text{обл}}} = 0,278 \cdot G_{\text{обл}} \cdot c_{\text{обл}} \cdot (\theta_{\text{int.i}} - \theta_{\text{вч}}) \cdot \beta_{\text{н}},$$

де  $G_{\text{обл}}$  – маса обладнання, кг;

$c_{\text{обл}}$  – середня питома теплоємність матеріалу обладнання, кДж/(кг×0С);

$t_{\text{вч}}$  – розрахункова внутрішня температура повітря під час роботи чергової системи опалення, 0С;

1. *Деревообробний цех:*

$$\Phi_{q_{\text{обл}}} = 0,278 \cdot G_{\text{обл}} \cdot c_{\text{обл}} \cdot (\theta_{\text{int.i}} - \theta_{\text{вч}}) \cdot \beta_{\text{н}} = 0,278 \cdot 3487 \cdot 0,46 \cdot (18 - 14) \cdot 1 = 1783,7 \text{ Вт}$$

2. *Заточне відділення:*

Станок заточний (бшт):

$$\Phi_{q_{\text{обл}}} = 0,278 \cdot G_{\text{обл}} \cdot c_{\text{обл}} \cdot (\theta_{\text{int.i}} - \theta_{\text{вч}}) \cdot \beta_{\text{н}} = 0,278 \cdot 960 \cdot 0,46 \cdot (18 - 14) \cdot 1 = 491,1 \text{ Вт}$$

3. *Фарбувальне відділення:*

Фарбувально-сушильна камера, 2шт:

$$\Phi_{q_{\text{обл}}} = 0,278 \cdot G_{\text{обл}} \cdot c_{\text{обл}} \cdot (\theta_{\text{int.i}} - \theta_{\text{вч}}) \cdot \beta_{\text{н}} = 0,278 \cdot 4800 \cdot 0,46 \cdot (18 - 14) \cdot 1 = 2500,3 \text{ Вт}$$

Витрата теплоти на нагрівання транспорту,  $\Phi_{\text{тп}}$ , Вт, який ззовні заїхав у приміщення. Під час перебування транспорту у приміщенні менше однієї години кількість асимільованої теплоти береться пропорційно фактичному:

$$\Phi_{Q_{\text{тп}}} = \frac{q_{\text{тп}} \cdot \beta_{\text{н}} \cdot \tau}{60}$$

, де:  $q_{\text{тп}}$  – витрата теплоти на нагрівання транспорту від температури  $t_3$  до  $t_в$  (за довідковими даними, ЗИЛ 130 /2/), Вт;  $\tau$  – час, протягом якого транспорт перебуває у приміщенні, хвилин.

4. *Деревообробний цех:*

$$\Phi_{Q_{\text{тп}}} = \frac{q_{\text{тп}} \cdot \beta_{\text{н}} \cdot \tau}{60} = \frac{52,15 \cdot 0,5 \cdot 30}{60} = 13,04 \text{ Вт}$$

5. *Склад готової продукції:*

$$\Phi_{Q_{\text{тп}}} = \frac{q_{\text{тп}} \cdot \beta_{\text{н}} \cdot \tau}{60} = \frac{52,15 \cdot 0,5 \cdot 30}{60} = 13,04 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків наведені в додатку Б

## 2.5. Підбір опалювальних приладів

Відповідно до ДСТУ Б EN 12831:2008, проектне теплове навантаження системи опалення приміщення визначають за тепловим балансом приміщення:

$$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{h,i} + \Phi_{Q,i} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт},$$

де  $\Phi_{T,i}$  – трансмісійні тепловтрати через огорожувальні конструкції приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$  – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;

$f_{h,i}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує висоту приміщення більше ніж 5 м;

$\Phi_{Q,i}$  – інші можливі регулярні тепловтрати (із знаком «+») або теплонадходження (із знаком «-») до опалюваного приміщення, Вт;

$\Phi_{RH,i}$  – запас потужності системи опалення приміщення, Вт.

Зміна режиму використання приміщення від основного до чергового і навпаки (зниження/підвищення внутрішньої температури) супроводжується випромінюванням тепла від нагрітих виробів, технологічного обладнання і зовнішніх огорожень, які остигають у приміщенні, або додатковою витратою тепла на їх нагрівання до температури основного режиму. Це призводить до необхідності збільшення теплової потужності системи опалення.

Величина компенсаційної теплової потужності залежить від наступних факторів:

- маси виробів і обладнання, які знаходяться у приміщенні;
- теплоємності будівельних матеріалів, ступеня зниження внутрішньої температури при переході на черговий режим;
- часу, необхідного для розігріву приміщення;
- характеристик системи управління.

Системи опалення з оптимізованим автоматичним регулюванням теплового режиму, що забезпечують невеликі додаткові витрати на нагрівання обладнання, виробів та матеріалів при переході з чергового на основний режим, не потребують запасу потужності системи опалення. Проте, у виробничих цехах з верстатним обладнанням, технологічним обладнанням тощо, де великі витрати на нагрівання відбуваються при переході між режимами, необхідно враховувати запас потужності системи опалення в тепловому балансі приміщення.

Проектне теплове навантаження системи опалення приміщення визначається за тепловим балансом приміщення шляхом розрахунку різниці між сумарним надходженням тепла  $\Sigma\Phi_{\text{тепл}}$  та витратою тепла  $\Sigma\Phi_{\text{витр}}$  в приміщенні за нормованою температурою внутрішнього повітря. Якщо в приміщенні є надлишки тепла ( $+\Delta\Phi$ ), тобто позитивна різниця між сумарним надходженням тепла та витратою тепла, то система опалення проектується тільки для чергового режиму роботи приміщення.

З урахуванням розрахунків за тепловим балансом приміщення формулу для визначення теплової потужності системи опалення можна записати у вигляді:

$$\Phi_{HL,i} = \frac{(-\Delta\Phi) \cdot b_1 \cdot b_2}{1 - b}, \text{ Вт,}$$

де  $b_1, b_2$  – коефіцієнти, які враховують відповідно додатковий тепловий потік встановлених опалювальних приладів та додаткові тепловтрати «зарадіаторними» ділянками зовнішніх стін (додаток Г, табл. Г.3, Г.4/7/);

$b$  – частка від недостачі теплоти, яка не врахована в тепловому балансі приміщення (втрата теплоти у процесі остигання теплоносія в подавальних і зворотних магістралях системи опалення, прокладених в неопалювальних приміщеннях; для виробничих приміщень можна прийняти  $-b = 0,02$ ).

Розрахунки наведено в табл. 2.3.

Тепловий баланс приміщень Таблица 2.3

Номер приміщення	Назва приміщення	Характеристика приміщення					Витрати теплоти, Вт						Теплонадходження, Вт						Тепловий баланс		Потужність СО розрахункова, $\Phi_{HL\text{ розр.}}$ , Вт	Потужність СО проектна, $\Phi_{HL\text{ пр.}}$ , Вт	$\Phi_{HL\text{ осн.}} / \Phi_{HL\text{ чер.}}$	Номер вітки системи
		Об'єм, $V_{пр}$ , м <sup>3</sup>	Висота приміщення, $H_{пр}$ , м	Розрахункова температура, $\vartheta_{int.i}$ , °C	Питомі надлишки тепла, $q_{в}$ , Вт/м <sup>3</sup>	Режим роботи	Трансмісійні тепловтрати, $\Phi_{T,i}$	Вентиляційні тепловтрати, $\Phi_{v,i}$	Нагрів обладнання, $\Phi_{обл}$	З повітрям, яке видається з приміщення, $\Phi_{вм}$	Інші витрати, $\Phi_{доп}$	Загальні, $\Sigma\Phi_{внтр}$	Від людей, $\Phi_{л}$	Від освітлення, $\Phi_{осв}$	з припливним повітрям, $\Phi_{пр}$	Від обладнання, $\Phi_{обл}$	Інші надх., $\Phi_{доп}$	Загальні, $\Sigma\Phi_{надх}$	Теплоостача, $-\Delta\Phi$ , Вт	Теплонадлишки, $+\Delta\Phi$ , Вт				
1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
101	Деревообробний цех	3874,50	7,5	18	8,21	Основний	48605,13	2762,84	1783,7	0	8056,44	61208,11	2020	2336	-	25032	0	2938,0	-31820,11		3311,9	44726	0,74	1
						Черговий	43976,07	779,40	-	-	-	44755,46	-	-	-	1783,7	-	-	-	1783,7	-			
102	Фарбувальне відділення	825	7,5	18	6,09	Основний	9935,25	642,22	2500,3	0	-	13077,77	808	497	0	16800	0	1810,5		5027	5232	7190	0,73	4
						Черговий	8989,04	419,39	-	-	-	9408,43	-	-	-	2500,3	-	-	-	2500,3	-			
103	Заточне відділення	499,5	7,5	18	14,40	Основний	15383,53	479,39	491,1	0	5792,96	22147,37	1212	301	0	13440	0	14953	-7194,37		7488	13747	0,54	2
						Черговий	13597,91	101,57	-	-	-	13699,47	-	-	-	491,1	-	-	-	491,1	-			
104	Склад готової продукції	540,75	7,5	18	12,58	Основний	7129,46	400,80	0	-	-	7530,25	404	326	0	-	0	730	-6800,25		7078	7078	1,04	2
						Черговий	6450,46	108,78	-	0	-	6559,24	-	-	-	0	-	-	0	-	0			
105	Венткамера	257,25	7,5	18	10,49	Основний	2685,92	166,75	0	-	-	2852,66	0	155	0	-	0	155	-2697,66		2808	2808	1,06	3
						Черговий	2499,11	51,75	-	0	-	2550,86	-	-	-	0	-	-	0	-	0			

## 2.6. Проектування водяної системи опалення

### 1) Технічне рішення системи опалення.

З урахуванням результатів теплового балансу в даному проекті доцільно буде прийняти 5 окремих вітки СО, для коригування та налаштування кожної системи окремо. У зварювальному відділенні спостерігаються велика теплонестача, тому влаштовуємо систему опалення, приймаємо двотрубну тупикову систему з рухом теплоносія систему опалення вітка СО-1. У ковальському відділенні спостерігаються великі теплонадлишки в основний час, але при черговому режимі спостерігається теплонестача, тому приймаємо двотрубну з тупиковим рухом теплоносія чергову систему опалення вітка СО-4. У ремонтному відділенні приймаємо двотрубну з тупиковим рухом теплоносія систему опалення вітка СО-2. У приміщенні штампувального цеху приймаємо двотрубну з тупиковим рухом теплоносія систему опалення вітка СО-3. У очисному відділенні приймаємо двотрубну з тупиковим рухом теплоносія систему опалення СО-5. Розраховуємо системи за навантаженням чергової СО. Для ефективної роботи систем опалення віток СО-1, СО-2, СО-3, СО-4, СО-5 приймаємо температуру теплоносія 120, а для системи тепlopостачання калориферів приймаємо температуру теплоносія 95° С .

### 2) Опалювальні прилади

Для підприємств термічної промисловості в якості опалювальних приладів приймають реєстри з сталевих водогазопровідних труб, оребрені труби заборонено встановлювати через можливість засмітнення реєстра пилом який виділяється в наслідок технологічного процесу через це погіршуються теплотехнічні показники реєстра а також є можливість займання цього пилу. Для обраної системи опалення пропонується застосовувати опалювальні реєстри з гладких труб. Отже, застосування такого типу опалювальних приладів в умовах запроектованої системи водяного опалення є доцільною, як за техніко-економічними параметрами так і за протипожежними нормами. Реєстри

обладнуємо автоматичними повітровипускними клапанами та запірними вентилями для можливості відключення регістра.

### 3) Трубопроводи

Вибираємо сталеві водогазопровідні звичайні труби (ГОСТ 3262-89\*1). Трубопроводи які перетинають ворота ми утеплюємо в ніші, попередньо обладнавши їх кранами для зливу води. У найвищих точках трубопроводів встановлюємо повітровипускні клапани Для запобігання зайвих тепловтрат трубопроводи вкриваємо теплоізоляцією Kflex ST , також ізолюємо трубопроводи які знаходяться в ІТП і приміщеннях яких опалення непотрібне. В межах приміщення трубопроводи підводки та розподілу до калориферів «Комфорт» трубопроводи ізолювані.

### 4) Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)

Тепловий пункт розташовуємо у окремому допоміжному приміщенні. ІТП має 2 входи, один на вулицю другий всередину будівлі. ІТП укомплектоване обладнанням фірми Danfoss. Для регулювання в СО ми використовуємо схему з підмішувально-циркуляційними насосами для регулювання температури теплоносія. Для ув'язки тисків віток встановлюємо на зворотних трубопроводах регулятори тиску з можливістю дренажу, на подавальних трубопроводах встановлюємо запірні вентиля з можливістю дренажу. Тепловий пункт оснащується автоматичними пристроями фірми Herz, які реалізують погодне регулювання і підтримують задану температурним графіком температуру в зворотному трубопроводі системи опалення.

### 5) Теплопостачання калориферів

Теплопостачання трьох опалювальних завіс і калорифера припливної камери здійснюється двома окремими вітками від ІТП. Регулювання кільця здійснюється за допомогою встановлення на зворотному трубопроводі запірного вентиля з попереднім налаштуванням для можливості ув'язки тисків у кільці, а на падаючому трубопроводі встановлюємо запірний вентиль. У найвищих точках трубопроводів встановлюємо автоматичні повітровипускні клапани. Злив води передбачається в ІТП через дренажні вентиля, а для зливу води з калорифера припливної камери додатково встановлюємо дренажний вентиль у найнижчій точці.

Деталі системи опалення виробничого цеху знаходяться на кресленні, яке надано на аркуші формату А1.

## **2.7. Гідравлічний розрахунок**

Система водяного опалення виробничих приміщень є складною мережею трубопроводів, яка забезпечує розподіл теплоносія між опалювальними приладами. Протягом всього опалювального періоду теплоносій постійно циркулює по системі. Для опалення використовуються переважно двотрубні системи з насосною циркуляцією теплоносія. Гідравлічний розрахунок системи опалення виробничих приміщень виконується за звичайними методиками.

Головна мета гідравлічного розрахунку полягає визначенні діаметрів трубопроводів та забезпеченні гідравлічної ув'язки циркуляційних колекторів системи опалення. Цього досягають за допомогою балансувальної регулюючої арматури, яка враховує гідравлічні втрати тиску на різних ділянках системи, розрахованих за одним із методів гідравлічного розрахунку. Гідравлічний розрахунок також визначає настройки всієї регулюючої арматури, такої як терморегулятори, регулюючі гарнітури, ручні та автоматичні балансувальні клапани і т.д. Ці настройки виконуються для забезпечення гідравлічної ув'язки циркуляційних колекторів системи опалення. Розраховані значення настройок зазначаються у проектній документації і встановлюються під час налагодження системи з метою забезпечення розрахункової витрати теплоносія в циркуляційних колекторах.

## Послідовність гідравлічного розрахунку трубопроводів

Гідравлічний розрахунок виконується з урахуванням оптимальних швидкостей руху теплоносія на кожній ділянці або заданого циркуляційного тиску для системи опалення.

Під час розрахунку рекомендується використовувати наступні розрахункові швидкості руху теплоносія: для сталевих труб - від 0,3 до 0,5 м/с, для полімерних труб - від 0,5 до 0,7 м/с (з урахуванням питомих втрат тиску на тертя в межах 100-200 Па/м).

Гідравлічний розрахунок систем опалення базується на рівнянні визначення втрат тиску на розрахунковій ділянці:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}},$$

де  $\Delta P_{\text{л}}$  – лінійні втрати тиску, спричинені опорами тертя в трубах;

$\Delta P_{\text{м}}$  – втрати тиску в місцевих опорах, обумовлені зміною структури потоку (зміною напрямку, розділенням, злиттям тощо) у фітингах, запірно-регулювальних пристроях та обладнанні.

Втрати тиску в системі під час виконання гідравлічного розрахунку здебільшого розраховуються за двома основними способами: за питомими лінійними втратами тиску та за характеристиками гідравлічного опору.

У насосних системах водяного опалення переважно виконують розрахунки за другим способом, втрати тиску на ділянці визначають за формулою:

$$\Delta P = S \cdot G^2,$$

де  $G$  – витрата води на розрахунковій ділянці, кг/год;

$S$  – характеристика гідравлічного опору ділянки, Па/(кг/год)<sup>2</sup>, яку розраховують за формулою:

$$S = A \cdot \xi_{\text{пр}},$$

де  $A$  – питомий динамічний тиск на ділянці, що виникає за витрати теплоносія в ній  $G = 1$  кг/год, Па/(кг/год)<sup>2</sup>;

$\xi_{\text{пр}}$  – приведений коефіцієнт опору ділянки:

$$\xi_{\text{пр}} = \left(\frac{\lambda}{d}\right) \cdot l + \Sigma\xi,$$

де  $\Sigma\xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

$l$  – довжина розрахункової ділянки, м.

Розрахункові втрати тиску на ручній балансувальній арматурі (вентилі, крани тощо), окрім конструкції з убудованим витратомірним пристроєм (шайба, труба Вентурі і ін.) беруть не менше ніж 3 кПа.

За питомою величиною  $G/w$  визначають фактичну швидкість руху води на ділянці:

$$w = \frac{G}{\frac{G}{w}}, \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Характеристика гідравлічного опору розрахункової ділянки дорівнює:

$$S = S_{\text{пр}} \cdot l + S_v.$$

Витрату води в системі опалення (на виході з вузла теплового вводу),  $G_{\text{со}}$ , кг/год, визначають за формулою:

$$G_{\text{со}} = \frac{3,6 \cdot \Phi_{\text{HL}}}{c \cdot \Delta t_{\text{со}}},$$

де  $\Phi_{\text{HL}}$  – теплова потужність системи опалення, Вт;

$c$  – питома теплоємність води, що дорівнює 4,19 кДж/(кг×0С);

$\Delta t_{\text{со}} = (t_{\text{г}} - t_{\text{о}})$  – різниця температур теплоносія на вході в систему опалення  $t_{\text{г}}$  і на виході з неї  $t_{\text{о}}$ , оС.

Витрата мережної води (на ввіді вузла теплового вводу),  $G_{\text{т}}$ , кг/год, дорівнює:

$$G_{\text{т}} = \frac{3,6 \cdot \Phi_{\text{а}}}{c \cdot \Delta T},$$

де  $\Phi_a$  – теплова потужність на вводі абонента, Вт;

$\Delta T = (T_1 - T_2)$  – різниця температур теплоносія в тепловій мережі на вводі до будівлі, оС.

Витрата води  $G_{\text{діл } i}$ , кг/год, у будь-якій розрахунковій ділянці системи опалення дорівнює:

$$G_{\text{діл } i} = G_{\text{со},i} \cdot \varphi_i,$$

де  $\varphi_i$  – частка загальної витрати води, яка тече і-тою ділянкою, розраховується за формулою:

$$\varphi_i = \frac{\Phi_{HL,i}}{\Phi_{HL}},$$

де  $\Phi_{HLi}$  – теплове навантаження і-тої розрахункової ділянки, Вт.

Результати розрахунків наведені в табл. 2.4.

*Таблиця 2.4*

Індивідуальний розрахунок магистральних трубопроводів двокоштовної поквартирної системи опалення

таб.7

№ діл.	$Q_{нар}$ , Вт	$\phi$	$G$ , кг/год	$L$ , м	$d$ , мм	$\lambda/d$ , $m^{-1}$	$G/v$ , (кг/год)/ (м/с)	$\Delta p$ , Па/ (кг/год) <sup>2</sup>	$v$ , м/с	$\Sigma \xi$	$\xi_{пр}$	$S$ , Па/ (кг/год) <sup>2</sup>	$\Delta P_{нар}$ , Па	$\Sigma \Delta P$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ВТВ-1	44726	1,000	769	5	25	1,3	2040	0,0001180	0,377	6,7	13	0,001558	922	922
1-2	30926	0,691	532	11	20	1,79	1250	0,0003150	0,426	2,1	15	0,004816	1363	2285
2-3	26963	0,603	464	7	20	1,79	1250	0,0003150	0,371	2,4	11	0,003525	758	3043
3-4	22363	0,500	385	7	20	1,79	1250	0,0003150	0,308	2,4	11	0,003525	521	3564
4-5	17763	0,397	306	7	20	1,79	1250	0,0003150	0,244	2,4	11	0,003525	329	3893
5-6	13163	0,294	226	7	15	2,69	685	0,0010500	0,331	2,4	12	0,012695	651	4544
6-7	8563	0,191	147	15	15	2,69	685	0,0010500	0,215	3,6	21	0,022355	485	5029
7-8	3963	0,089	68	3	15	2,69	685	0,0010500	0,100	8,1	14	0,014354	67	5095
1'-2'	3963	0,089	68	12	15	2,69	685	0,0010500	0,100	8,7	23	0,024350	113	5208
2'-3'	8563	0,191	147	15	15	2,69	685	0,0010500	0,215	3,6	21	0,022355	485	5693
3'-4'	13163	0,294	226	7	15	2,69	685	0,0010500	0,331	2,4	12	0,012695	651	6344
4'-5'	17763	0,397	306	7	20	1,79	1250	0,0003150	0,244	2,4	11	0,003525	329	6673
5'-6'	22363	0,500	385	7	20	1,79	1250	0,0003150	0,308	2,4	11	0,003525	521	7195
6'-7'	26963	0,603	464	7	20	1,79	1250	0,0003150	0,371	2,4	11	0,003367	724	7919
7'-8'	30926	0,691	532	10	20	1,79	1250	0,0003150	0,426	2,1	14	0,004470	1265	9183
8'-ВТВ	44726	1,000	769	2	25	1,3	2040	0,0001180	0,377	6,7	10	0,001192	705	9889

## 2.8. Розрахунок опалювальних приладів

Метою теплового розрахунку опалювальних приладів є підбір типорозмірів сталевих панельних радіаторів чи конвекторів, визначення кількості секцій секційних радіаторів (чавунних, біметалевих і ін.), розрахунок поверхні нагрівання приладів із гладких сталевих труб, що забезпечують потрібний тепловий потік у приміщення.

Потрібний тепловий потік опалювального приладу  $\Phi_{\text{нпотр}}$ , Вт, приведений до нормованих умов, визначають за формулою:

$$\Phi_{\text{н}}^{\text{потр}} = \frac{\Phi_{\text{оп}}}{\varphi \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3},$$

де  $\varphi$  – сумарний коефіцієнт, який враховує відмінність розрахункових величин температурного напору і витрати води в опалювальному приладі від нормованих:

$$\varphi = \varphi_1 \cdot \varphi_2 = \left( \frac{\Delta t_p}{\Delta t_n} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_p}{G_n} \right)^p,$$

де  $\Delta t_p$  – розрахунковий температурний напір, °С;

$\Delta t_n$  – нормований температурний напір,  $\Delta t_n=70$  °С ;

$G_p/G_n=1$  - поправковий коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку ОП при відміні розрахункової витрати води  $G_{\text{оп}}$  від  $G_n=360$ - нормована витрата води в ОП, кг/год;

$n$ ,  $p$  і  $c$  – емпіричні показники (дод. Є, табл.Є.1 /7/);

$b$  – коефіцієнт, який враховує барометричний тиск у районі будівництва;

$\psi_1$  – коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювального приладу при русі води в ньому для схеми «зверху-вниз»–  $\psi_1 = 1$ ;

$\psi_2$  – коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів при розташуванні їх в два чи більше рядів по вертикалі  $\psi_2 = 0,85$ ;

$\psi_3$  – коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів під час розташування їх у декілька рядів за глибиною (при однорядній установці приладів за глибиною –  $\psi_3 = 1$ ).

Температурний напір в опалювальному приладі:

$$\Delta t_p = \Delta t_{\text{вх}} - \frac{\Delta t_{\text{оп}}}{2} - \Delta t_{\text{в}},$$

де  $t_{\text{вх}}$  – температура води, що надходить в опалювальний прилад,

$t_{\text{вх}} = t_{\text{г}} = 150^\circ\text{C}$ ;

$\Delta t_{\text{о.п.}}$  – перепад температур води в опалювальному приладі,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{в}}$  – розрахункова температура повітря в приміщенні,  $^\circ\text{C}$ .

Перепад температур води у кожному опалювальному приладі двотрубної системи опалення визначають за формулою:

$$\Delta t_{\text{оп}} = \frac{0,86 \cdot \Phi_{\text{пв}} \cdot b_2 \cdot b_3}{G_{\text{пв}}},$$

де  $\Phi_{\text{п.в.}}$  – сума тепловтрат приміщень, які обслуговуються приладовою віткою ( $\Phi_{\text{п.в.}} = \sum \Phi_{\text{прі}}$ ), Вт;

$b_3$  – коефіцієнт, який враховує спосіб установки опалювального приладу (при відкритій установці –  $b_3 = 1$ );

$G_{\text{п.в.}}$  – витрата води в приладовій вітці, кг/год:

$$G_{\text{пв}} = \frac{0,86 \cdot \Phi_{\text{пв}}}{c \cdot \Delta t_{\text{со}}}.$$

За урахування величини  $(-\Delta\Phi)$  – різниці між сумарними теплонадходженнями та витратою теплоти у приміщенні за нормованої температури внутрішнього повітря, визначеної під час складання теплового балансу приміщень, теплову потужність опалювальних приладів можна визначити за формулою:

$$\Phi_{\text{оп}} = (|-\Delta\Phi| - 0,9 \cdot \Phi_{\text{тр}}) \cdot b_2 \cdot b_3,$$

де  $(-\Delta\Phi)$  – недостача тепла в приміщенні, Вт;

$\Phi_{\text{тр}}$  – тепловіддача трубопроводів системи опалення, прокладених в опалюваному приміщенні, Вт

Тепловіддача від трубопроводів системи опалення:

$$\Phi_{\text{тр}} = q_{\text{тр}} \cdot (l_{\text{верт}} + 1,28 \cdot l_{\text{гор}}),$$

де  $q_{\text{тр}}$  – тепловий потік одного погонного метра відкрито прокладених у приміщенні вертикальних сталевих труб залежно від діаметра і температурного напору  $\Delta t_{\text{трт}}$ , Вт/м;

$l_{\text{верт}}$  – довжина вертикальних труб, м;

$l_{\text{гор}}$  – довжина горизонтально прокладених труб, м.

Розрахунок опалювальних приладів штампувального цеху

Визначаємо витрату води в приладовій вітці, кг/год:

*Зварювальне відділення:*

$$G_{\text{пв}} = \frac{0,86 \cdot \Phi_{\text{пв}}}{\Delta t_{\text{со}}} = \frac{0,86 \cdot 44726}{(120 - 70)} = 516,43 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Визначаємо перепад температур води у кожному опалювальному приладі двотрубної системи опалення визначають за формулою:

$$\Delta t_{\text{оп}} = \frac{0,86 \cdot \Phi_{\text{пв}} \cdot b_2 \cdot b_3}{G_{\text{пв}}} = \frac{0,86 \cdot 44726 \cdot 1,04 \cdot 1}{769,28} = 52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо температурний напір в опалювальному приладі:

$$\Delta t_{\text{р}} = \Delta t_{\text{вх}} - \frac{\Delta t_{\text{оп}}}{2} - \Delta t_{\text{в}} = 120 - \frac{52}{2} - 18 = 76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Тоді сумарний коефіцієнт, який враховує відмінність розрахункових величин температурного напору і витрати води в опалювальному приладі від нормованих дорівнює:

$$\varphi = \varphi_1 \cdot \varphi_2 = \left( \frac{\Delta t_{\text{р}}}{\Delta t_{\text{н}}} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{\text{р}}}{G_{\text{н}}} \right)^p = \left( \frac{76}{70} \right)^{1+0,32} \cdot 1 = 1,115$$

Тепловіддача від трубопроводів системи опалення:

$$\Phi_{\text{тр}} = q_{\text{тр}} \cdot (l_{\text{верт}} + 1,28 \cdot l_{\text{гор}}) = 47,5 \cdot (2,6 + 1,28 \cdot 138) + 37,5 \cdot (2,4 + 1,28 \cdot 80) = 6283 \text{ Вт}$$

Теплова потужність опалювальних приладів можна визначити за формулою:

$$\Phi_{\text{оп}} = (|\Delta\Phi| - 0,9 \cdot \Phi_{\text{тр}}) \cdot b_2 \cdot b_3 = (|-42971,76| - 0,9 \cdot 6283) \cdot 1,04 \cdot 1 = 38809,7 \text{ Вт}$$

Потрібний тепловий потік опалювального приладу  $\Phi_{\text{н}}^{\text{потр}}$ , Вт, приведений до нормованих умов, визначають за формулою:

$$\Phi_{\text{н}}^{\text{потр}} = \frac{\Phi_{\text{оп}}}{\varphi \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3} = \frac{38809,7}{1,113 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 0,85 \cdot 1} = 41375,4$$

*Потрібний тепловий потік опалювальних приладів*

*Таблиця 2.5*

Назва приміщення	G кг/год	$\Delta t_{\text{оп}}$ °C	$\Delta t_{\text{г}}$ °C	$\varphi_1$	$\Phi_{\text{тр}}$ , Вт	$\Phi_{\text{о.п.}}$ , Вт	$\Phi_{\text{нпотр}}$ , Вт
Деревообробний цех	769,28	52	76	1,115	6283	38809,7	41375,4
Фарбувальне відділення	123,67	52	76	1,115	729,6	6501,5	6931,4
Зоточне відділення	236,46	52	76	1,115	1824	12029,4	12824,7
Склад готової продукції	121,74	52	76	1,115	547,2	6560,1	6993,8
Венткамера	48,29	52	76	1,115	182,4	2634,8	2809,0

Опалювальні прилади із гладких сталевих труб підбирають (розробляють) за потрібною площею нагрівання:

$$F_{\text{н}}^{\text{потр}} = \frac{\Phi_{\text{н}}^{\text{потр}}}{k_{\text{тр}} \cdot \Delta t_{\text{тр}}},$$

де  $k_{тр}$  – коефіцієнт теплопередачі для гладких сталевих труб, Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $\Delta t_{тр}$  – різниця середньої температури теплоносія в приладі і внутрішньої температури повітря, °C:

$$\Delta t_{тр} = 0,5 \cdot (t_{вх} + t_{вих}) - t_{в} = 0,5 \cdot (120 + 70) - 18 = 77,$$

де  $t_{вх}$ ,  $t_{вих}$  – температури теплоносія, °C, відповідно на вході і виході опалювального приладу.

$$\text{Тоді, } F_H^{\text{потр}} = \frac{\Phi_H^{\text{потр}}}{k_{тр} \cdot \Delta t_{тр}} = \frac{41375,4}{10,5 \cdot 77} = 51,17551 \text{ м}^2$$

Площа одного регістра:

$$F_{р1} = \frac{F_H^{\text{потр}}}{n} = \frac{51,17551}{10} = 5,11 \text{ м}^2$$

*Розрахунок конструкції регістрів із гладких сталевих труб*

*Таблиця 2.6*

Назва приміщення	Система обладнання	$F_H^{\text{потр}}, \text{ м}^2$	К-ть приладів,		$F_{р1}, \text{ м}^2$	Опалюва при лад льний	$F_{ном}, \text{ м}^2$	Нев'язка, %
			шт,	шт				
Деревообробний цех	СО-1	51,17551	10		5,11755	Р-1	5,78	11,46
Фарбувальне відділення	СО-4	8,573103	2		4,28655	Р-2	4,68	8,41
Заточне віділення	СО-2	15,86233	3		5,28744	Р-1	5,78	8,52
Склад готової продукції	СО-2	8,650289	2		4,32514	Р-4	4,57	5,36
Венткамера	СО-3	3,474372	1		3,47437	Р-5	4,22	17,67

**РОЗДІЛ 3**

**РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА  
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ**

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

### ***3.1 Втрати теплоти приміщенням***

#### ***3.1.1. Тепловтрати через огорожуючі конструкції***

*Див додаток Б*

## 3.2. Теплонадходження в приміщення цеху

### 3.2.1. Теплонадходження від людей

Повну або явну кількість теплоти визначаємо за формулою:

$$Q_{nl} = n \cdot q_{in},$$

де  $n$  – кількість людей в приміщенні, чол;

$q_{in}$  – питомі теплонадходження (явні або повні) від однієї людини.

Визначаємо  $q_{in}$  за [4]:

при роботі середньої тяжкості ( $II_6$  категорія):

$$- t_{wz}^{III} = 29^0 C \rightarrow q_{ян} = 40 \text{ Вт}, q_{nl} = 195 \text{ Вт};$$

Деревообробний цех:

$$Q_{ял}^{III} = 40 \cdot 11 = 440 \text{ Вт}, Q_{ял}^{XII} = 102 \cdot 11 = 1122 \text{ Вт};$$

$$Q_{nl}^{III} = 195 \cdot 12 = 2145 \text{ Вт}, Q_{nl}^{XII} = 202 \cdot 11 = 2222 \text{ Вт}.$$

Фарбувальне відділення:

$$Q_{ял}^{III} = 40 \cdot 3 = 120 \text{ Вт}, Q_{ял}^{XII} = 102 \cdot 3 = 306 \text{ Вт};$$

$$Q_{nl}^{III} = 195 \cdot 3 = 585 \text{ Вт}, Q_{nl}^{XII} = 202 \cdot 3 = 606 \text{ Вт}$$

Заточне відділення:

$$Q_{ял} \quad Q_{ял}^{III} = 40 \cdot 7 = 280 \text{ Вт}, \quad Q_{ял}^{XII} = 102 \cdot 7 = 714 \text{ Вт};$$

$$Q_{nl} \quad Q_{nl}^{III} = 195 \cdot 7 = 1365 \text{ Вт}, \quad Q_{nl}^{XII} = 202 \cdot 7 = 1414 \text{ Вт}$$

Склад готової продукції:

$$Q_{ял} \quad Q_{ял}^{III} = 40 \cdot 2 = 80 \text{ Вт}, \quad Q_{ял}^{XII} = 102 \cdot 2 = 204 \text{ Вт};$$

$$Q_{nl} \quad Q_{nl}^{III} = 195 \cdot 2 = 390 \text{ Вт}, \quad Q_{nl}^{XII} = 202 \cdot 2 = 404 \text{ Вт}.$$

### 3.2.2. Теплонадходження від джерел штучного освітлення

Теплонадходження від джерел штучного освітлення визначаємо за формулою [5]:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв},$$

де  $E$  – освітленість, Лк, приймається по табл. 2.3[5];

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

$q_{осв}$  – питомі тепловиділення, Вт/(м<sup>2</sup>·Лк), за табл. 2.4[5];

$\eta_{осв}$  – доля тепла, що надходить в приміщення [5, с.21].

Приймаємо для люмінесцентних світильників  $\eta_{осв} = 0,45$

Освітленість і питомі тепловиділення у відділеннях цеху:

Деревообробний цех :  $E = 150 \text{Лк}$ ;  $q_{осв} = 0,067 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Лк})$ ;  $F = 516,6 \text{м}^2$  ;

Фарбувальне відділення:  $E = 150 \text{Лк}$ ;  $q_{осв} = 0,067 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Лк})$ ;  $F = 110,0 \text{м}^2$  ;

Заточне відділення:  $E = 150 \text{Лк}$ ;  $q_{осв} = 0,067 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Лк})$ ;  $F = 66,6 \text{м}^2$  ;

Тоді:

Деревообробний цех :  $Q_{осв} = 150 \cdot 516,6 \cdot 0,067 \cdot 0,45 = 2336 \text{Вт}$

Фарбувальне відділення:  $Q_{осв} = 150 \cdot 110,0 \cdot 0,067 \cdot 0,45 = 497 \text{Вт}$

Заточне відділення:  $Q_{осв} = 150 \cdot 66,6 \cdot 0,067 \cdot 0,45 = 301 \text{Вт}$

Склад готової продукції:  $Q_{осв} = 150 \cdot 72,1 \cdot 0,067 \cdot 0,45 = 326 \text{Вт}$

### 3.2.3. Теплонадходження за рахунок сонячної радіації

Деревообробний цех

сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма						60,0	222,0	348,0	385,0	356,0
Розсіяна	62,0	64,0	65,0	67,0	71,0	81,0	99,0	107,0	98,0	60,0
h	47,0	54,0	58,0	58,0	54,0	47,0	38,0	30,0	21,0	12,0
Ac	56,0	36,0	13,0	13,0	36,0	56,0	72,0	85,0	97,0	109,0
Асо	11,0	9,0	32,0	32,0	81,0	101,0	117,0	130,0	142,0	154,0
Beta	42,5	35,7	27,9	27,9	6,5	-10,1	-30,2	-48,1	-64,0	-76,7
S	518,0	465,0	173,0	230,0	65,0					
D	149,0	131,0	116,0	105,0	98,0	92,0	85,0	73,0	58,0	35,0
Beta2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5
Кинс.в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
q2p	5,2	5,4	5,5	5,6	6,0	11,8	27,0	38,2	40,6	34,9
tн.усл	36,5	36,8	33,7	35,2	33,4	32,6	32,3	31,6	30,6	29,1
q2t	7,4	7,8	3,6	5,6	3,2	2,1	1,7	0,8	-0,6	-2,5
Сума	180,8	189,0	130,9	161,7	131,5	200,5	413,3	562,1	575,7	467,3

юв	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	419,0	352,0	251,0	106,0						
Розсіяна	107,0	94,0	84,0	78,0	70,0	65,0	60,0	53,0	4,0	26,0
h	47,0	54,0	58,0	58,0	54,0	47,0	38,0	30,0	21,0	12,0
Ac	56,0	36,0	13,0	13,0	36,0	56,0	72,0	85,0	97,0	109,0
Асо	11,0	9,0	32,0	32,0	81,0	101,0	117,0	130,0	142,0	154,0
Beta	42,5	35,7	27,9	27,9	6,5	-10,1	-30,2	-48,1	-64,0	-76,7
S	518,0	465,0	173,0	230,0	65,0					
D	149,0	131,0	116,0	105,0	98,0	92,0	85,0	73,0	58,0	35,0
Beta2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5
Кинс.в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
q2p	44,2	37,5	28,1	15,5	5,9	5,5	5,0	4,5	0,3	2,2
tн.усл	36,5	36,8	33,7	35,2	33,4	32,6	32,3	31,6	30,6	29,1
q2t	7,4	7,8	3,6	5,6	3,2	2,1	1,7	0,8	-0,6	-2,5
Сума	742,1	651,1	457,5	303,2	130,2	108,6	97,6	75,8	-3,7	-4,5

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	593,0	685,0	733,0	733,0	685,0	593,0	499,0	356,0	209,0	91,0
Розсіяна	126,0	129,0	133,0	133,0	129,0	126,0	112,0	99,0	84,0	56,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	0,076	0,094	0,104	0,104	0,094	0,076	0,055	0,025	-0,007	-0,035
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	391,0	486,0	538,0	538,0	486,0	391,0	283,0	127,0	-35,0	-181,0
	317,6	327,1	332,3	332,3	327,1	317,6	306,8	291,3	275,1	260,5
ЮВ	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	492,0	429,0	335,0	190,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Розсіяна	144,0	127,0	113,0	105,0	94,0	88,0	81,0	74,0	58,0	35,0
Сумарна	177,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0
q пк ср	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	0,438	0,348	0,245	0,099	-0,053	-0,098	-0,105	-0,112	-0,127	-0,149
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	459,0	365,0	257,0	104,0	-56,0	-103,0	-110,0	-117,0	-133,0	-156,0
	195,7	177,0	155,5	125,1	93,2	83,8	82,5	81,1	77,9	73,3
ЮЗ	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	65,0	230,0	373,0	465,0	518,0	572,0	607,0	664,0	442,0
Розсіяна	92,0	98,0	105,0	116,0	131,0	149,0	166,0	174,0	160,0	99,0
Сумарна	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0
q пк ср	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	-0,094	-0,027	0,137	0,284	0,386	0,454	0,522	0,563	0,604	0,334
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-99,0	-28,0	144,0	298,0	405,0	476,0	547,0	590,0	633,0	350,0
	15,4	17,7	23,4	28,4	31,9	34,2	36,5	37,9	39,3	30,1

СВ	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	119,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Розсіяна	107,0	93,0	87,0	85,0	84,0	81,0	79,0	72,0	59,0	37,0
Сумарна	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0
q пк ср	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	0,094	-0,025	-0,038	-0,040	-0,041	-0,044	-0,046	-0,052	-0,065	-0,086
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	99,0	-26,0	-40,0	-42,0	-43,0	-46,0	-48,0	-55,0	-68,0	-90,0
	3,1	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,1	0,8
СЗ	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	143,0	305,0	420,0	437,0	191,0
Розсіяна	84,0	86,0	87,0	91,0	96,0	109,0	134,0	144,0	133,0	81,0
Сумарна	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
q пк ср	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	-0,039	-0,037	-0,036	-0,032	-0,007	0,121	0,300	0,419	0,424	0,140
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-41,0	-39,0	-38,0	-34,0	-7,0	127,0	314,0	439,0	445,0	147,0
	3,6	3,7	3,8	4,0	5,5	13,0	23,6	30,6	30,9	14,2

### Склад готової продукції:

сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма						60,0	222,0	348,0	385,0	356,0
Розсіяна	62,0	64,0	65,0	67,0	71,0	81,0	99,0	107,0	98,0	60,0
h	47,0	54,0	58,0	58,0	54,0	47,0	38,0	30,0	21,0	12,0
Ac	56,0	36,0	13,0	13,0	36,0	56,0	72,0	85,0	97,0	109,0
Асо	11,0	9,0	32,0	32,0	81,0	101,0	117,0	130,0	142,0	154,0
Beta	42,5	35,7	27,9	27,9	6,5	-10,1	-30,2	-48,1	-64,0	-76,7
S	518,0	465,0	173,0	230,0	65,0					
D	149,0	131,0	116,0	105,0	98,0	92,0	85,0	73,0	58,0	35,0
Beta2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5
Кинс.в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
q2p	5,2	5,4	5,5	5,6	6,0	11,8	27,0	38,2	40,6	34,9
tн.усл	36,5	36,8	33,7	35,2	33,4	32,6	32,3	31,6	30,6	29,1
q2t	10,0	10,4	6,3	8,3	5,8	4,7	4,4	3,5	2,1	0,2
Сума	73,1	75,8	56,4	66,7	56,6	79,6	150,6	200,2	204,7	168,6
св	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	119,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Розсіяна	107,0	93,0	87,0	85,0	84,0	81,0	79,0	72,0	59,0	37,0
Сумарна	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0	127,0
q пк ср	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	0,094	-0,025	-0,038	-0,040	-0,041	-0,044	-0,046	-0,052	-0,065	-0,086
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	99,0	-26,0	-40,0	-42,0	-43,0	-46,0	-48,0	-55,0	-68,0	-90,0
	14,8	7,6	6,8	6,7	6,7	6,5	6,4	6,0	5,2	4,0

сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	143,0	305,0	420,0	437,0	191,0
Розсіяна	84,0	86,0	87,0	91,0	96,0	109,0	134,0	144,0	133,0	81,0
Сумарна	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
q пк ср	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	-0,039	-0,037	-0,036	-0,032	-0,007	0,121	0,300	0,419	0,424	0,140
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-41,0	-39,0	-38,0	-34,0	-7,0	127,0	314,0	439,0	445,0	147,0
	7,6	7,7	7,8	8,1	10,0	19,6	33,0	41,9	42,3	21,0

### Заточне відділення:

сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма						60,0	222,0	348,0	385,0	356,0
Розсіяна	62,0	64,0	65,0	67,0	71,0	81,0	99,0	107,0	98,0	60,0
h	47,0	54,0	58,0	58,0	54,0	47,0	38,0	30,0	21,0	12,0
Ac	56,0	36,0	13,0	13,0	36,0	56,0	72,0	85,0	97,0	109,0
Aco	11,0	9,0	32,0	32,0	81,0	101,0	117,0	130,0	142,0	154,0
Beta	42,5	35,7	27,9	27,9	6,5	-10,1	-30,2	-48,1	-64,0	-76,7
S	518,0	465,0	173,0	230,0	65,0					
D	149,0	131,0	116,0	105,0	98,0	92,0	85,0	73,0	58,0	35,0
Beta2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5
Кинс.в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
q2p	5,2	5,4	5,5	5,6	6,0	11,8	27,0	38,2	40,6	34,9
tн.усл	36,5	36,8	33,7	35,2	33,4	32,6	32,3	31,6	30,6	29,1
q2t	7,4	7,8	3,6	5,6	3,2	2,1	1,7	0,8	-0,6	-2,5
Сума	180,8	189,0	130,9	161,7	131,5	200,5	413,3	562,1	575,7	467,3

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	593,0	685,0	733,0	733,0	685,0	593,0	499,0	356,0	209,0	91,0
Розсіяна	126,0	129,0	133,0	133,0	129,0	126,0	112,0	99,0	84,0	56,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	0,076	0,094	0,104	0,104	0,094	0,076	0,055	0,025	-0,007	-0,035
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	391,0	486,0	538,0	538,0	486,0	391,0	283,0	127,0	-35,0	-181,0
	40,6	41,9	42,5	42,5	41,9	40,6	39,3	37,3	35,2	33,3

ЮЗ	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	65,0	230,0	373,0	465,0	518,0	572,0	607,0	664,0	442,0
Розсіяна	92,0	98,0	105,0	116,0	131,0	149,0	166,0	174,0	160,0	99,0
Сумарна	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0
q пк ср	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	-0,094	-0,027	0,137	0,284	0,386	0,454	0,522	0,563	0,604	0,334
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-99,0	-28,0	144,0	298,0	405,0	476,0	547,0	590,0	633,0	350,0
	20,3	23,3	30,7	37,3	41,9	45,0	48,0	49,9	51,7	39,6

Сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	143,0	305,0	420,0	437,0	191,0

Розсіяна	84,0	86,0	87,0	91,0	96,0	109,0	134,0	144,0	133,0	81,0
Сумарна	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
q пк ср	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	-0,039	-0,037	-0,036	-0,032	-0,007	0,121	0,300	0,419	0,424	0,140
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-41,0	-39,0	-38,0	-34,0	-7,0	127,0	314,0	439,0	445,0	147,0
	5,5	5,7	5,7	6,1	8,4	19,9	36,0	46,7	47,2	21,6

Фарбувальне відділення:

сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма						60,0	222,0	348,0	385,0	356,0
Розсіяна	62,0	64,0	65,0	67,0	71,0	81,0	99,0	107,0	98,0	60,0
h	47,0	54,0	58,0	58,0	54,0	47,0	38,0	30,0	21,0	12,0
Ac	56,0	36,0	13,0	13,0	36,0	56,0	72,0	85,0	97,0	109,0
Асо	11,0	9,0	32,0	32,0	81,0	101,0	117,0	130,0	142,0	154,0
Beta	42,5	35,7	27,9	27,9	6,5	-10,1	-30,2	-48,1	-64,0	-76,7
S	518,0	465,0	173,0	230,0	65,0					
D	149,0	131,0	116,0	105,0	98,0	92,0	85,0	73,0	58,0	35,0
Beta2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5
Кинс.в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
q2p	5,2	5,4	5,5	5,6	6,0	11,8	27,0	38,2	40,6	34,9
tн.усл	36,5	36,8	33,7	35,2	33,4	32,6	32,3	31,6	30,6	29,1
q2t	7,4	7,8	3,6	5,6	3,2	2,1	1,7	0,8	-0,6	-2,5
Сума	180,8	189,0	130,9	161,7	131,5	200,5	413,3	562,1	575,7	467,3
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	593,0	685,0	733,0	733,0	685,0	593,0	499,0	356,0	209,0	91,0
Розсіяна	126,0	129,0	133,0	133,0	129,0	126,0	112,0	99,0	84,0	56,0
Сумарна	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0	328,0
q пк ср	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	0,076	0,094	0,104	0,104	0,094	0,076	0,055	0,025	-0,007	-0,035
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	391,0	486,0	538,0	538,0	486,0	391,0	283,0	127,0	-35,0	-181,0
	67,6	69,6	70,8	70,8	69,6	67,6	65,3	62,0	58,6	55,5
Сз	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Пряма	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	143,0	305,0	420,0	437,0	191,0
Розсіяна	84,0	86,0	87,0	91,0	96,0	109,0	134,0	144,0	133,0	81,0
Сумарна	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0	125,0
q пк ср	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
t l	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
A q пк	-0,039	-0,037	-0,036	-0,032	-0,007	0,121	0,300	0,419	0,424	0,140
Beta2	0,00	0,26	0,50	0,71	0,87	0,97	1,00	0,97	0,87	0,71
A q г	-41,0	-39,0	-38,0	-34,0	-7,0	127,0	314,0	439,0	445,0	147,0
	5,5	5,7	5,7	6,1	8,4	19,9	36,0	46,7	47,2	21,6

### 3.2.4 Теплонадходження від обладнання

#### Теплонадходження від електродвигунів і обладнання, яке ними приводиться в дію

Визначаємо за формулою [3]:

$$Q_{\partial} = 10^3 \cdot N_{\partial} \cdot k_{\epsilon} \cdot k_{\text{з}} \cdot k_{\text{o}} \cdot (1 \cdot \eta_{\partial} + k_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{р}}),$$

де  $N_{\partial}$  – установочна потужність двигуна, кВт;

$k_{\epsilon} = 0.7 \div 0.9$  – коеф. використання установочної потужності;

$k_{\text{з}} = 0.5 \div 0.8$  – коеф. завантаження двигуна;

$k_{\text{o}} = 0.5 \div 1$  – коеф. одночасної роботи двигунів;

$\eta_{\partial} = 0.75 \div 0.92$  – ККД двигуна;

$k_{\text{T}} = 0.1 \div 1$  – коеф. асиміляції тепла повітрям приміщення.

Для всього обладнання приймаємо  $k_{\epsilon} = 0,8$ ,  $k_{\text{з}} = 0,70$ ,  $k_{\text{o}} = 1,0$ ,  $\eta_{\partial} = 0,8$ ,  $k_{\text{T}} = 1,0$ .

Отже,

Деревообробний цех :

1 – Станок круглопильний, тип ЦА-2 – 3шт,	N = 4 кВт.
2 – Станок фуговальний, тип СФ-6 – 1шт,	N = 4 кВт.
3 – Станок цепнодолбіжний, тип ДЦА – 1шт,	N = 1,5 кВт.
4 – Станок торцювочний, тип ЦПА – 1шт,	N = 3 кВт.
5 – Станок фрезерний, тип Ф-3 – 1шт,	N = 15 кВт.
6 – Станок рейсмусовий, тип СР6-6 – 1шт,	N = 7 кВт.
7 – Станок шпворізний, тип ШПА-40 – 1шт,	N = 2,2 кВт.
8 – Вудос-2 – 2 шт,	N = 1,5 кВт.
9 – Вудос-3 – 1 шт,	N = 4,0 кВт.

Загальна потужність встановленого обладнання  $\sum N = 51,7$  кВт;

$$Q_{\partial} = 10^3 \cdot 51,7 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 0,7 \cdot 0,8) = 28112 \text{ Вт}$$

Заточне відділення:

1 – Заточний станок	ЗА-64 (6 шт),	N = 4 кВт;
2 – Вудос-9 – 1 шт,		N = 1,5 кВт.

Загальна потужність встановленого обладнання  $\sum N = 25,5$  кВт;

$$Q_{\partial} = 10^3 \cdot 25,5 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 0,7 \cdot 0,8) = 14280 \text{ Вт}$$

Фарбувальне відділення:

15 - Фарбувальна-сушильна камера Nova Verta (2 шт), N = 15 кВт.

Загальна потужність встановленого обладнання  $\sum N = 30,0$  кВт;

$$Q_{\partial} = 10^3 \cdot 30 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (1 - 0,8 + 0,7 \cdot 0,8) = 16800 \text{ Вт}$$

Загальні теплонадходження в приміщення вказано в таблиці 3.1

*Загальні теплонадходження в приміщення*

*Таблиця 3.1*

Назва приміщення	Джерело теплоти	Період року			
		Теплий період		Холодний період	
		Явні	Повні	Явні	Повні
Деревообробний цех	Сонячна радіація	4300	4300	-	-
	Люди	440	2145	1122	2222
	Штучне освітлення	2336	2336	2336	2336
	Від обладнання	28112	28112	28112	28112
	Всього:	35188	36893	31570	32670
Заточне відділення	Сонячна радіація та Огородж.конструкції	1290	1290	-	-
	Люди	280	1365	714	1414
	Штучне освітлення	301	301	301	301
	Від обладнання	14280	14280	14280	14280
	Всього:	16151	17236	15295	15995
Фарбувальне Відділення	Сонячна радіація	1250	1250	-	-
	Люди	120	585	306	606
	Штучне освітлення	497	497	497	497
	Обладнання	16800	16800	16800	16800
	Всього:	18667	19132	17603	17903
Склад готової продукції	Сонячна радіація	420	420	-	-
	Люди	80	390	204	404
	Штучне освітлення	326	326	326	326
	Обладнання	-	-	-	-
	Всього:	826	1136	530	727

### 3.3 Надходження шкідливостей у приміщення

#### 3.3.1 Вологонадходження від людей

Визначаємо за формулою, г/год:

$$W_l = \omega \cdot n,$$

де  $\omega$  – вологонадходження від однієї людини в залежності відступення виконуємої роботи ( табл. 2.1 [4]);

$n$  – кількість людей в цеху.

#### Деревообробний цех :

$$\begin{aligned} \omega_{\text{тп}} &= 230 \text{ г / год} ; & W_{\text{тп}} &= 230 \cdot 11 = 2530 \text{ г / год} ; \\ \omega_{\text{хп}} &= 140 \text{ г / год} ; & W_{\text{хп}} &= 140 \cdot 11 = 1540 \text{ г / год} . \end{aligned}$$

#### Заготівельний цех:

$$\begin{aligned} \omega_{\text{тп}} &= 230 \text{ г / год} ; & W_{\text{тп}} &= 230 \cdot 3 = 690 \text{ г / год} ; \\ \omega_{\text{хп}} &= 140 \text{ г / год} ; & W_{\text{хп}} &= 140 \cdot 3 = 420 \text{ г / год} . \end{aligned}$$

#### Фарбувальне відділення:

$$\begin{aligned} \omega_{\text{тп}} &= 230 \text{ г / год} ; & W_{\text{тп}} &= 230 \cdot 7 = 1610 \text{ г / год} ; \\ \omega_{\text{хп}} &= 140 \text{ г / год} ; & W_{\text{хп}} &= 140 \cdot 7 = 980 \text{ г / год} . \end{aligned}$$

#### Збірний цех:

$$\begin{aligned} \omega_{\text{тп}} &= 230 \text{ г / год} ; & W_{\text{тп}} &= 230 \cdot 2 = 460 \text{ г / год} ; \\ \omega_{\text{хп}} &= 140 \text{ г / год} ; & W_{\text{хп}} &= 140 \cdot 2 = 280 \text{ г / год} . \end{aligned}$$

#### 3.3.1 Надходження газових шкідливостей у приміщення *Кількість вуглекислого газу, який виділяється людьми*

Визначаємо за формулою:

$$M_{\text{CO}_2} = n \cdot m_{\text{CO}_2} , \quad \text{г / год}$$

Згідно з табл. 2.1 [4] визначаємо

2

$$m_{CO} : m_{CO} = 35 \text{ г / год}$$

Деревообробний цех :  $M_{CO} = 11 \cdot 35 = 385 \text{ г / год}$  ;

Фарбувальне відділення:  $M_{CO} = 3 \cdot 35 = 105 \text{ г / год}$  ;

Заточне відділення:  $M_{CO} = 7 \cdot 35 = 245 \text{ г / год}$  .

Склад готової продукції:  $M_{CO} = 2 \cdot 35 = 70 \text{ г / год}$

### **3.3.3 Кількість шкідливих речовин, які виділяються при фарбувальних роботах.**

$$M_x = G_{\text{лф, м}} \cdot m \cdot \left[ 1 - \frac{1}{k \cdot t} \cdot (1 - e^{-kt}) \right]$$

де:

$G_{\text{лф, м}}$  – витрата лакофарбового матеріалу, кг/год;  $m$  –  
доля компонента в розчиннику;

$t$  – час висихання з моменту нанесення лф матеріалу, хв.;

$k$  – загальний коефіцієнт, характеризуючий процес фарбування,

$$k = k_{20} k_t k_v k_q k_n k_i$$

$k_{20}$  – коефіцієнт інтенсивності випаровування розчинника при певних метеорологічних умовах ( $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$ ,  $\phi_{\text{в}} = 50 \dots 70\%$ ,  $v_{\text{в}} = 0 \text{ м/с}$ );

$k_t$  – коефіцієнт, який залежить від температури повітря в приміщенні  $t_{\text{в}}$ ;

$k_v$  – коефіцієнт, який враховує швидкість повітря в приміщенні;

$k_q$  – поправочний коефіцієнт на товщину шару матеріалу, нанесеного на поверхню виробу, який залежить від питомої витрати матеріалу  $q$ , кг/м<sup>2</sup>;

$k_{\text{п}}$  – коефіцієнт, який враховує розташування поверхні яку фарбують;

$k_{\text{ф}}$  – поправочний коефіцієнт на відносну вологість повітря в приміщенні ф.

На виробництві використовують пентафталеві фарби та емалі марки ПФ-115.

$$k_{20} = 0,01$$

$$k_t = 1,4 \text{ (ТП)}; = 1,1 \text{ (ХП)}$$

$$k_v = 0,8 \text{ (ТП)}; = 2,3 \text{ (ХП)}$$

$$k_q = 1$$

$$k_{\text{п}} = 0,7$$

$$k_{\text{ф}} = 1$$

$$q = 2,00 \text{ кг/м}^2 \text{ G}_{\text{лф, м}} = 2 \text{ кг/годт} = 30 \text{ хв}$$

$$M_{\text{л уайт - спірит}} = 2 \cdot 0,7 \cdot \left[ 1 - \frac{1}{0,0000784 \cdot 30} \cdot (1 - e^{-0,0000784 \cdot 30}) \right] = 1,4 \text{ кг / ч}$$

$$M_{\text{л ксилол}} = 2 \cdot 0,3 \cdot \left[ 1 - \frac{1}{0,0000784 \cdot 30} \cdot (1 - e^{-0,0000784 \cdot 30}) \right] = 0,6 \text{ кг / ч}$$

В холодний період:

$$k = 0,01 \cdot 1,1 \cdot 2,3 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 0,015939$$

$$M_{\text{л уайт - спірит}} = 5,2 \cdot 0,5 \cdot \left[ 1 - \frac{1}{0,015939 \cdot 60} \cdot (1 - e^{-0,015939 \cdot 60}) \right] = 1,4 \text{ кг / ч}$$

$$M_{\text{л ксилол}} = 5,2 \cdot 0,5 \cdot \left[ 1 - \frac{1}{0,015939 \cdot 60} \cdot (1 - e^{-0,0000784 \cdot 30}) \right] = 0,6 \text{ кг / ч}$$

До розрахунку приймаємо 30 % , які прориваються фарбувальної камери.

$$M_{\text{л уайт - спірит}} = 0,4 \text{ кг / ч}$$

$$M_{\text{л ксилол}} = 0,18 \text{ кг / ч}$$

### 3.4 Вибір і розрахунок місцевих відсмоктувачів відтехнологічного обладнання

Місцеві відсмоктувачі проектуються для видалення шкідливостей безпосередньо від технологічного обладнання.

*Вибір місцевих відсмоктувачів*

*Таблиця 3.2*

Позиція	Найменування обладнання	Кількість	Характеристика шкідливостей	Тип місцевого відсмоктувача	Витрата повітря, що видаляється, $L_{\text{мв}}$ , м <sup>3</sup> /год		Примітка
					від одиниці	усього	
Заточне відділення							
9	Заточний станок 3А-64	6	Пил металевий	Кожух	238	1428	[7]
Деревообробне відділення							
1	Круглопилний станок ЦА-2	3	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	720	2160	[7]
2	Фуговальний станок СФ-6	1	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	1320	1320	[7]
3	Цепнодолбінний станок ДЦА	1	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	650	650	[7]
4	Торцовочний станок ЦПА	1	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	840	840	[7]
5	Фрезерний станок Ф-3	1	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	960	960	[7]
6	Рейсмусовий станок СР6-6	1	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	1500	1500	[7]

7	Шипорізний станок ШПА-40	1	Пил дерев'яний	Нижній відсмоктувач	1080	1080	[7]
Фарбувальне відділення							
	Фарбувальна камера NOVA VERTA Excel	2	Випар и проду ктів Фарбування	Вбудований відсмоктувач	20000	40000	За тех. харак.
					Σ	8510/1428/40000	

Для кожухів заточних станків витрата повітря буде становити :

$$L_{м.в.} = 360 * F * V_{o.} = 360 * 0,05 * 13,2 = 238$$

$$V_{o.} = 0,25 * (ndn / 60) = 0,25 * (3,14 * 0,45 * 2214 / 60) = 13,2$$

### 3.5 Розрахунок повітрообмінів

Визначення повітрообміну в приміщені ґрунтується на рівнянні тепло-повітряного балансу, це також може бути рівняння балансу по явній теплоті, по волозі та шкідливостям.

Кількість повітря, що подається загальнообмінною припливною вентиляцією, визначається окремо для кожного періоду року по кожному виду шкідливостей і до розрахунку приймається більша з отриманих величин по формулах. Під час розрахунку повині бути відомі величини повних та явних надлишків теплоти, якщо наявні виділення шкідливих речовин, то треба знати їх концентрацію, а також їх граничнодопустиму концентрацію ГДК.

#### 3.5.1 За надлишками теплоти

$$L_{o.s.} = L_{mo} + \frac{3,6 \cdot Q_{над} - 1,005 \cdot L_{м.о.} \cdot (t_{вз.} - t_{in})}{1,005 \cdot (t_l - t_{in})}$$

де  $Q_{над}$  – надлишок явної теплоти, Вт;  $C$  – теплоємність повітря 1,005;

$L_{м.о.}$  – сумарна кількість повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами, м<sup>3</sup>/год.

В розрахунках не враховується сумарна кількість повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами, оскільки для систем аспірації застосовуємо рециркуляційні стружкопилососи, які встановлюються в цеху.

Деревообробний цех:

$$L_{o.s.}^{III} = \frac{3,6 \cdot (35188)}{1,005 \cdot (31 - 26)} = 25200 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Заточне відділення:

$$L_{o.s.}^{III} = \frac{3,6 \cdot 16151}{1,005 \cdot (31 - 26)} = 11570 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Склад готової продукції:

$$L_{o.s.} = \frac{3,6 \cdot 826}{1,005 \cdot (31 - 26)} = 594 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Фарбувальне відділення:

$$L_{o.s.}^{III} = \frac{3,6 \cdot 18667}{1,005 \cdot (31 - 26)} = 13375 \text{ м}^3 / \text{год}$$

### 3.5.2 По мінімальній витраті повітря на одного робітника

$$L_{o.s.} = n \cdot l_{\min},$$

де  $n$  – кількість робітників;

$l_{\min}$  – мінімальна витрата повітря на одного робітника;  $l_{\min} = 60 \text{ м}^3 / \text{год}$

Заточне відділення:  $L_{o.s.} = 7 \cdot 60 = 420 \text{ м}^3 / \text{год}$  ;

Деревообробне відділення:  $L_{o.s.} = 11 \cdot 60 = 660 \text{ м}^3 / \text{год}$  ;

Фарбувальне відділення:  $L_{o.s.} = 3 \cdot 60 = 180 \text{ м}^3 / \text{год}$  ;

Склад готової продукції:

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

### 3.5.3 За розбавленням шкідливостей

$$L_{в.р} = M_{в.р} / (Z_{yx} - Z_n)$$

$M_{в.р.} = 400000$ , мг/год –кількість уайт-спіриту, які виділяються при фарбувальних роботах

$M_{в.р.} = 180000$ , мг/год –кількість ксилолу, які виділяються при фарбувальних роботах

$$Z_{y.x.} = 300, \text{ -ГДК парів уай-спіриту } \text{мг} / \text{м}^3$$

$Z_n = 30$ , -коцентрація парів уай-спіриту у привливному повітрі.  
 $\text{мг} / \text{м}^3$

$Z_n = 5$ , -коцентрація парів ксилолу

*Фарбувальне відділення:*

Уайт-спірит:  $L_{о.в.} = 400000 / (300 - 30) = 1481 \text{м}^3 / \text{год}$  ;

Ксилол:  $L_{о.в.} = 180000 / (50 - 5) = 4000 \text{м}^3 / \text{год}$  ;Результати розрахунку загально обмінного притоку зводяться в табл. 3.3.

*Результати розрахунку загально обмінного приливу*

*Таблиця 3.3*

Найменування віділення	Період року	Розрахункове значення повітрообміну, м <sup>3</sup> /год		
		L <sub>над</sub> / L <sub>вр</sub>	n	L <sub>max</sub>
Заточне	Т	11570	420	11570
	Х	-	420	420
Деревообробний	Т	25200	660	25200
	Х	-	660	720
Фарбувальне	Т	13375	180	13375
	Х	4000	180	400
Склад готової продукції	Т	594	120	594
	Х		120	120

### 3.3 Складання повітряного балансу

Складання повітряного балансу здійснюється в табличній формі ізведений в табл. 3.4.

*Повітряний баланс приміщень цехів*

Таблиця 3.4

Відділення	Період року	Видалення, м <sup>3</sup> /год					Приплив, м <sup>3</sup> /год				
		Місцеве		Загально-обмінне		Разом	Місцевий		Загально-обмінний		Разом
		пр.	мех.	пр.	мех.		пр.	мех.	пр.	мех.	
Заточне	Т	-	1428	-	11570	11570	-	-	-	11570	11570
	Х	-	1428	-	420	420	-	-	-	420	420
Деревообробний	Т	-	8510	-	25200	25200	-	-	-	25200	25200
	Х	-	8510	-	660	660	-	-	-	660	660
Фарбувальне	Т	-	40000	-	14000	13375	-	-	-	13375	13375
	Х	-	40000	-	-	-	-	-	-	13375	13375
Склад готової продукції	Т	-	-	-	592	592	-	-	-	592	592
	Х	-	-	-	120	120	-	-	-	120	120

Для фарбувального відділення обов'язково повино бути розрідження. Тому продуктивність витяжної вентиляції для фарбувального відділення була прийнята на 5 % за продуктивність припливної системи.

### 3.7 Схема організації повітрообміну

У заточному та деревообробному відділеннях здійснюється місцеве видалення повітря від верстатів за допомогою аспіраційних систем MB1, MB2, MB3 та MB4 до складу яких входять місцеві відсмоктувачі, колектори, стружкопилососи.

Загальнообмінне видалення повітря з приміщень здійснюється механічним шляхом. Приплив повітря забезпечують 4 механічні припливними системами П1, П2 та П3 та П4. Для подачі повітря у верхню зону з малими швидкостями використовуємо повітророзподільники з швидко затухаючими струминами. В якості повітророзподільників в приміщенні заточного відділення прийняті панельні перфаровані прямокутні 600x600 1СПП, в деревообробному теж – 600x600 1СПП для подачі, на видалення повітря 900x900 1СПП, у фарбувальному відділенні 600x600 1СПП для подачі, на видалення повітря 900x900 1СПП, а в складі готової продукції РВ3040-1Ж 200x200.

Для загальнообмінного видалення повітря з приміщень використовується промислові вентилятори Systemair DVV-EX 800D6 Roof fan, Ruck DVN 630 D4, Systemair DVV-EX 630D6-XL Roof fan. В складі готової продукції передбачається окрема установка RIS 700 PE3.0.( тех харак в лолатку 1).

Для запобігання потрапляння холодного повітря в зимовий період року ворота обладнані вітряно – тепловою завісою (ПТЗ).

### 3.8. Розрахунок повітророзподільчів

Заточне відділення :

На витяжку приплив: 11570

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o.} = L / N = 11570 / 6 = 1928 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 6 панельних повітророзподільника перфарованих прямокутних 600x600 1СПП, з такими параметрами :

$$L_{\text{ф}}=1928 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0,2515\text{м}^2; m=2,1; n=1,7; \zeta=2,3$$

$$V_0 = \frac{L_0}{3600F_0} = \frac{1928}{3600 \cdot 0,18} = 2,98 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Деревообробне відділення:

На витяжку: 25200

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o.} = L / N = 25209 / 9 = 2801 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 9 панельних повітророзподільника перфарованих прямокутних 900x900 1СПП, з такими параметрами:

$$L_{\text{ф}}=3089 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0,25\text{м}^2; m=2,1; n=1,7; \zeta=2,3$$

$$V_{o.} = \frac{L_{o.}}{3600F_{o.}} = \frac{2801}{3600 \times 0.25} = 3,1 \text{ м} / \text{с}$$

-швидкість повітря на виході з

повітророзподільвачаНа приплив: 25209

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o..} = L / N = 25209 / 12 = 2100 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 12 панельних повітророзподільника перфарованих прямокутних 600х600 1СПП, з такими параметрами:

$$L_{\text{д}}=2100 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0,18 \text{ м}^2; m=2,1; n=1,7; \zeta=2,3$$

$$V_{o..} = \frac{L_{o..}}{3600 F_{o..}} = \frac{2100}{3600 \times 0,18} = 3,2 \text{ м} / \text{с}$$

Фарбувальне відділення:

На витяжку: 14000

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o..} = L / N = 14000 / 5 = 2800 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 5 панельних повітророзподільника перфарованих прямокутних 900х900 1СПП:

$$L_{\text{д}}=2660 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0,2515 \text{ м}^2; m=2,1; n=1,7; \zeta=2,3$$

$$V_0 = \frac{L_0}{3600 F_0} = \frac{2800}{3600 \cdot 0,25} = 3,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

-швидкість повітря на виході з повітророзподілювача

На приплив: 13375

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o..} = L / N = 13375 / 10 = 1337,5 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 10 панельних повітророзподільника перфарованих прямокутних 600х600 1СПП, з такими параметрами:

$$L_{\text{д}}=5330 \text{ м}^3/\text{год}; F_0=0,429 \text{ м}^2; m=2,1; n=1,7; \zeta=2,3$$

$$V_0 = \frac{L_0}{3600 F_0} = \frac{1337,5}{3600 \cdot 0,18} = 2,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Склад готової продукції:

На витяжку та приплив: 594

Кількість повітря, що проходить через 1 повітророзподільник:

$$L_{o..} = L / N = 594 / 3 = 198 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 3 РВ3040-1Ж 200x200, з такими параметрами:

$$L_0 = 240 \text{ м}^3 / \text{год}; F_0 = 0,02 \text{ м}^2; m = 1,2; n = 1,5; \zeta = 1,7 = 2,9 \text{ м} / \text{с}$$

-швидкість повітря на виході з повітророзподільника

Довжина струмини

Довжину струмини знаходимо по формулі:

$$x = \sqrt{F_0 + H - h_{wz}} = \sqrt{0,02 + 7,5 - 2} = 2,35 \text{ м}$$

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

$a_0$ -ширина повітророзподільника

$6 \cdot 0,2 = 1,2$ , отже  $2,35 > 1,2$  – струмина, компактна.

Розрахунок компактної струмини

$v_x$  – швидкість при вході струмини в робочу зону:

$$v_x = \frac{m \cdot \theta_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_H = \frac{1,5 \cdot 2,9 \cdot \sqrt{0,02}}{2,35} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 = 0,3 \text{ м} / \text{с}$$

Де:  $v_0$ - швидкість на виході із повітророзподільника;

$F_0$ - площа повітророзподільника;

$x$ - довжина струмини;

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

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

$K_H$ - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків.

$$k_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot A_{Rx}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot 0,88} = 1,3$$

$$A_{Rx} = \frac{n}{m^2} \cdot A_{R0} \cdot \left( \frac{X_n}{1,13 \cdot \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{1,2}{1,5^2} \cdot 0,0011 \cdot \left( \frac{5,5}{1,13 \cdot \sqrt{0,02}} \right)^2 = 0,88$$

$$A_{R0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{v_0^2 \cdot T_{wz}} = 11,1 \frac{1 \cdot \sqrt{0,02}}{2,9^2 \cdot 302} = 0,0014$$

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

$$\Delta t_0 = t_{wz} - t_{in} = 29 - 26 = 3^\circ\text{C}$$

$$X_n = H_{\text{прим}} - h_{wz} = 7,5 - 2 = 5,5\text{м}$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 29 = 302^\circ\text{C}$$

### 3.9 Розрахунок повітряно–теплової завіси (ПТЗ) періодичної дії з боковою двосторонньою подачею повітря

Розрахунок виконується відповідно до методики, наведеної в [5].

1. Приймається бокова двобічна повітряно – теплова завіса з внутрішнім забором повітря. Площа воріт становить  $4,0 \cdot 3 = 12,0 \text{ м}^2$ .

Ширина щілини приймається рівною  $b_0=0,2 \text{ м}$ .

2. Для двобічної завіси протяжність вісі повітряної струмини дорівнює

$$S = 0,525 \cdot V_{\text{пр}}$$

$$S = 0,525 \cdot 3,0 = 1,575\text{м}$$

де  $V_{\text{пр}}$  – ширина воріт, м.

По рис. 5.10 [5] при  $b_0=0,2 \text{ м}$  та  $S = 1,575 \text{ м}$ , визначається координата вісі струмини  $r$ . В даному випадку  $r=0,25 \text{ м}$ .

3. По висоті проїм воріт розбивається на 4 однакові зони  $1,0 \text{ м}$  кожна і розрахунок різниці тисків здійснюється для кожної з них. При цьому

$$p_v = (c_n - c_z) \cdot \frac{v_{\text{ext}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{ext}} \cdot k,$$

Де  $c_n$  та  $c_z$  – аеродинамічні коефіцієнти по навітряному та завітряному фасадам ( $c_n = 0,8$  та  $c_z = -0,4$ )

$v_{\text{ext}}$  – швидкість руху повітря взимку, м/с ;

$\rho_{\text{ext}}$  – густина зовнішнього повітря,  $\text{кг/м}^3$  ( $\rho_{\text{ext}}=1,4 \text{ кг/м}^3$ );

$k$ - коефіцієнт, який враховує неспівпадіння розрахункових швидкості і температури зовнішнього повітря ( $k=1$ ).

$$p_v = (0,8 + 0,4) \cdot \frac{5,7^2}{2} \cdot 1,4 \cdot 1 = 27,29 \text{ Па}$$

4. Для бокової повітряної завіси розрахункова різниця тисків змінюється по висоті і розраховується для декількох рівней (4-6):

$$\Delta p_i = p_{ni} - p_0,$$

де  $p_{ni}$  – тиск повітря зовні на рівні  $h_i$

$$\Delta p_{ni} = (H - h_i)(\gamma_{ext} - \gamma_0) + p_v$$

5. Початкова швидкість повітря в щілині повітропроводу визначається як:

$$v_{oi} = 0,645 x_1 \sqrt{\frac{\Delta p_i}{b_0 (x_1 \operatorname{tg} \alpha - y_1) \cos \alpha}}$$

де  $x_1$  - відстань, яка дорівнює ширині воріт, м;

$y_1$  – координата, яка для завіс з внутрішнім забором повітря дорівнює “-r”;

$\alpha$  – кут нахилу площини випуску струмینی до вертикальної площини ( $\alpha=30^\circ$ ).

Якщо швидкість повітря на виході зі щілини перевищує допустиме значення 25 м/с, то приймається більший розмір щілини и розрахунок повторюється.

Розрахунок виконується в табличній формі (таблиця 3.5).

*Розрахунок швидкості повітря на виході зі щілини ПТЗ*

*Таблиця 3.5*

№	$h_i$	$H-h_i$	$(H-h_i)\Delta\gamma$	$p_{ni}$	$\Delta p_i$	$v_{oi}$
1	1	6,5	10,855	38,145	8,55	9,65
2	2	5,5	9,185	36,475	6,475	8,4
3	3	4,5	7,51	34,8	4,8	7,23
4	4	3,5	5,85	33,14	3,14	5,85

$$\Delta\gamma = \gamma_{ext} - \gamma_{in} = \Delta\rho g = \left( \frac{353}{273-24} - \frac{353}{273+16} \right) 9,81 = 1,67 \text{ Н/м}^3$$

Середня швидкість виходу повітря 7,78 м/с < 25 м/с – умова виконана.

6. Визначається витрата повітря на повітряну завісу на 1 м щілини повітропроводу, м<sup>3</sup>/с.

$$L = v_0 b_0 l_i$$

$$L_1 = 1,93 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad L_2 = 1,68 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad L_3 = 1,45 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad L_4 = 1,17 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2

Масова витрата на двосторонню завісу становить

$$G_3 = 1,2 \cdot 2 \cdot (1,93 + 1,68 + 1,45 + 1,17) = 14,95 \text{ кг} / \text{год}.$$

7. Визначається температура повітря, що подається в ПТЗ

$$t_0 = \frac{t_{вн} (1 - \beta_{с.н.}) - \beta_{н.н.} t_{ext}}{\beta_{0п}},$$

де  $\beta_{в.л.}$ ,  $\beta_{н.л.}$ ,  $\beta_{0п}$  – коефіцієнти, які враховують вплив на температуру суміші відповідно температури внутрішнього та зовнішнього повітря та повітря, яке подається через щілини.

Коефіцієнти  $\beta_{в.л.}$  та  $\beta_{н.л.}$  визначаються по номограмі (рис. 5.11 [5]) в залежності від відносної координати  $\bar{y}_1 = \frac{y_1}{0,5b}$ ,

де  $b$  – ширина струмини в перетині від її початку на відстані  $S$

$$b = 0,416S$$

Для завізу з внутрішнім забором повітря  $y_1 = -r$ .

$$\bar{y}_1 = \frac{-0,25}{0,5 \cdot 0,416 \cdot 1,575} = -0,76$$

$$x = \frac{1,575}{0,1} = 15,75$$

$$\beta_{в.л.} = 0,83 \text{ та } \beta_{н.л.} = 0,02.$$

Коефіцієнт  $\beta_{0п}$  визначається за формулою

$$\beta_{0п} = \frac{3,12a_{0п}}{\sqrt{\frac{S}{b_0}}},$$

де  $a_{0п}$  – коефіцієнт, який залежить від відносної координати  $\bar{y}_1$  і визначається по номограмі на рис.5.11 б [5].

$$a_{0п} = 0,14.$$

$$\beta_{0п} = 4 = 0,18$$

$$\beta_{в.л.} + \beta_{н.л.} + \beta_{0п} = 0,83 + 0,02 + 0,2 = 1,05 \approx 1 \text{ – умова виконана.}$$

$$t_0 = \frac{18(1 - 0,83) - 0,02 \cdot (-24)}{0,16} = 19,7^\circ C$$

8. Визначаються витрати теплоти, кДж/год, на підігрівання повітря, що подається в завісу:

$$Q_3 = 3600c_n G(t_0 - t_{вв})$$

$$Q_3 = 3600 \cdot 1,005 \cdot 14,95(19,7 - 18) = 91951,47 \text{ кДж / год}$$

## 3.10 Аеродинамічний розрахунок повітроводів

### 3.10.1 Аеродинамічний розрахунок системи П1

Втрати тиску на ділянці повітроводу визначаємо як суму втрат тиску на тертя  $\Delta P_{mp}$  і подолання місцевих опорів  $\Delta P_m$ :

$$\Delta P = \Delta P_{mp} + z,$$

$$\text{де } \Delta P_{mp} = R \cdot l \cdot \beta_w \cdot k_1;$$

$$z = P_o \cdot \sum \xi \cdot k_2;$$

$$P_o = \frac{\rho V^2}{2} - \text{динамічний тиск.}$$

$R$  – питомі втрати тиску на тертя, Па/м (таб. 12.17, [7]);  $l$  – розрахункова довжина повітропроводу, м;  $\sum \xi$  – сума коеф. місцевих опорів на ділянці;  $P_o$  – динамічний тиск потоку, Па;  $d$  – внутрішній діаметр повітропроводу, м ([7]);  $V$  – швидкість руху повітря, м/с;  $\rho$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;  $k_1, k_2$  – поправочні коеф., які залежать від температури повітря, що транспортується;  $\beta_w$  – коеф. шорсткості повітропроводу (для сталі  $\beta_w = 1$ ).

Площа поперечного перерізу каналу повітропроводу:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot V}, \text{ м}^2$$

		Деревооб																				
		Приплив																				
		Магістра																				
№ діл.	$L_{діл}$ м <sup>3/г</sup>	$L_{діл}$ м	$d_{абв}$ або $d$ , мм	$d$ $v$ , м	$f_p$ , м <sup>2</sup>	$V_{д}$ , м/с	$\beta_{ш}$	$K_1$	$R$ , Па/м	$\Delta P_{тер}$ , Па	$P_{д}$ , Па	$\Sigma \xi_{діл}$	$K_2$	$\Delta P_z$ , Па	$\Delta P_{діл}$ , Па	$\Sigma \Delta P$ , Па	$H$ , %	$\xi_{дк}$	$n$ , шт	град		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
		Номер ділянки																				
		Витрата повітря на ділянці																				
		Довжина ділянки																				
		Розміри поперечного перерізу повітропроводу																				
		Еквівалентний діаметр																				
		Площа поперечного перерізу повітропроводу																				
		Дійсна швидкість в повітря перерізі																				
		Коефіцієнт шорткості																				
		Коефіцієнт $K_1$																				
		Питомі втрати тиску на тертя																				
		Втрати тиску на тертя на всій ділянці $P_{тер} = R * I_{діл} * \beta_{ш} * K_1$																				
		Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $P_d = \rho V_d^2 / 2$																				
		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці																				
		Коефіцієнт $K_2$																				
		Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma \xi_{діл} * P_d * K_2$																				
		Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{діл} = P_{тер} + P_z$																				
		Сума втрат тиску від початку мережі																				
		Нев'язка																				
		Коефіцієнт опору дросельклапана																				
		Кількість створок дросельклапана																				
		Кут нахилу кросельклапану																				
1-2	2100	6,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	2,24	8,08	3,1	1	25,05	27,29	27,29						
2-3	4200	6	500	-	0,20	5,94	1	1	0,71	4,26	21,20	0,35	1	7,42	11,68	38,97						
3-4	6300	6	560	-	0,25	7,11	1	1	0,86	5,16	30,32	0,85	1	25,77	30,93	69,91						

4-5	8400	6	630	-	0,31	7,49	1	1	0,82	4,92	33,65	0,85	1	28,60	33,52	103,43				
5-6	10500	5,67	710	-	0,40	7,37	1	1	0,69	3,91	32,60	0,85	1	27,71	31,62	135,05				
6-7	16800	2,5	800	-	0,50	9,29	1	1	0,91	2,28	51,77	0,35	1	18,12	20,39	155,44				
7-8	18900	9,7	800	-	0,50	10,45	1	1	1,13	10,96	65,52	0,35	1	22,93	33,89	189,33				
8-9	25200	5	900	-	0,64	11,01	1	1	1,08	5,40	72,72	6,5	1	472,66	478,06	667,40				
Відгалуження																				
6-10	6300	3,945	560	-	0,25	7,11	1	1	0,86	3,39	30,32	0,4	1	12,13	15,52	204,85				
10-11	4200	6,6	500	-	0,20	5,94	1	1	0,71	4,69	21,20	0,85	1	18,02	22,71	227,56				
11-12	2100	6,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	2,24	8,08	3,1	1	25,05	27,29	254,86				
8-13	6300	6,6	560	-	0,25	7,11	1	1	0,86	5,68	30,32	0,4	1	12,13	17,80	272,66				
13-14	4200	6,6	500	-	0,20	5,94	1	1	0,71	4,69	21,20	0,35	1	7,42	12,11	284,77				
15-16	2100	6,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	2,24	8,08	0,35	1	2,83	5,07	289,84				
2-2'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
3-3'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
4-4'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
5-5'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
6-6'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
7-7'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
8-8'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
9-9'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
10-10'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
11-11'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
12-12'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
13-13'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				

14-14'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
15-15'	2100	0,6	450	-	0,16	3,67	1	1	0,34	0,20	8,08	2,55	1	20,60	20,81	20,81				
<b>Заточне відділення</b>																				
<b>Приплив</b>																				
<b>Магістраль</b>																				
1-2	1930	2,2	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,64	6,82	3,1	1	21,16	21,79	21,79				
2-3	3858	2,5	450	-	0,16	6,74	1	1	1,03	2,58	27,27	0,85	1	23,18	25,75	47,55				
3-4	5786	2,3	500	-	0,20	8,19	1	1	1,29	2,97	40,24	0,85	1	34,21	37,17	84,72				
4-5	7714	1,9	560	-	0,25	8,70	1	1	1,26	2,39	45,46	4,5	1	204,56	206,96	291,68				
5-6	9642	1,6	560	-	0,25	10,88	1	1	1,91	3,06	71,02	4,5	1	319,60	322,65	614,33				
6-7	11570	26	630	-	0,31	10,32	1	1	1,49	38,74	63,84	4,5	1	287,29	326,03	940,36				
<b>Відгалудження</b>																				
2-2'	1928	1,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,46	6,81	2,55	1	17,37	17,83	17,83				
3-3'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				
4-4'	1928	1,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,46	6,81	2,55	1	17,37	17,83	17,83				
5-5'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				
6-6'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				
<b>Витяжка Деревообробний цех</b>																				
<b>Магістраль</b>																				
1-2	2801	3,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	1,12	9,43	3,1	1	29,24	30,35	30,35				
2-3	5602	3	560	-	0,25	6,32	1	1	0,69	2,07	23,97	0,85	1	20,38	22,45	52,80				
3-4	8403	3	630	-	0,31	7,49	1	1	0,82	2,46	33,68	0,85	1	28,62	31,08	83,88				
4-5	11204	3	710	-	0,40	7,86	1	1	0,77	2,31	37,11	0,85	1	31,55	33,86	117,74				
5-6	14005	1,5	710	-	0,40	9,83	1	1	1,17	1,76	57,99	0,85	1	49,29	51,04	168,78				

6-7	25209	2,3	900	-	0,64	11,01	1	1	1,08	2,48	72,77	4,5	1	327,46	329,95	498,73				
<b>Відгалудження</b>																				
7-9	11204	1,5	710	-	0,40	7,86	1	1	1,08	1,62	37,11	0,4	1	14,84	16,46	100,35				
9-10	8403	3	630	-	0,31	7,49	1	1	0,82	2,46	33,68	0,85	1	28,62	31,08	83,88				
10-11	5602	3	560	-	0,25	6,32	1	1	0,69	2,07	23,97	0,85	1	20,38	22,45	52,80				
11-12	2801	3,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	1,12	9,43	3,1	1	29,24	30,35	30,35				
2-2'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
3-3'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
4-4'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
5-5'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
9-9'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
10-10'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
11-11'	2801	0,6	500	-	0,20	3,96	1	1	0,31	0,19	9,43	2,55	1	24,05	24,23	24,23				
<b>Витяжка Заточне відлення</b>																				
<b>Магістраль</b>																				
1-2	1930	2,2	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,64	6,82	3,1	1	21,16	21,79	21,79				
2-3	3858	2,3	450	-	0,16	6,74	1	1	1,03	2,37	27,27	0,85	1	23,18	25,55	47,34				
3-4	5786	1	500	-	0,20	8,19	1	1	1,29	1,29	40,24	0,85	1	34,21	35,50	82,84				
4-5	11570	2,3	630	-	0,31	10,32	1	1	1,49	3,43	63,84	4,5	1	287,29	290,72	373,56				
<b>Відгалудження</b>																				
4-6	5784	1	500	-	0,20	8,19	1	1	1,29	1,29	40,21	0,4	1	16,09	17,38	48,43				
6-7	3856	2,3	450	-	0,16	6,74	1	1	1,03	2,37	27,24	0,85	1	23,16	25,52	31,05				
7-8	928	2,2	450	-	0,16	1,62	1	1	0,29	0,64	1,58	3,1	1	4,89	5,53	5,53				
2-2'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				

3-3'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				
6-6'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				
7-7'	1928	0,6	450	-	0,16	3,37	1	1	0,29	0,17	6,81	2,55	1	17,37	17,54	17,54				
<b>Приплив Фарбувальне відділення</b>																				
<b>Магістраль</b>																				
1-2	1337,5	2,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	1,22	8,46	3,1	1,00	26,23	27,45	27,45				
2-3	2675	2	400	-	0,13	5,92	1,00	1,00	0,93	1,86	21,00	0,85	1,00	17,85	19,71	47,16				
3-4	4012,5	2	450	-	0,16	7,01	1,00	1,00	1,10	2,20	29,50	0,85	1,00	25,07	27,27	74,44				
4-5	5350	2	500	-	0,20	7,57	1,00	1,00	1,12	2,24	34,41	0,35	1,00	12,04	14,28	88,72				
5-6	6687,5	10,4	560	-	0,25	7,55	1,00	1,00	0,96	9,98	34,17	0,85	1,00	29,04	39,02	127,74				
6-7	13375	5,2	630	-	0,31	11,92	1,00	1,00	1,96	10,19	85,32	6,2	1,00	528,96	539,15	666,90				
<b>Відгалудження</b>																				
6-8	6687,5	3,6	560	-	0,25	7,55	1,0	1,0	0,96	3,46	34,17	0,4	1	13,67	17,12	109,99				
8-9	5350	2	500	-	0,20	7,57	1,0	1,0	1,12	2,24	34,41	0,85	1	29,25	31,49	92,87				
9-10	4012,5	2	450	-	0,16	7,01	1,0	1,0	1,10	2,20	29,50	0,35	1	10,32	12,52	61,38				
10-11	2675	2	400	-	0,13	5,92	1,0	1,0	0,93	1,86	21,00	0,85	1	17,85	19,71	48,86				
11-12	1337,5	2,6	355	-	0,10	3,76	1,0	1,0	0,47	1,22	8,46	3,3	1	27,93	29,15	29,15				
2-2'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
3-3'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
4-4'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
5-5'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
8-8'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
9-9'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
10-10'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				

11-11'	1337,5	0,6	355	-	0,10	3,76	1,00	1,00	0,47	0,28	8,46	2,75	1	23,27	23,55	23,55				
<b>Видалення Фарбувальне відлення</b>																				
<b>Магістраль</b>																				
1-2	2800	7,2	500	-	0,20	3,96	1,00	1,00	0,53	3,82	9,42	3,1	1,00	29,21	33,03	33,03				
2-3	5600	2,3	560	-	0,25	6,32	1,00	1,00	0,63	1,45	23,96	0,85	1,00	20,36	21,81	54,84				
3-4	8400	2,3	630	-	0,31	7,49	1,00	1,00	0,75	1,73	33,65	0,85	1,00	28,60	30,33	85,17				
4-5	11200	2,3	710	-	0,40	7,86	1,00	1,00	0,70	1,61	37,09	0,35	1,00	12,98	14,59	99,76				
5-6	14000	2,3	710	-	0,40	9,83	1,00	1,00	1,06	2,44	57,95	4,2	1,00	243,38	245,81	345,58				
<b>Відгалудження</b>																				
2-2'	2800	0,6	500	-	0,20	3,96	1,00	1,00	0,53	0,32	9,42	2,55	1,00	24,03	24,35	27,21				
3-3'	2800	6	500	-	0,20	3,96	1,00	1,00	0,53	3,18	9,42	2,55	1,00	24,03	27,21	24,35				
4-4'	2800	0,6	500	-	0,20	3,96	1,00	1,00	0,53	0,32	9,42	2,55	1,00	24,03	24,35	27,21				
5-5'	2800	0,6	500	-	0,20	3,96	1,00	1,00	0,53	0,32	9,42	2,55	1,00	24,03	24,35	24,35				
<b>Склад готової продукції</b>																				
<b>Приплив</b>																				
<b>Магістраль</b>																				
1-2	198	4,6	140	-	0,02	3,57	1,00	1,00	1,38	6,35	7,67	2,8	1,00	21,47	27,82	27,82				
2-3	396	4,5	160	-	0,02	5,47	1,00	1,00	2,55	11,48	17,98	0,85	1,00	15,28	26,76	54,57				
3-4	594	2,5	160	-	0,02	8,21	1,00	1,00	5,40	13,50	40,45	4,2	1,00	169,88	183,38	237,95				
<b>Відгалудження</b>																				
2-2'	198	0,6	140	-	0,02	3,57	1,00	1,00	1,38	0,83	7,67	2,3	1,00	17,63	18,46	18,46				
3-3'	198	0,6	140	-	0,02	3,57	1,00	1,00	1,38	0,83	7,67	2,3	1,00	17,63	18,46	18,46				
<b>Видалення</b>																				
<b>Магістраль</b>																				

1-2	198	4,6	140	-	0,02	3,57	1,00	1,00	1,38	6,348	7,67	2,8	1,00	21,47	27,82	27,82				
2-3	396	4,5	160	-	0,02	5,47	1,00	1,00	2,55	11,475	17,98	0,85	1,00	15,28	26,76	54,57				
3-4	594	2,5	160	-	0,02	8,21	1,00	1,00	5,40	13,5	40,45	5,3	1,00	214,38	227,88	282,45				
<b>Відгалудження</b>																				
2-2'	198	0,6	140	-	0,02	3,57	1,00	1,00	1,38	0,828	7,67	2,3	1,00	17,63	18,46	18,46				
3-3'	198	0,6	140	-	0,02	3,57	1,00	1,00	1,38	0,828	7,67	2,3	1,00	17,63	18,46	18,46				

### *3.10.2 Аеродинамічний розрахунок системи*



3	ЦА-2	720	7	125	-	0,01	16,31	1	1	26,73	187,11	159,53	1,9	1	303,10	490,21	1,00	159,53	649,74
<b>Колектор В1 КВН3.125</b>																			
<b>На вхід</b>																			
1	КВН3.125	720	0	125	-	0,01	16,31	1	1	26,73	0,00	159,53	0,455	1	72,58	72,58			72,58
2	КВН3.125	720	0	125	-	0,01	16,31	1	1	26,73	0,00	159,53	0,455	1	72,58	72,58			72,58
3	КВН3.125	720	0	125	-	0,01	16,31	1	1	26,73	0,00	159,53	0,455	1	72,58	72,58			72,58
<b>На вихід</b>																			
4	КВН3.125	2160	0	225	-	0,04	15,10	1	1	23,61	0,00	136,77	0,455	1	62,23	62,23			62,23
<b>Вудос-2</b>																			
<b>На вхід</b>																			
5	Вудос-2	2160	5,6	225	-	0,04	15,10	1	1	23,61	132,22	136,77	0,785	1	107,36	239,58			239,58
<b>В2</b>																			
<b>В2 КВН3.160</b>																			
1	Ф-3	960	7,5	140	-	0,02	17,33	1	1	26,05	195,38	180,23	0,8	1	144,19	339,56	1,00	180,23	519,80
2	СР6-6	1500	8,6	160	-	0,02	20,73	1	1	17,08	146,89	257,93	1,5	1	386,90	533,79	1,00	257,93	791,72
3	ШПА-40	1080	7	140	-	0,02	19,50	1	1	32,64	228,48	228,11	1,9	1	433,41	661,89	1,00	228,11	890,00
<b>Колектор В2 КВН3.160</b>																			
<b>На вхід</b>																			
1	КВН3.160	960	0	160	-	0,02	13,27	1	1	13,27	0,00	105,65	0,455	1	48,07	48,07			48,07
2	КВН3.160	1500	0	160	-	0,02	20,73	1	1	17,08	0,00	257,93	0,455	1	117,36	117,36			48,07
3	КВН3.160	1080	0	160	-	0,02	14,93	1	1	16,59	0,00	133,71	0,455	1	60,84	60,84			48,07
<b>На вихід</b>																			
4	КВН3.160	3540	0	250	-	0,05	20,04	1	1	16,60	0,00	241,02	0,455	1	109,66	109,66			109,66

<b>Вудос-3</b>																			
<b>На вхід</b>																			
5	Вудос-3	3540	5,4	250	-	0,05	20,04	1	1	16,60	89,64	241,02	0,785	1	189,20	278,84			278,84

<b>В3</b>																			
<b>В3 КВНЗ.140</b>																			
1	СФ-6	1320	6,5	160	-	0,02	18,25	1	1	24,30	157,95	199,74	1,6	1	319,59	477,54	1,00	199,74	677,29
2	ДЦА	650	8,9	125	-	0,01	14,72	1	1	21,90	194,91	130,02	1,6	1	208,02	402,93	1,00	130,02	532,95
3	ЦПА	840	6,3	140	-	0,02	15,17	1	1	20,21	127,32	137,99	1,9	1	262,18	389,51	1,00	137,99	527,50

<b>Колектор В3 КВНЗ.140</b>																			
<b>На вхід</b>																			
1	КВНЗ.140	1320	0	140	-	0,02	23,83	1	1	13,27	0,00	340,76	0,455	1	155,04	155,04			155,04
2	КВНЗ.140	650	0	140	-	0,02	11,74	1	1	17,08	0,00	82,63	0,455	1	37,60	37,60			155,04
3	КВНЗ.140	840	0	140	-	0,02	15,17	1	1	16,59	0,00	137,99	0,455	1	62,79	62,79			155,04

<b>На вихід</b>																			
4	КВНЗ.140	2810	0	225	-	0,04	19,64	1	1	16,60	0,00	231,47	0,455	1	105,32	105,32			105,32

<b>Вудос-2</b>																			
<b>На вхід</b>																			
5	Вудос-2	2810	3,5	225	-	0,04	19,64	1	1	16,60	58,10	231,47	0,785	1	181,70	239,80			239,80
																		ΣΔΡ	1027,66

<b>В4</b>																			
<b>КГ6.100</b>																			

1	3A-64	238	12,1	100	-	0,01	8,42	1	1	26,05	315,21	42,56	1,85	1	78,73	393,93	1,00	42,56	436,49
2	3A-64	238	12,3	100	-	0,01	8,42	1	1	17,08	210,08	42,56	1,85	1	78,73	288,81	1,00	42,56	331,37
3	3A-64	238	8	100		0,01	8,42	1	1	17,08	136,64	42,56	1,85	2	157,46	294,10	2,00	42,56	336,65
4	3A-64	238	7,8	100		0,01	8,42	1	1	17,08	133,22	42,56	1,85	3	236,19	369,41	3,00	42,56	411,97
5	3A-64	238	4,2	100		0,01	8,42	1	1	17,08	71,74	42,56	1,85	4	314,91	386,65	4,00	42,56	429,21
6	3A-64	238	4	100	-	0,01	8,42	1	1	32,64	130,56	42,56	1,85	1	78,73	209,29	1,00	42,56	251,84
<b>Колектор В3 КГ6.100</b>																			
<b>На вхід</b>																			
1	КВН3.160	300	0	160	-	0,02	4,15	1	1	13,27	0,00	10,32	0,455	1	4,69	4,69			4,69
<b>На вихід</b>																			
4	КВН3.160	1428	0	338	-	0,09	4,42	1	1	16,60	0,00	11,74	0,455	1	5,34	5,34			5,34
<b>Вудос-9</b>																			
<b>На вхід</b>																			
5	Вудос-9	3540	4,8	250	-	0,05	20,04	1	1	16,60	79,68	241,02	0,785	1	189,20	268,88			268,88

Для нормальної роботи систем аспірації були підбрані три вертикальні колектори з верхнім відводом ("люстра") КВНЗ.125,КВНЗ.160, КВНЗ.140 та один горизонтальний колектор КГ6.100 .

Для очищення газу перед викидом назад у приіщення встановлюється стружкопилососи два Вудос-2, один Вудос-3 для деревообробного цеху та один Вудос – 9 для заточного відділення.



Тип циклона	Аспіраційні установки, для деревообробки
Продуктивність	3500 – 3500 м3/г
Ширина	800 мм
Висота	2000 мм
Маса	70 кг
Країна-виробник	Україна
Потужність	1,5 KW
Повний тиск	1460 – 1460 Па
Напруження	380 В
Довжина агрегату	1650 мм

## ВУДОС - 9

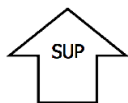


Цена 12348грн с НДС.

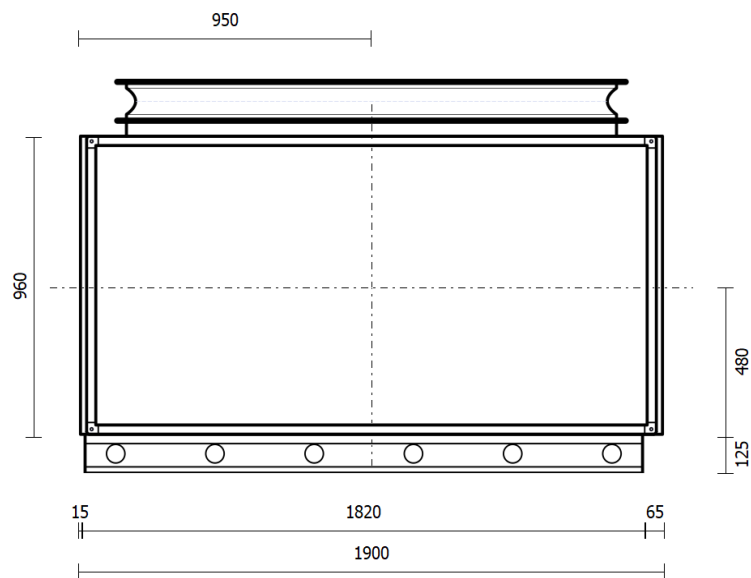
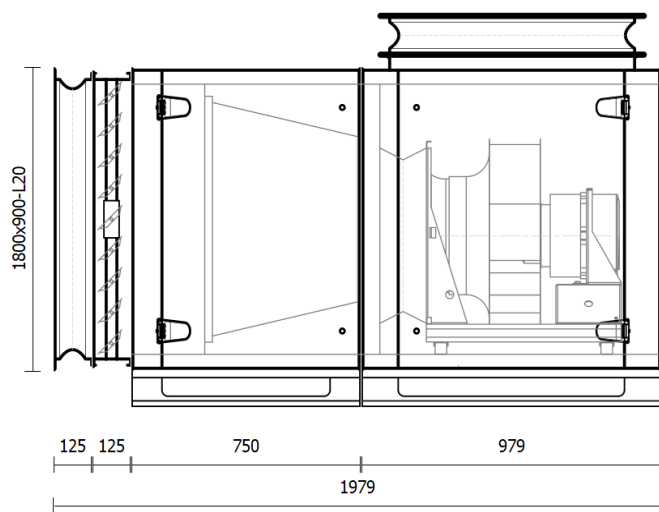
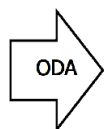
Выгодные условия сотрудничества для оптовых клиентов и дилеров.

Тех. характеристика установки	ВУДОС - 9
Мощность эл. двигателя, кВт	1,5
Производительность по очистке воздуха, м³/час	1500
Скорость воздушного потока на входе, м/с	25
Давление на входе, Па	1460
Напряжение, В.	380±10
Степень очистки, %.	99,6
Тех. возможность подключения к станкам, шт.	1-2
Суммарный уровень шума, дБ.	72
Масса установки, кг.	68
Габаритные размеры, мм высота/длина/ширина	1500/1000/420

Тех. Характеристика установки	ВУДОС - 9
Потужність, кВт	1,5
Продуктивність, м³/г	1500
Швидкість повітряного потоку на виході, м/с	25
Тиск на вході, Па	1460
Напруження, В	380
Ступінь очистки, %	99,6
Тех. Можливість підключення до станків, шт.	1-2
Сумарний рівень шуму, дБ.	72
Маса установки, кг	68
Габаритні розміри, мм Висота/довжина/ширина	1500/1000/420



1800x900-L30



ODA - Снаружи;  
SUP - приточный воздух;

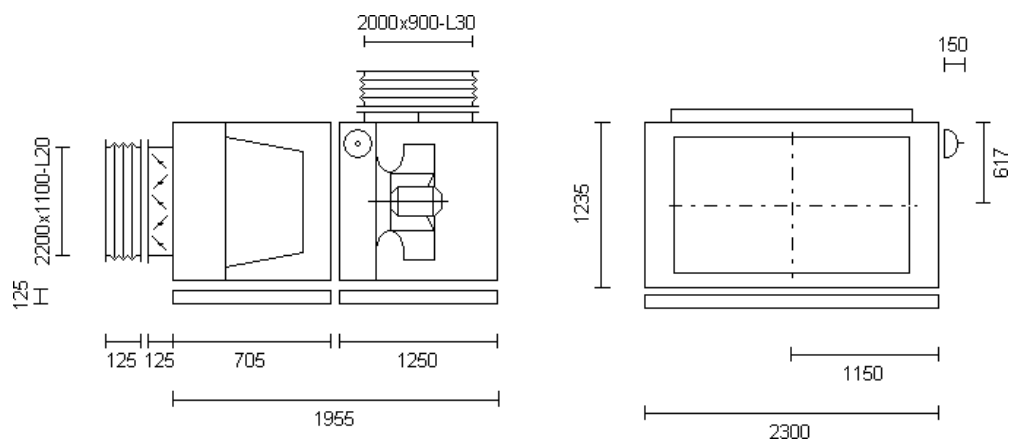
Дата: 06.05.2020

www.komfovent.com

Но. заказа 1

Вентиляционное устройство, модель:

### VERSO-S-80-X-HV-EC/IE4/12/X-F7-X-X-R1-C5.1-X



### Технические данные

Типоразмер установки	<b>80</b>
Типология	ВУНП
	ОВУ
Тип HRS	нет

### Данные вентиляционной установки

RLT class	<b>B</b>
Расход номинальный воздуха	[m <sup>3</sup> /h] 25200
	[m <sup>3</sup> /s] 7,00
Номинальное внешнее давление	[Pa] 710
Скорость потока при проектировочном потоке	[m/s] 2,67
SFPv	[kW/m <sup>3</sup> /s] 1,33

### Расчетные данные

		Зима	Лето
Температура наружного воздуха	[°C]	-24	26
Наружная относительная влажность	[%]	82	68
Температура внутреннего воздуха	[°C]	18	29
Внутренняя относительная влажность	[%]	75	65
Атмосферное давление	[Pa]	101325	
Плотность воздуха	[kg/m <sup>3</sup> ]	1,2	

### Электрические данные

Количество электрических входов	1
АНУ	
Электрическое подключение	~400V / 50Hz / 3-phase / 5x2,5mm <sup>2</sup> /19A

### Автоматика управления

Тип	C5.1
-----	------



### COMMISSION REGULATION (EU) No 1253 (ecodesign requirements)

	Value	2018
The fan efficiency, $\eta_{Vu}$	[%]	67,58
Internal specific fan power, SFPint_limit	[W/m <sup>3</sup> /s]	266
Type of drive - variable speed	Installed	Necessary
Warning - filter is clogged	Exist	Necessary
Unit conformity assessment		Non complies
Потери внутр. дав. вент. компонентов ( $\Delta P_s$ , int)	[Pa]	180
Потери внутр. дав. не вент. компонентов ( $\Delta P_s$ , add)	[Pa]	52
Фактическая входящая электромощность вентиляторов (с пыльным фильтром)	[W]	9,31

### Конструкция корпуса STANDART2

Стенки из двух листов оцинкованной стали, заполненные тепло и звукоизоляционным материалом, негорючая минерал.вата ( $\lambda=0,036$  W/mK).

Установка окрашена С3 класс, RAL 7035.

Устройство для внутренней эксплуатации.

При загрязнении фильтра установки на пульте управления появляется предупреждение о необходимости замены фильтра. Загрязненные фильтры увеличивают потребление энергии установкой, уменьшают производительность и эффективность потребления энергии, поэтому очень важно регулярно менять фильтры.

АНУ shall operate with variable speed drive.

[www.komfovent.com](http://www.komfovent.com)

Инструкция Verso версия: V3- C5.1-18-09

### Утечка воздуха через корпус (Model Box, EN 1886)

-400 Pa	[dm <sup>3</sup> /(s·m <sup>2</sup> )]	0,05
+700 Pa	[dm <sup>3</sup> /(s·m <sup>2</sup> )]	0,09
Макс. уровень внешних утечек при - 400 Pa	[%]	< 1
Макс. уровень внешних утечек при + 400 Pa	[%]	< 1

### Конфигурация вентиляционного устройства

Секции соединены с отдельными элементами установочной рамы

Толщина стенок	[mm]	45
----------------	------	----

### Масса установки

Нетто	[kg]	619
-------	------	-----

### Поддоны

F	[mm]	950x2450(183kg)
V	[mm]	1500x2450(436kg)

### Дополнительная комплектация

Регулируемые ножки (RegKoj)
Гибкое соединение (LankJungTieklsiur)
Гибкое соединение (LankJungTieklspud)

## Акустические данные (Звуковая мощность)

Уровень шума Lw	в канал		в окружение
	Приточная часть [dB]		[dB]
F[Hz]	Вход	Выход	
63	70,1	79,2	70,2
125	72,3	80,8	77,3
250	77,4	90,6	78,9
500	69,6	87,9	57,3
1000	69,5	85,0	52,7
2000	59,4	79,8	46,1
4000	54,9	76,0	36,1
8000	51,7	74,5	31,0
dB(A)	74	90	71

## Приточная часть

### Заслонка с приводом

Заслонка из алюминиевого профиля		
Тип привода	ВКЛ/ВЫКЛ (AC/DC 24V)	
Крутящий момент	[Nm]	20
Потери давления	[Pa]	9

### Воздушный фильтр

Коррекция фильтра (F), (EU 1253)	0	
Тип	Карманный фильтр	
Класс энергетической эффективности		
Класс скорости (EN13053)	V6	
Класс фильтра (EN 779:2012)	F7	
Класс фильтра (EN ISO 16890)	ePM1 60%	
Размеры bxhxl	[mm]	490x490x500

VERSO-S-80-X-HV-EC/IE4/12/X-F7-X-X-R1-C5.1-X

www.komfovent.com

Энергетическая эффективность фильтров	[kWh/a]	2287
Количество карманов		6
Количество фильтров		4
Размеры bхhхl	[mm]	490x592x500
Энергетическая эффективность фильтров	[kWh/a]	2287
Количество карманов		6
Количество фильтров		4
Падение давления (чистый фильтр)	[Pa]	113
Расчетное падение давления на фильтре	[Pa]	156
Рекомендуется заменить фильтр (EN 137792007)	[Pa]	200
скорость в секции фильтров	[m/s]	2,67

#### Вентилятор EC

Тип	115271	2 x RH56C-ZID.GQ.CR
Диаметр рабочего колеса	[mm]	560
Расход воздуха	[m³/h]	2 x 12600
Внутренние потери	[Pa]	67
Статич.давление	[Pa]	942
Полное давление	[Pa]	1023
Частота вращения	[1/min]	1752
Макс. частота вращение	[1/min]	1860
К-фактор		2 x 308
Класс двигателя		IE4 (Super Premium)
Мощность двигателя	[kW]	2 x 6
Входной ток 400V 50 Hz	[A]	2 x 9.4
SFPv	[kW/m³/s]	1,33
SFP класс (EN16798-3)		SFP 4
электр. мощность на двигателе (Pm)	[kW]	2 x 4,88
электр. мощность на двигателе (чистые фильтры)	[kW]	2 x 4,66
Класс электр. мощности на двигателе (EN13053)		P1
Pm ref (EN13053)	[kW]	11,88
Общая эффективность	[%]	73,38
Статическая эффективность	[%]	67,58
Overall efficiency ErP	[%]	69,9

**РОЗДІЛ 4**  
**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ**  
**ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ**

**Студентка: Сафронова Я.Р.**

**Консультант: Сенчук М.П.**

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## ***4.1 Технології монтажу систем вентиляції***

### ***4.1.1 Підготовчі роботи до монтажу систем вентиляції***

Перед початком монтажу систем вентиляції на промислових підприємствах необхідно провести підготовчі роботи для забезпечення монтажної готовності об'єкта. Підтвердження готовності здійснюється шляхом складання відповідного акта між виконавцем робіт (субпідрядником) і генеральним підрядником (будівельною організацією, відповідальною за введення об'єкта в експлуатацію).

Бригади спеціалістів, що виконують монтаж систем, повинні мати всю необхідну документацію, включаючи робочі креслення та монтажний проект. Послідовність технологічних процесів монтажу вентиляційної системи включає такі етапи:

1. Приймання та складування повітропроводів, деталей, обладнання та матеріалів.
2. Комплектування вузлів повітропроводів, фасонних частин та деталей.
3. Підбір і комплектування вентиляційного обладнання.
4. Влаштування опор (фундаментів) під обладнання та установка кріплень для повітропроводів.
5. Попередня ревізія обладнання.
6. Укрупнене складання повітропроводів (вузли, ланки) у зоні монтажних робіт.
7. Доставка обладнання та деталей на місце монтажу.
8. Монтаж обладнання.
9. Монтаж магістральних повітропроводів.
10. Обкатка (перевірка роботоздатності) обладнання.
11. Монтаж відгалужень, виробів, деталей та виготовлення і монтаж некомплектних деталей на робочому місці.

12.Налагодження, пуск і регулювання вентиляційної системи по частинах і в цілому.

13.Здача вентиляційної системи в експлуатацію генеральному підряднику та замовнику.

Ця послідовність забезпечує організоване та ефективно проведення монтажних робіт, що дозволяє вчасно та якісно завершити проєкт.

#### **4.1.2. Монтаж системи вентиляції будівлі**

Монтаж систем вентиляції здійснюється з урахуванням типу будівлі та рівня деталізації.

Для будівель, зведених із типових будівельних елементів, монтажне проектування можна виконувати за робочими кресленнями систем і загальнобудівельними кресленнями. Проте, у такому випадку деталізація може бути недостатньою для заводського виготовлення і монтажу.

Готовність об'єкта до монтажу означає завершення попередніх загальнобудівельних процесів відповідно до технологічної послідовності будівництва. Необхідно також підготувати робочі місця для монтажу систем, забезпечити наявність вантажопідйомних механізмів, місця для складування матеріалів і виробів, а також побутові та службові приміщення. Готовність об'єкта до монтажу підтверджується відповідним актом.

Монтажний проєкт системи вентиляції (і кондиціонування повітря) включає плани поверхів будівлі з нанесеними повітроводами, вентиляційним обладнанням, позначенням прив'язок повітропроводів та обладнання до будівельних конструкцій, а також розрізи. До нього також входять монтажні креслення системи в цілому або окремих її частин, креслення вузлів, блоків встановлення повітряних камер і фанкойлів, технологічні картки уніфікованих вузлів системи, пояснювальна записка та умовні позначення.

Монтажний проєкт зазвичай розробляється монтажними організаціями або спеціалізованими установами з урахуванням умов монтажу систем.

Основні принципи монтажу систем вентиляції можуть бути такими:

1. Використання жорстких елементів:

- Рекомендується застосовувати вентиляційні канали з жорстких матеріалів, які не змінюють поперечного перерізу під механічним впливом.

2. Сталеві фітинги та труби:

- Найбільш поширеними варіантами є сталеві фітинги та труби круглого або овального перерізу.

3. Обмежене використання гнучких повітропроводів:

- Не рекомендується проектувати систему з великою кількістю гнучких повітропроводів з алюмінію або пластику.
- Їх використання допускається лише на підходах до всмоктуючих та витяжних елементів і має бути обмеженою довжиною.

4. Розташування рекуператора (рис. 4.1):

- Рекуператор (теплообмінник) слід розміщувати в опалюваних або добре ізольованих приміщеннях з плюсовою температурою протягом усього року.
- Рекуператор монтується на спеціальні кронштейни, які забезпечують надійну фіксацію пристрою. Важливо дотримуватися рекомендацій виробника щодо відстані між кронштейнами та їхньої висоти.
- Рекуператор закріплюється на кронштейнах так, щоб забезпечити його стабільність і відсутність вібрацій під час роботи.

5. Планування розміщення повітропроводів:

- При розміщенні повітропроводів необхідно враховувати планування будівлі та розташування інших інженерних мереж.

- Оптимальне розташування та прокладання повітропроводів допоможе уникнути непотрібних тепловтрат та забезпечити ефективну роботу системи.
- Монтаж опорних конструкцій та кронштейнів для кріплення повітропроводів. Важливо дотримуватись рекомендованої відстані між опорами для запобігання провисанню та забезпечення стабільності. Закріплення кронштейнів на стінах, стелях або інших конструкціях, дотримуючись технічних вимог і рекомендацій виробника.

#### 6. Виконання норм і стандартів:

- Монтаж системи вентиляції повинен здійснюватися відповідно до чинних норм і стандартів, прийнятих законодавством.
- Дотримання цих принципів допоможе забезпечити ефективну та безперебійну роботу системи вентиляції.

Випробування, регулювання та здавання вентиляційних систем в експлуатацію є критичними етапами в процесі монтажу та запуску. На цих етапах перевіряється правильність встановлення, налаштування і регулювання обладнання, а також забезпечується відповідність системи вимогам і стандартам.

#### **4.1.3. Монтажне креслення системи вентиляції**

Монтажне креслення є критично важливим для успішного виконання будівельно-монтажних робіт, оскільки воно забезпечує чітке уявлення про розташування та з'єднання всіх компонентів системи, а також допомагає уникнути помилок під час монтажу.

Основними складовими монтажного креслення є:

- монтажна схема
- комплектувальна відомість на деталі, вузли
- комплектувальна відомість на вироби
- специфікація матеріалів

Монтажна схема проектується на підставі робочих креслень системи вентиляції.

У роботі запроєктована монтажна схема системи вентиляції П2 (див аркуш 5), де показано:

На базі виробів фірми Vents, використовуються такі елементи: муфта 250 та 500 діаметру (рис. 4.1), дросель клапан (рис. 4.2), трійник (рис. 4.3), відвід 4.4).

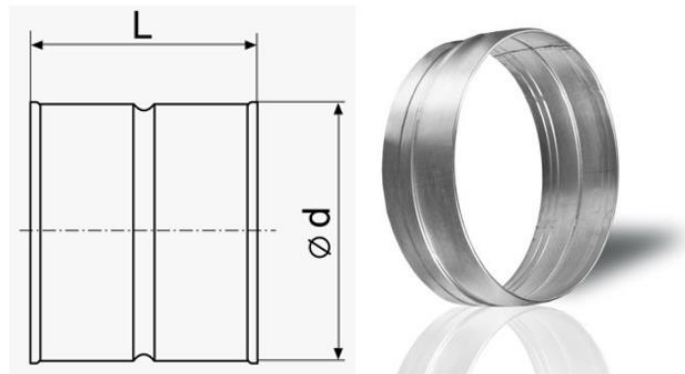
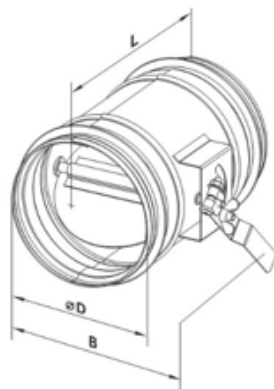


Рис. 4.1 Муфта



Размеры	D	B	L
мм	249	282	270

Рис. 4.2 Дросель-клапан Вентс КР 250

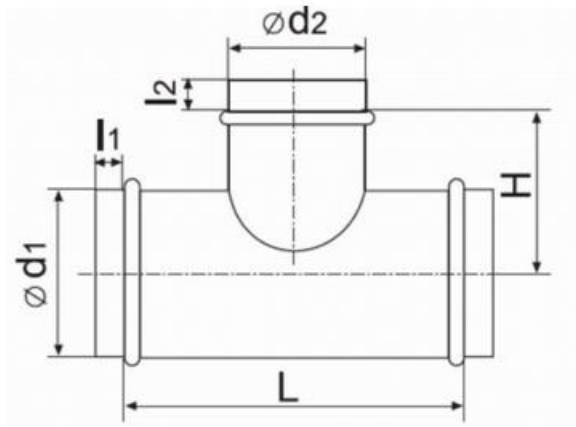


Рис. 4.3 Трійник для вентиляції з оцинкованої сталі фірми Vents

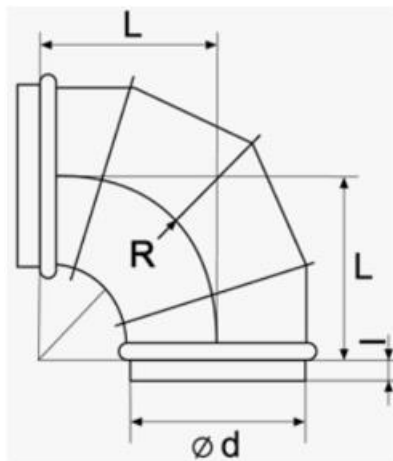


Рис.4.4 Відведення вентиляційне кругле Vents

Після розробки монтажної схеми розробляємо комплектувальні відомості на деталі та специфікацію (див. табл.4.4.)

## Комплектувальна відомість на деталі та вироби

Таблиця 4.4

№	Позначення	Найменування деталі	Розмір перетину, мм			Довжина, мм	Кількість	Центр. кут, гр.	Площа поверхні, м <sup>2</sup>		Матеріал товщина, мм	Примітка
			круг	прямокут					один	заг		
			D	a	b							
1		Конічний дифузор	-	600	600	55	12	90	0,091	0,59	0,7	Vents
2		Дросель-клапан	560	-	-	610	2	90	0,075	0,15	0,6	Vents
2.1			250	-	-	280	12		0,031	0,372	0,6	
3		Муфта	630	-	-	180	5	90	0,356	1,78	0,7	Vents
3.1			560	-	-	180	12		0,317	3,804	0,7	
3.2			500	-	-	140	15		0,22	3,3	0,7	
3.3			450	-	-	140	12		0,198	2,376	0,7	
3.4			710	-	-	180	6		0,401	2,406	0,7	
3.5			250	-	-	140	24		0,12	2,88	0,55	
3.6			800	-	-	180	8		0,45	3,6	0,7	
3.7			900	-	-	180	4		0,51	2,04	1,0	
4		Трійник	900/560	-	-	600	1	90	2,52	2,52	1	Vents
4.1			800/560	-	-	600	1		2,25	2,25	0,7	
4.2			560/250	-	-	290	3		0,75	2,25	0,7	
4.3			500/250	-	-	290	3		0,67	2,01	0,7	
4.4			710/250	-	-	290	1		0,94	0,94	0,7	
4.5			800/250	-	-	290	1		1,06	1,06	0,7	
5		Відвід	900	-	-	900	1	90	4,45	4,45	1	Vents
5.1			710	-	-	710	1		2,84	2,84	0,7	
5.2			450	-	-	450	1		1,23	1,23	0,7	
6		Повітря провід	900	-	-	2000	2	90	5,65	11,3	1	Vents
6.1			800	-	-	2000	5		5,02	25,1	0,7	
6.2			710	-	-	2000	3		4,46	13,38	0,7	
6.3			630	-	-	2000	3		3,96	11,88	0,7	
6.4			560	-	-	2000	6		3,52	21,12	0,7	
6.5			500	-	-	2000	9		3,14	28,26	0,7	
6.6			450	-	-	2000	9		2,83	25,47	0,7	
7			630/560	-	-	136	1		0,45	0,45	0,7	
7.1		Перехід	560/500	-	-	122	3	90	0,38	1,14	0,7	Vents
7.2			500/450	-	-	109	3		0,32	0,96	0,7	
7.3			710/630	-	-	155	1		0,55	0,55	0,7	
7.4			900/800	-	-	187	1		0,78	0,78	1	
7.5			800/710	-	-	174	1		0,66	0,66	0,7	
7.6			900/900	-	-	187	1		0,82	0,82	1	
8		Гнучка вставка	-	900	500	154	1		0,002	0,002	1	Vents

## ***4.2 Організація будівельно монтажних робіт***

Під час монтажу систем центрального опалення виконуються наступні основні роботи: комплектування і рознесення матеріалів і виробів до місць монтажу; розмічування місць прокладання трубопроводів; установлення опор і кронштейнів для подавальних і зворотних магістральних трубопроводів; прокладання магістральних трубопроводів, встановлення засувок, повітрозбірників; монтаж регістрів; підключення опалювальних приладів; монтаж обладнання теплових пунктів (колектори, водонагрівачі, циркуляційні насоси), а також гідравлічні випробування систем опалення.

В цьому розділі проводяться розрахунки і побудова графіків для послідовного і потокового методів будівництва. Потоковий метод будівництва — це метод ритмічної планової організації виконання будівельно-монтажних робіт, який базується на рівномірному і постійному завантаженні робітників, ефективному використанні матеріально-технічних ресурсів та випуску готової будівельної продукції.

### ***4.2.1 Календарне планування монтажу системи теплопостачання***

Календарне планування монтажу системи теплопостачання є важливим етапом у процесі будівництва і включає в себе складання графіку робіт, забезпечення ресурсами і контроль за виконанням. Ось основні відомості щодо цього процесу:

#### **1. Створення календарного графіка**

- Структурування робіт: Роботи поділяються на основні етапи, такі як підготовчі роботи, монтаж основних елементів, налаштування і тестування системи.
- Встановлення послідовності робіт: Визначення логічної послідовності виконання завдань з урахуванням технологічних процесів і залежностей між ними.

- Визначення контрольних точок: Встановлення ключових етапів і контрольних точок для перевірки прогресу і своєчасного виявлення відхилень від плану.

## 2. Організація і контроль

- Організація роботи: Забезпечення безперебійного виконання робіт відповідно до графіку, координація дій між різними бригадами і підрозділами.
- Контроль якості: Регулярний моніторинг якості виконуваних робіт, перевірка відповідності виконаних робіт проектній документації і стандартам.
- Управління ризиками: Ідентифікація можливих ризиків і розробка плану дій для їх мінімізації або усунення.

Розробка 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.

Календарне планування монтажу системи тепlopостачання є важливим інструментом для забезпечення своєчасного і якісного виконання робіт. Воно включає детальний розподіл завдань, ресурсів і контрольних точок, що дозволяє ефективно організувати процес монтажу і уникнути можливих проблем.

Виконаний календарний план графік за наведеного завдання для атистаційно випускної роботи наведено в (додаток А).

#### ***4.2.2 Послідовний та потоковий методи виконання будівельно-монтажних робіт***

При календарному плануванні монтажу системи тепlopостачання використовуються різні методи, зокрема послідовний та потоковий методи. Кожен з них має свої особливості та підходи до організації робіт.

##### Послідовний метод

Послідовний метод передбачає виконання монтажних робіт на кожній наступній ділянці (захватці) після завершення робіт на попередній. Такий підхід забезпечує логічну послідовність і контроль над виконанням завдань. Основні етапи включають:

1. Підготовка ділянки: Перевірка готовності попередньої ділянки та підготовка до початку робіт на новій.
2. Монтажні роботи: Виконання основних робіт з монтажу системи тепlopостачання, таких як встановлення трубопроводів, радіаторів та інших елементів.
3. Перевірка та тестування: Після завершення робіт на кожній ділянці проводиться перевірка якості та тестування системи.

##### Потоковий метод

Послідовне виконання однакових технологічних процесів на різних об'єктах (захватках) і одночасне виконання різнорідних процесів на окремих об'єктах (захватках) є характерною рисою. Інтенсивність використання ресурсів (відношення обсягу робіт до планової тривалості їх виконання) залишається

рівномірною на кожному окремому об'єкті (захватці). Термін будівництва всього комплексу захваток перевищує тривалість робіт при паралельному методі, але є коротшим, ніж при послідовному методі.

Виконані послідовний та потоковий методи наведені на листі креслення ...

### *Графік-циклограма*

Графік-циклограма є одним із ключових інструментів у плануванні та контролі будівельних робіт, особливо при встановленні систем тепlopостачання. Вона допомагає візуально представити робочий процес у часі, що сприяє ефективній організації та координації будівельних бригад.

(Приклад графіку-циклограми наведено на рис 4.2.3)

Основні етапи розробки графіка-циклограми:

#### 1. Розподіл робіт на етапи та завдання:

- Проектування і підготовка технічної документації.
- Закупівля і доставка матеріалів та обладнання.
- Підготовчі роботи (забезпечення місця для монтажу).
- Встановлення опорних конструкцій та кронштейнів.
- Прокладання магістральних трубопроводів.
- Монтаж теплових пунктів (колектори, водопідігрівачі, насоси).
- Гідравлічні випробування та налаштування системи.

#### 2. Початок і завершення кожного етапу:

- Визначення точних дат початку і завершення кожного етапу на основі доступності ресурсів та трудових резервів.

#### 3. Призначення відповідальних бригад та виконавців:

- Виділення окремих команд для кожного етапу робіт з чітким розподілом обов'язків.

#### 4. Складання календарного плану:

- Включення всіх етапів робіт у загальний календарний план, що враховує всі тимчасові обмеження та взаємозалежності між завданнями.

#### 5. Графічне відображення робіт:

- На календарній шкалі горизонтальними відрізками зображаються роботи кожної бригади на окремих ділянках (захватках), зміщеними відносно одна одну.

#### 6. Побудова циклограми:

- Нахилені лінії на графіку відображають рух робіт між захватками. Вони показують послідовність виконання робіт різними бригадами, забезпечуючи наочність потокової організації праці.

Ефективне використання графіка-циклограми вимагає постійного моніторингу та коригування плану у разі виникнення непередбачуваних обставин, таких як погодні умови, затримки постачання матеріалів або технічні проблеми. Це дозволяє підтримувати високий рівень гнучкості та адаптивності в процесі будівництва.

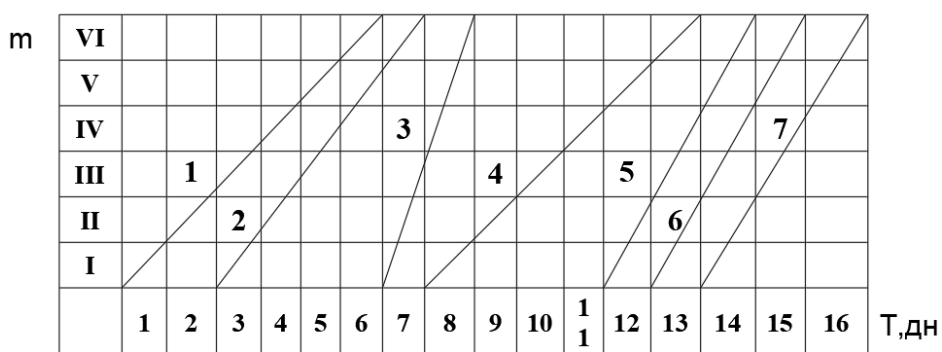


Рис. 4.5 Графік циклограма

**РОЗДІЛ 5**  
**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО**  
**СЕРЕДОВИЩА**

**Студентка:** Сафронова Я.Р.

**Консультант:** Клімова І.В.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **5.1. Охорона праці та навколишнього середовища**

### **5.1.1. Загальні положення**

Охорона праці охоплює широкий спектр правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, метою яких є збереження здоров'я та здатності людини до праці.

Ця система включає в себе низку нормативних актів, які регулюють умови праці, безпеку і гігієну на робочому місці, заходи щодо запобігання нещасним випадкам на роботі та професійним захворюванням, а також організаційні процедури і практики, спрямовані на забезпечення безпечного та здорового працевлаштування.

Охорона праці є важливою складовою будь-якої організації і вимагає дотримання встановлених норм і стандартів.

Вимоги до заходів із забезпечення безпеки праці включають:

#### **1. Визначення і аналіз потенційних ризиків:**

- Вимога полягає в ідентифікації потенційних небезпек на робочому місці та їх оцінці з метою розробки відповідних заходів з безпеки.

#### **2. Розробка і впровадження заходів з профілактики та захисту:**

- Ця вимога передбачає розробку і реалізацію заходів, спрямованих на запобігання можливим небезпекам та забезпечення захисту працівників у разі виникнення небезпечної ситуації.

#### **3. Забезпечення відповідного обладнання і матеріалів:**

- Вимагається забезпечення працівників необхідними засобами захисту, включаючи спеціальний одяг, обладнання, інструменти та інші матеріали, необхідні для забезпечення безпеки праці.

#### 4. Навчання та інформування працівників:

- Ця вимога передбачає надання працівникам достатнього навчання та інформації щодо безпечних методів праці, правил поведінки в небезпечних ситуаціях та використання засобів індивідуального захисту.

#### 5. Проведення регулярних перевірок та оцінок:

- Вимагається систематична перевірка та оцінка ефективності заходів з безпеки праці з метою виявлення потенційних проблем і внесення необхідних змін та покращень.

#### 6. Дотримання вимог законодавства:

- Всі заходи забезпечення безпеки праці повинні відповідати вимогам, установленим законодавством, нормативними актами та стандартами, які регулюють охорону праці.

Ці вимоги є важливими для забезпечення безпеки праці та запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням на робочому місці.

Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати наступним вимогам:

#### 1. Законодавство України про охорону праці:

- Вимоги, що стосуються безпеки праці, встановлені відповідними законами та нормативно-правовими актами.

#### 2. Природоохоронне законодавство:

- Вимоги щодо охорони природи та довкілля під час будівельно-монтажних робіт.

#### 3. Нормативно-правові акти з охорони праці:

- Документи, які містять вимоги та рекомендації щодо безпеки праці на будівельних об'єктах.
4. Державні стандарти системи стандартів безпеки праці (ССБП):
    - Стандарти, що встановлюють вимоги та рекомендації з охорони праці в різних галузях.
  5. Державні будівельні норми (ДБН):
    - Норми, які регулюють будівельні процеси та встановлюють вимоги до безпеки праці.
  6. Правила безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд:
    - Встановлені правила, які регулюють безпеку праці під час будівництва та експлуатації будівель і споруд.
  7. Галузеві правила і типові інструкції з охорони праці:
    - Документи, які містять конкретні вимоги та рекомендації з охорони праці для певних галузей та видів робіт.
  8. Гігієнічні нормативи, санітарні правила і норми:
    - Встановлені норми та вимоги, що стосуються гігієни та санітарії під час будівельних робіт, затверджені Міністерством охорони здоров'я України.

Охорона праці є необхідною умовою для будівельної діяльності, оскільки в процесі будівництва використовується значна кількість обладнання та виконуються роботи, що відносяться до підвищеної небезпеки. Зазвичай, організаціям, які мають намір здійснювати будівництво на підставі повідомлення або ліцензії, потрібно отримати дозвільний документ на виконання робіт підвищеної небезпеки або на експлуатацію машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки.

Це необхідно для забезпечення безпеки праці під час будівельних робіт і включає в себе впровадження заходів технічного, організаційного, санітарно-гігієнічного та правового характеру.

Організації, що займаються будівництвом, повинні дотримуватися вимог законодавства України про:

- охорону праці,
- природоохоронного законодавства,
- нормативно-правових актів з охорони праці,
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП),
- державних будівельних норм (ДБН),
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд,
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці,
- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Отримання дозвільних документів на виконання робіт підвищеної небезпеки або на експлуатацію машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки є одним із обов'язкових кроків для забезпечення безпеки праці та запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням на будівельних об'єктах.

- **Обладнання та технічні засоби**, що призначені для виробництва, використання і транспортування вибухових матеріалів і виробів на їх основі, а також комплекси для їх переробки та зберігання;
- **Електричне устаткування**, яке працює під напругою понад 1000 В, зокрема електричне устаткування електричних станцій та мереж, а також технологічне електрообладнання;

- Підйомні крани і машини, ліфти, ескалатори, пасажирські конвеєри, пасажирські підвісні канатні дороги, фунікулери, підйомники та колиски для підймання працівників.

Наведений нижче є перелік робіт в будівництві, які вважаються роботами підвищеної небезпеки і вимагають отримання Дозволу охорони праці:

- Роботи, пов'язані з розробкою фундаментів та земляних робіт, включаючи копання котлованів, видалення ґрунту та укладання підкладки;
- Роботи, що виконуються на висоті, такі як монтаж металоконструкцій, робота на стріхах або на підмостках;
- Роботи з монтажу та демонтажу будівельних лісів, включаючи встановлення і знімання сходових, підмостків та інших конструкцій;
- Роботи з монтажу та демонтажу важких машин, обладнання або великогабаритних конструкцій;
- Роботи з виконання сварочних робіт або робіт з використанням відкритого вогню;
- Роботи з електромонтажу та електричного обладнання, включаючи монтаж та підключення електричних кабелів, систем освітлення та інших електротехнічних пристроїв;
- Роботи з встановлення та експлуатації вантажопідіймальних кранів та підйомних механізмів;
- Роботи з обробки та використання небезпечних матеріалів, включаючи фарбування, лакування, роботу з асфальтом, хімічними розчинами та іншими небезпечними речовинами;
- Роботи з монтажу та демонтажу строительних ліфтів та будівельних вітрових турбін;

- Роботи зі знешкодження або усунення небезпечних відходів та матеріалів, включаючи асбест, токсичні речовини та інші небезпечні відходи.

Важливо пам'ятати, що це лише загальний перелік робіт, і конкретні вимоги до отримання Дозволу охорони праці можуть варіюватися залежно від законодавства країни та регулюючих органів.

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

При проведенні комплексу робіт при будівництві опорного блоку, необхідно розробити план заходів з метою забезпечення безпечного виконання всього обсягу будівельно-монтажних робіт. Під безпечним виконанням розуміють такі роботи, які виключають можливість наявності різних виробничих факторів, що негативно впливають на здоров'я людини та можуть призвести до травм або нещасних випадків. З метою встановлення потенційних причин виникнення шкідливих факторів, проводиться аналіз потенційних небезпек та шкідливих виробничих факторів.

Аналіз приведений в таблиці 5.1

Таблиця 5.1

#### Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

№	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	2	3	4	5
1	Електричний струм	Робота з електричними приладами, електромонтажні, випробувальні, експлуатаційні	U=80В, U=380В	ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 ПУЕ -2017 НПАОП 40.1-1.21-98 ДБН А.3.2-2-2009 ДСТУ БА 3.2-15:2011 ДБН В 2.5-28-2018
2	Підвищений рівень шуму та вібрації	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції, витяжки, обробка дерева	L, дБа	ДСН 3.3.6. 037-99, ДСН 3.3.6. 039-99

3	Підвищена запиленість та загазованість робочої зони	Зварювальні, монтажні, експлуатація і ремонтні роботи з конструкціями. Обробка дерева	ГДК мг/м <sup>3</sup>	Наказ МОЗ України №1596 від. 14.07.2020 НПАОП 41.0-1.01-79 ДСТУ БА 3.2-14:2011
4	Недостатнє освітлення робочої зони	Виконання робіт по монтажу, експлуатації, ре-монтажу інже-нерних систем	лк	ДБН В.2.5-28-2018 ДСТУ Б.А. 3.2.-15:2011
5	Атмосферна електрика	Захист будівель від блискавки	К <sub>кат.</sub>	ДСТУ EN 62305-3:2021
6	Пожежна безпека	Монтаж, випробовування, експлуатація і ремонт інженерних систем	К <sub>п/б</sub> К <sub>вог.</sub>	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2021 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016
8	Пожежна безпека	Монтаж, випробовування, експлуатація і ремонт інже-нерних систем	К <sub>п/б</sub> К <sub>вог.</sub>	ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ДБН В.1.1-7:2016
9	Горіння, вибух	Газонебезпечні роботи	Концентрація газу не вище 1/5 нижньої межі вибуховості	НПАОП 0.00-1.76-15

## 5.2. Заходи профілактики виявлених факторів

### 5.2.1. Загальні вимоги безпеки

Розміщення будівельного майданчика повинно відбуватись в межах, призначених для будівництва. Якщо потрібно використовувати додаткову територію протягом будівництва, необхідно узгодити це з власником цієї території.

Огорожа будівельного майданчика повинна забезпечувати безпеку людей, які пересуваються по вулицях, проїздах та громадських проходах поблизу будівництва.

Якщо огорожа встановлюється на відстані менше 10 м від будівельного об'єкта, необхідно встановити захисний козирок над пішохідною доріжкою шириною не менше 1,25 м. Козирок повинен бути зроблений з дощок завтовшки не менше 40 мм.

Всі майданчики для вантажно-розвантажувальних робіт повинні бути правильно сплановані і мати нахил не більше 5°.

У зимовий період на кожному майданчику повинен бути розсипаний пісок, щоб забезпечити комфортні та безпечні умови для працівників.

Робочим, інженерно-технічним працівникам та службовцям повинні бути надані спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

Перед початком основних будівельно-монтажних робіт необхідно встановити санітарно-побутові приміщення, де розташовані аптечки з медикаментами та засобами для надання першої допомоги постраждалим.

### **5.2.2 Організація будівельного майданчика**

Необхідно забезпечувати будівельні майданчики, робочі ділянки та робочі місця наявністю наступних засобів:

#### **1. Засоби колективного захисту:**

- Забезпечення працівників необхідними засобами колективного захисту, такими як захисні огорожі, бар'єри, пандуси, підмости, що запобігають падінню з висоти, а також розмітка безпечних маршрутів руху, попереджувальні знаки.

#### **2. Індивідуальний захист:**

- Забезпечення працівників необхідним індивідуальним захистом, як от захисні каски, окуляри, вушні протектори, респіратори,

рукавиці, захисне взуття та інші засоби, що відповідають конкретним ризикам на робочому місці.

### **3. Первинні засоби пожежогасіння:**

- Розміщення на майданчиках та робочих ділянках доступних та легкодоступних первинних засобів пожежогасіння, таких як вогнегасники, водяні створи, вогнегасні крани, з відповідним навчанням працівників щодо їх використання.

### **4. Засоби зв'язку та сигналізації:**

- Забезпечення наявністю засобів зв'язку, таких як радіостанції, мобільні телефони або інші ефективні засоби зв'язку між працівниками на майданчику. Також важливо встановити систему сигналізації для швидкого сповіщення про небезпеку та екстрені ситуації.

Ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки працівників на будівельних майданчиках, робочих ділянках та робочих місцях та відповідають загальним вимогам безпеки в будівництві.

### **5.2.3. Падіння конструкцій та інших предметів**

Запобігання падінням предметів з висоти під час монтажу є одним із найважливіших аспектів безпеки на робочому місці.

З метою поліпшення процесу монтажу конструкції рекомендується розглядати такі питання:

- зменшення ваги конструкції,
- збільшення розмірів
- зменшення кількості габаритних елементів

Аналіз причин травматизму під час монтажу свідчить, що більшість нещасних випадків стаються через такі фактори:

- падіння монтажних конструкцій,
- падіння робітників з висоти,

- недосконалість та неправильний вибір монтажного обладнання,
- неадекватний стан механізмів, машин та електрообладнання,
- також інші фактори, такі як недостатнє освітлення, некоректна послідовність виконання робіт і т.д.

Падіння робітників з висоти зазвичай відбувається під час розміщення, монтажу та закріплення елементів збірних конструкцій під час розбирання, остаточного монтажу вузлів та особливо під час переміщення на нове робоче місце.

Необхідно виконувати такі вимоги щодо складування матеріалів, виробів, конструкцій та устаткування на будівельному майданчику та робочих місцях:

- Цеглу слід складувати в пакетах на піддонах, не більше ніж у два яруси. У випадку використання контейнерів, цеглу слід складати в один ярус, а без контейнерів - з максимальною висотою 1,7 м.

- Фундаментні блоки та блоки стін підвалів слід укладати в штабелі з максимальною висотою 2,6 м на підкладках з прокладками.

- Стінові панелі слід складувати у формі касет або піраміди, а панелі перегородок - вертикально у касети.

- Стінові блоки слід укладати в штабелі у два яруси на підкладках з прокладками.

- Плити перекриттів слід складувати в штабелі з максимальною висотою 2,5 м на підкладках з прокладками.

- Ригелі та колони слід укладати в штабелі з максимальною висотою до 2,0 м на підкладках з прокладками.

- Круглий ліс слід складувати в штабелі з максимальною висотою 1,5 м з прокладками між рядами та встановленням упорів для запобігання розкочуванню. Ширина штабеля повинна бути меншою за його висоту.

- Пиломатеріали слід складувати в штабелі з висотою, що не перевищує половину ширини штабеля при рядовому укладанні, або в укладеному в клітку вигляді - не більше ширини штабеля.

- Дрібносортовий метал слід складувати на стелажах з висотою не більше 1,5 м.

- Санітарно-технічні та вентиляційні блоки слід складувати в штабелі з максимальною висотою 2,0 м на підкладках з прокладками.

- Великогабаритне і великовагове устаткування та його частини слід складувати в один ярус на підкладках.

- Скло в ящиках та рулонні матеріали слід складувати вертикально в один ряд на підкладках.

- Чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) слід укладати в штабель з максимальною висотою до 1,5 м на підкладках з прокладками.

- Труби діаметром більше 300 мм слід складувати в штабель з висотою до 3 м у сідло без прокладок із кінцевими упорами. Труби діаметром менше 300 мм слід складувати в штабель з висотою до 3 м на підкладках з прокладками і кінцевими упорами.

- Складування інших матеріалів, конструкцій і виробів слід здійснювати відповідно до вимог стандартів, що стосуються цих матеріалів.

- Методи та способи складування нестандартних матеріалів і конструкцій слід зазначати в планах виконання робіт (ПВР).

- Складування матеріалів та обладнання на робочих місцях повинно здійснюватись таким чином, щоб не створювалася небезпека під час виконання робіт і не звужувалися проходи.

#### **5.2.4. Заходи профілактики ураження електричним струмом**

Заходи профілактики ураження електричним струмом під час будівництва включають наступні заходи та рекомендації:

1. Використання кваліфікованого персоналу:
  - Роботи, пов'язані з електричними системами, повинні виконуватись спеціалістами, які мають необхідну кваліфікацію та знання щодо електробезпеки.
2. Забезпечення ізоляції:
  - Розробка та використання заходів для забезпечення електричної ізоляції пристроїв, обладнання та проводки, що знаходяться в непридатних для безпеки місцях, а також забезпечення відповідних ізоляційних матеріалів.
3. Заземлення:
  - Встановлення надійних систем заземлення для захисту від ураження електричним струмом. Всі металеві конструкції, обладнання та інструменти повинні бути належним чином заземлені.
4. Використання перевірених інструментів та обладнання:
  - Застосування перевірених та сертифікованих електроінструментів та обладнання, що відповідають вимогам безпеки.
5. Правильне підключення:
  - Користувачі повинні бути навчені правильному підключенню та відключенню електричного обладнання та інструментів.
6. Використання індивідуальних засобів захисту:
  - Забезпечення працівників необхідними індивідуальними засобами захисту, такими як ізолюючі рукавиці, шоломи, захисні окуляри тощо
7. Огляд та обслуговування:

- Регулярний огляд та обслуговування електричного обладнання та систем для виявлення можливих дефектів, пошкоджень чи неполадок.

#### 8. Електрична безпека:

- Проведення навчання та інструктажів щодо правил безпеки роботи з електричними системами та обладнанням, включаючи правильну процедуру виявлення небезпеки та вживання заходів безпеки.

#### 9. Аварійне відключення:

- Наявність аварійного вимикача або іншого пристрою, який може швидко відключити електроенергію в разі нагальної потреби.

Ці заходи спрямовані на запобігання ураження електричним струмом та забезпечення безпеки під час будівництва.

### **5.2.5. Шкідливі речовини**

За ступенем дії на організм шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:

1. Надзвичайно небезпечні, що мають ГДК менше  $0,1 \text{ мг/м}^3$  у повітрі (смертельна концентрація в повітрі менше  $500 \text{ мг/м}^3$ );

2. Високо небезпечні – ГДК –  $0,1-1,0 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $500-5000 \text{ мг/м}^3$ );

3. Помірно небезпечні – ГДК –  $1,1-10 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі  $5000-50000 \text{ мг/м}^3$ );

4. Мало небезпечні – ГДК  $>10 \text{ мг/м}^3$  (смертельна концентрація в повітрі більше  $50000 \text{ мг/м}^3$ ).

Для запобігання впливу шкідливих газів на організм працівників, які здійснюють зварювальні роботи, необхідно вживати наступні заходи:

- Використання засобів індивідуального захисту органів дихання, таких як респіратори або протигази, що забезпечують фільтрацію шкідливих газів і запобігають їх проникненню до дихальних шляхів працівників.
- Забезпечення природного вентиляційного обміну повітря в робочій зоні, що сприяє видаленню шкідливих речовин і підтримує їх рівень нижче ГДК.
- Дотримання встановлених ГДК (гранично допустимих концентрацій) шкідливих газів у повітрі робочої зони шляхом моніторингу та контролю.
- Організація регулярного навчання працівників щодо безпечного використання засобів індивідуального захисту, правил роботи з шкідливими газами та виявлення небезпечних ситуацій.
- Проведення періодичних медичних оглядів працівників, що знаходяться у контакті з шкідливими газами, для виявлення можливих ознак впливу на організм та запобігання прогресуванню захворювань.

Виконання цих заходів допомагає знизити ризик впливу шкідливих газів на організм працівників та забезпечує їхню безпеку під час зварювальних робіт.

Для моніторингу концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень та робочих зон використовують наступні методи:

- Експрес-метод: Використання газоаналізаторів, які базуються на колориметрії. Цей метод дозволяє швидко та достатньо точно визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо у робочій зоні шляхом спостереження за зміною кольору індикаторного порошку.
- Лабораторний метод: Включає відбір проб повітря з робочої зони і проведення фізико-хімічного аналізу в лабораторних умовах, таких як хроматографічний, фотоколориметричний і інші методи. Цей метод забезпечує точні результати, але вимагає більшого часу для виконання.
- Метод неперервної автоматичної реєстрації: Використання газоаналізаторів та газосигналізаторів для постійного моніторингу концентрації шкідливих хімічних речовин у повітрі. Цей метод дозволяє автоматично відслідковувати зміни концентрації і спостерігати за перевищенням ГДК.

Для визначення запиленості повітря застосовуються ваговий, електроіндукційний, фотометричний та інші методи, проте найбільш поширеним є ваговий метод. Він включає зважування спеціального фільтра до та після протягування через нього певного об'єму запиленого повітря, а потім обчислення ваги пилу в міліграмах на кубічний метр повітря.

Періодичність контролю стану повітряного середовища залежить від класу небезпеки шкідливих речовин, їх кількості, ступеня небезпеки для працівників та інших факторів. Контроль може проводитись неперервно,

періодично протягом зміни, щоденно, щомісячно і т.д. Неперервний контроль з сигналізацією про перевищення ГДК повинен бути забезпечений, якщо в повітрі виробничих приміщень існує ризик потрапляння шкідливих речовин з гостроспрямованим механізмом дії.

#### **5.2.6. Виробничий шум**

Виробничий шум є складним поєднанням різних звукових коливань за частотою та інтенсивністю. Він може бути розділений на **низькочастотний** (16-300 Гц), середньочастотний (300-1000 Гц) і високочастотний (понад 1000 Гц) звуки.

Нормування шуму включає порівняння вимірних рівнів звукового тиску в різних частотних смугах від 31,5 до 8000 Гц з гранично допустимими значеннями. Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 "Державні санітарні норми. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку", нормування шуму відбувається двома методами: за загальним рівнем звуку, що виміряний за допомогою шумоміру по шкалі А, та за граничним спектром (спектральний аналіз).

Якщо виміряні рівні шуму в усіх частотних смугах не перевищують нормативних значень, то шум вважається припустимим, і робота може проводитись без використання індивідуальних засобів захисту. Але якщо виявлено перевищення в одній чи декількох частотних смугах, то необхідно використовувати індивідуальні або колективні засоби захисту від шуму.

Для захисту об'єкта від шуму застосовуються різні методи, такі як звукоізоляція джерела шуму (за допомогою навушників, вкладишів, шоломів), використання звукопоглинаючих матеріалів та акустичних екранів. З метою забезпечення нормативного шумового режиму проект передбачає комплекс заходів, які включають використання "плаваючої" підлоги теплового пункту з пружними прокладками, малошумних насосів і електродвигунів, а також встановлення шумогасників на повітропроводах систем вентиляції та

використання шумопоглинаючих матеріалів у венткамері та інших приміщеннях.

### **5.2.9. Освітленість робочих місць**

При недостатній освітленості або значних змінах умов видимості, очі зору мають здатність адаптуватися. Акомодація - це здатність ока пристосовуватися до чіткого бачення предметів на різних відстанях. Адаптація - здатність ока змінювати свою чутливість в залежності від умов освітлення.

Часті зміни яскравості можуть призводити до зниження зорових функцій та викликати стомлення ока через постійну переадаптацію. Зорове стомлення, викликане напруженою роботою та постійними змінами освітлення, може призвести до зниження працездатності та загального дискомфорту.

Освітлення може бути природним, штучним або комбінованим. Для ділянок, де встановлюється система вентиляції та опалення, передбачається рівномірне освітлення з мінімальною освітленістю 30 лк.

При недостатньому природному освітленні або в періоди, коли його недостатньо або воно відсутнє, використовується штучне освітлення, зазвичай електричне.

### **5.2.10. Виробнича вібрація**

Виробнича вібрація виникає внаслідок коливання об'єктів або поверхонь через механічну силу, що діє на них під час виробничого процесу. Ці коливання можуть мати різні частоти та амплітуди, залежно від типу і характеру застосованої механічної сили.

На деяких підприємствах робота пов'язана з вібраційними коливаннями, які є поширеними в різних галузях виробництва, таких як машинобудування, гірничорудна промисловість, суднобудування, будівництво, транспорт, дорожні роботи, сільське господарство тощо.

Вплив вібрації відчувають всі працівники, які перебувають у зоні впливу цього фактора виробництва. Один з негативних наслідків тривалого впливу

вібрації - поява вібраційної хвороби, яка проявляється у формі судом, головних болів, порушень зору та координації.

Для забезпечення безпеки працівників, виробниче устаткування, що генерує вібрацію, повинно відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.1.012 та ДСН 3.3.6.039.

Для усунення шкідливого впливу вібрації на працюючих рекомендується вживати наступні заходи:

1. Знижувати рівні вібрації в джерелі її утворення шляхом використання конструктивних або технологічних заходів. Це може включати вдосконалення конструкції устаткування, застосування балансування, амортизаційних матеріалів та інших технічних засобів для зменшення вібрацій.

2. Зменшувати рівні вібрацій на шляху її поширення за допомогою засобів віброізоляції і вібропоглинання. Це може включати використання спеціальних матеріалів, амортизуючих прокладок, а також установку систем віброізоляції на основні деталі та конструкції.

3. Забезпечувати дистанційне керування устаткуванням, що виключає передачу вібрації на робочі місця. Це може включати використання автоматизованих систем керування, дистанційного управління та розташування операторів на безпечній відстані від джерела вібрації.

4. Застосовувати засоби індивідуального захисту. Це може включати використання спеціальних рукавиць, навушників або накладок для зменшення впливу вібрації на працюючих.

### 5.2.11. Пожежне забезпечення

Пожежа є неконтрольованим горінням, що виходить за межі спеціально призначених зон, поширюється в просторі і часі, і створює загрозу для життя і здоров'я людей, довкілля та призводить до матеріальних збитків.

Пожежна безпека включає комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання та гасіння пожежі.

Основними причинами пожеж є:

- неправильне поводження з вогнем (паління у небезпечних місцях, порушення правил вогневих робіт тощо),
- порушення правил улаштування та експлуатації електрообладнання в будівлях,
- порушення технологічних процесів, пов'язаних з будівельною діяльністю,
- невиконання вимог нормативних документів щодо пожежної безпеки.

Для запобігання пожежам застосовуються наступні технічні рішення:

- Використання електрообладнання, що відповідає вимогам електростатичної електробезпеки згідно ДСТУ 7302:2013.
- Застосування захисту від короткого замикання на розподільному щиті теплового пункту.
- Наявність громовідводу в будівлі.

Також в проектних рішеннях систем опалення, вентиляції та кондиціонування повинні бути враховані протипожежні та противибухові заходи згідно з вимогами норм та правил. Наприклад:

- Встановлення вогнезатримувальних клапанів з електричними датчиками показників положення полотна клапана в разі перетину стін з нормованою межею вогнетривкості.
- Запроектування системи протидимного захисту, зокрема встановлення димовивідних систем в торговельних залах та коридорах підвалу.
- Використання сертифікованих дахових вентиляторів, що витримують високу температуру під час пожежі.

Працівники повинні бути ознайомлені з протипожежними інструкціями та проходити навчання з пожежної безпеки. Кількість первинних засобів пожежегасіння повинна відповідати особливостям виробництва, розміру будівельного майданчика, умов експлуатації приміщень та кількості присутніх людей.

#### **5.2.12. Незадовільні параметри мікроклімату**

Мікроклімат виробничих приміщень є ключовим аспектом робочого середовища, який потребує гігієнічної оцінки на всіх робочих місцях. Якщо є джерела тепловиділення, використовуються комплекси теплозахисного обладнання.

Теплозахисні засоби поділяються на кілька типів в залежності від їх принципу дії, таких як:

1. Тепловідбивні матеріали: це матеріали, які відбивають тепло. Прикладами є металеві листи (сталь, залізо, алюміній, цинк), металізовані тканини, склотканини та інші. Вони створюють бар'єр для теплового випромінювання.

2. Тепловбираючі матеріали: ці матеріали вбирають тепло. Вони можуть включати сталеві або алюмінієві листи з теплоізоляційними матеріалами, які захищають від теплового випромінювання та забезпечують теплоізоляцію.

3. Тепловідвідні засоби: ці засоби використовуються для охолодження або зниження температури виробничого середовища. Це можуть бути водяні завіси, водоохолоджувальні екрани та інші.

4. Комбіновані засоби: це поєднання різних типів теплозахисних матеріалів або методів, щоб забезпечити ефективний захист від тепла.

Для запобігання перегріванню або переохолодженню працівників використовуються індивідуальні засоби захисту, такі як спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, головні убори тощо. Якщо неможливо нормалізувати мікрокліматичні умови за допомогою засобів теплозахисту, можуть застосовуватися додаткові заходи, такі як повітряне душення, обдування або водно-повітряне душення, щоб забезпечити охолодження працівників.

Засоби індивідуального захисту також розподіляються залежно від їх призначення, таких як захист від гарячого середовища, аварійні роботи, захист ніг, рук, голови, очей і обличчя. Спецодяг повинен запобігати нагріванню внутрішніх поверхонь понад 40°C.

Також важливо враховувати водно-сольовий баланс працівників, які працюють в умовах нагріваючого мікроклімату. Компенсація рідини, солей і мікроелементів може бути необхідною для попередження дегідратації та інших порушень.

**РОЗДІЛ 6**

**ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ**

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## **6.1 Нормативи**

Для опалюваних промислових будівель огорожувальні конструкції та конструкції покриття потрібно проектувати так, щоб розрахункові значення величин приведенного опору теплопередачі, визначені з урахуванням теплопровідних включень згідно з ДСТУ Б В.2.6-189, були не нижчими, ніж нормативні значення згідно з ДБН В.2.6-31 як для промислових (сільськогосподарських) будівель.

Проектування вікон, входних дверей та воріт потрібно виконувати з урахуванням положень ДСТУ-Н Б В.2.6-146 та ДСТУ Б В.2.6-79, а опір теплопередачі має відповідати ДБН В.2.6-31 як для промислових (сільськогосподарських) будівель.

Всі промислові будівлі, що підключаються до систем централізованого теплопостачання, потрібно обладнувати вузлами комерційного обліку згідно з ДСТУ ЕИ 1434-6. Системи теплоспоживання повинні бути обладнані регуляторами теплового потоку.

Припливно-витяжні установки слід проектувати з утилізаторами тепла витяжного повітря. Підвищення енергоефективності систем вентиляції та зменшення питомої вентиляційної потужності слід враховувати згідно з ДСТУ Б EN 13779.

### **6.1.1 Оптимізіція ефективності виробничого процесу**

Більшість деревообробних підприємств не усвідомлює, що неефективне виробництво вимагає значних витрат сировини й енергії, а в кінцевому підсумку призводить до великих втрат коштів. Відходи і викиди в атмосферу – це сировина, яка була придбана за гроші, але не була перетворена в продукцію, що продається за гроші

Каскадне використання деревини (див. мал.) – це оптимальний спосіб використання деревини. Лісосировина спочатку використовується для виробництва продукції з масиву та щонайдовше повторно переробляється для максимального збільшення поглинання вуглецю. І лише якщо цю продукцію вже неможливо переробити, її слід використовувати для виробництва енергії.

Відходи та викиди в атмосферу – це ресурси, на які були витрачені кошти, але які не перетворилися у продукцію, за яку могли б заплатити реальні гроші. Підвищення ефективності передбачає впровадження чистого виробництва як частини бізнес-моделі. Основною метою є мінімізація кількості невикористаних матеріалів та енергії, щоб більше вхідних ресурсів перетворювалися на кінцеву продукцію.

- Порівняння з найкращими наявними технологіями допомагає визначити слабкі місця.
- Аналіз потоку матеріалів оцінює "виробничу вартість" відходів.
- Екоефективність: оптимальне використання матеріалів скорочує кількість відходів та викидів.

Визначення варіантів мінімізації утворення відходів є пріоритетним завданням для ефективного використання ресурсів. Це дозволяє усунути або зменшити кількість відходів ще до їх виникнення. Лише після максимального використання цих варіантів слід розглядати інші способи, такі як зовнішня переробка або утилізація відходів.

Модифікація виробів може сприяти суттєвим екологічним покращенням. Наприклад, можна замінити один із компонентів на кращий, обрати продукт з довшим терміном придатності або змінити дизайн продукту, застосувавши підходи екологічно дружнього дизайну. Проте багато компаній не готові змінювати свою продукцію.

Модифікація процесів може значно зменшити кількість відходів і застосовується до всього виробничого процесу компанії. Ці зміни можуть включати комплекс окремих заходів.

### **6.1.3 Енергоефективність виробництва**

Застосування сучасних рециркуляційних аспіраційних пилоочисних установок дозволяє заощадити ресурси на підігрівання припливного повітря. Витяжне повітря від технологічного обладнання очищається від механічних домішок безпосередньо у приміщенні цеху та повертається до приміщення. Це знижує необхідну кількість зовнішнього повітря яке потрібно подавати для компенсації дії місцевих витяжних систем.

Нестача обліку використання енергії на підприємстві на різних ділянках і етапах виробництва формує величезні фінансові втрати! Раціональне господарювання та належне технічне обслуговування себе виправдовують

Як негативно впливаючі фактори можна зазначити

- обладнання, що не використовується, продовжує працювати, приносить велетенські втрати тепла.
- недоглянута система стиснутого повітря з багатьма місцями витоку.

Дії які підвищують ефективність:

- добре доглянуті, сучасні системи стиснутого повітря та аспірації.

## Можливості енергоефективності

### Рекуперація тепла від систем охолодження

- ✓ Температура гарячого повітря, що виводиться охолоджуючим обладнанням, може досягати 45 °С
- ✓ Економічно доцільно для охолоджувачів з потужністю понад 10 кВт
- ✓ 45% електроенергії можна повторно використати у якості тепла
- ✓ На замітку: відновлення тепла від систем охолодження можна об'єднати з існуючою системою опалення

### Гаряча вода

- ✓ Зменшіть температуру води
- ✓ Зменшіть циркулювання вночі
- ✓ Організуйте окреме постачання гарячої води користувачам з незначними обсягами споживання
- ✓ Демонтуйте крани, які не використовуються
- ✓ Перевіряйте ущільнення коло кранів
- ✓ Перевіряйте ізоляцію та стан труб

### Вентиляція та кондиціонування повітря

- ✓ Перевіряйте температуру повітря
- ✓ Перевіряйте одяг працівників
- ✓ Вмикайте обладнання тільки за потреби
- ✓ Зменшуйте потік повітря
- ✓ Підвищуйте повторне використання повітря
- ✓ Перевіряйте ущільнювачі
- ✓ Мінімізуйте (пере)зволоження
- ✓ Перевіряйте клапани та прокладки

### Опалення

- ✓ Перевіряйте температуру
- ✓ Знижуйте температуру вночі та протягом вихідних
- ✓ Ущільніть двері та вікна
- ✓ Використовуйте можливості складування продукції в будівлі
- ✓ Перевіряйте теплоізоляцію
- ✓ Перевіряйте котли, пульти управління, печі
- ✓ Вимикайте циркуляційні насоси
- ✓ Не затуляйте радіатори

### Освітлення

- ✓ Використовуйте денне світло, коли це можливо
- ✓ Вимикайте непотрібні лампи
- ✓ Використовуйте вимикачі з таймерами
- ✓ Чистіть вікна / лампи
- ✓ Використовуйте енергоефективні лампи та лампи з електронним баластом

### Обладнання на виробничих лініях

- ✓ Організуйте виробничі потоки
- ✓ Оптимізуйте використання обладнання
- ✓ Вимкніть обладнання, що не використовується
- ✓ Контроль частоти / швидкості: використовуйте двигуни з частотним перетворювачем, де це доцільно

## ***СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ***

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
2. ДБН В.2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства, 2013. – 113 с.
3. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. – Киев. : Будівельник, 1983. – 256 с.
4. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания / О.Д. Волков. – Х.: Вища школа, 1989. – 240с.
5. Титов В. П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. –М.: Стройиздат. 1985.
6. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель і споруд. –К: КНУБА. 2001.
7. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.
8. Проектирование Промышленной вентиляции Торговников 1983
9. Русланов Г.В. Отопление и вентиляція жилих и гражданских зданий: Проектирование: Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Є.М. Ямпольский. – К. : Будівельник, 1983. – 272 с.
10. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга 2-я. / Р.В. Щекин, С.М. Корневский. - К. : Будівельник, 1976. - 352 с.
11. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1969. – 536 с.

12. Опалення промислових об'єктів: методичні вказівки до виконання індивідуального завдання / уклад.: М.П.Сенчук, О.П.Любарець, М.О.Шишина, В.О.Любарець.– К.: КНУБА, 2018. – 84 с.

13. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.

14. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок водяного опалення» курсового проекту для студентів напрямку підготовки. 060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» / Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2015. – 40 с.

15. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій» курсового проекту для студентів напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» /Уклад.: Ю.К.Росковшенко, О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2012. – 32 с.

16. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель/ДП „Укрархбудінформ”. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Чинні з 01.05.2017. – 30 с.

17. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – Чинні з 01.07.2009. – 286 с.

18. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною та пожежною небезпекою. – Чинні з 01.01.2017. - К.: УкрНДІЦЗ, 2017. – 27 с.

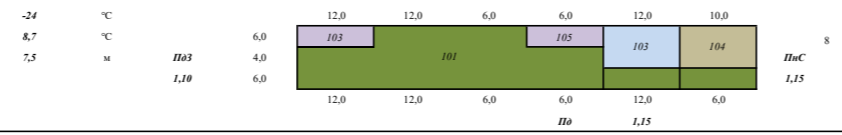
Календарний план-графік виконання робіт по тепlopостачанню виробничих приміщень

Календарний план-графік

Додаток А

№ п/п	Перелік робіт	Основа для визначен ня норм часу	Кількі сть	Норми часу		Трудозатрати		Склад бригади, ланки: розряд, кількість	Сере дній розря д робі т	Кіль кіст ь робі тнік ів, нол	Трив аліс ть робі т, днів	% викон ання норм	Календарні дати робочих днів																															
				люд.-год. /од.вим.	маш.- год. /од.вим.	люд.- год. -	маш.- год. -						люд.- дн.	маш.- дн.	Листопад-2024																													
															Грудень- 2024																													
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	25	26	27	28	29	30	3			
													Робочі дні																															
1	Монтаж розподільних трубопроводів водяної системи опалення із сталевих нецинкованих водогазопровідних труб, м, при умовному діаметрі	25	16-6-3	100м	1,70	48,71	1,19	82,81	2,02	24,11	0,59	5р-1;4р-2;3р-2	3,9	4	6	103																												
		32	16-6-4	100м	1,63	48,71	1,19	79,40	1,94								6(4)																											
		40	16-6-5	100м	0,63	48,71	1,19	30,69	0,75																																			
2	Монтаж розподільних трубопроводів водяної системи опалення із сталевих нецинкованих водогазопровідних установка арматури трубопровідної, шт, умовним діаметром, мм	50	16-9-1	100м	0,59	90,69	4,23	53,51	2,50	20,80	1,45	5р-1;4р-3;3р-1	3,9	4	5	111																												
		65	16-9-2	100м	0,43	107,42	4,79	46,19	2,06																																			
		до 50 мм	16-15-2	шт	40	2,41	0,12	96,40	4,80								5(4)																											
	Установка повітрязбірників, шт, зовнішнім діаметром, мм	до 200 мм	18-17-5	шт	19	1,82	0,12	34,58	2,28																																			
3	Установка регістрів із сталевих труб, м, при умовному діаметрі нитки, мм	50	18-9-5	100м	0,58	24,44	1,29	14,18	0,75	8,03	0,46	5р-1;4р-1;3р-1	3,9	4	2	106																												
		70	18-9-6	100м	0,43	24,44	1,29	10,51	0,55																																			
		80	18-9-7	100м	0,42	39,20	2,34	16,46	0,98								2(4)																											
		100	18-9-8	100м	0,59	39,20	2,34	23,13	1,38																																			
4	Монтаж підводок (з терморегуляторами), м, при умовному діаметрі, мм	15	16-6-1	100м	0,98	48,71	1,19	47,74	1,17	24,21	0,94	5р-1;4р-3;3р-1	3,9	4	6	105																												
		20	16-6-2	100м	0,57	48,71	1,19	27,76	0,68																																			
		25	16-6-3	100м	1,14	48,71	1,19	55,53	1,36								6(4)																											
		до 25 мм	16-15-1	шт	39	2,41	0,11	93,99	4,29																																			
5	Установка секцій водопідігрівників швидкісних поверхнею нагріву однієї секції, м <sup>2</sup>	до 12 м <sup>2</sup>	18-4-2	шт	4,00	5,36	0,91	21,44	3,64	10,90	0,65	5р-1;4р-1;3р-2	3,7	4	3	96																												
		до 2 м <sup>3</sup>	18-10-12	шт	1,00	23,12	0,69	23,12	0,69								3(4)																											
		до 0,8 м <sup>3</sup>	18-10-8	шт	3,00	14,22	0,29	42,66	0,87																																			
6	Установка розподільчих вузлів-гребінок із сталевих труб, шт, зовнішній діаметр корпуса, мм	до 500 мм	18-15-2	шт	2,00	11,25	0,22	22,50	0,44	10,34	0,43	5р-1;4р-1;3р-1	3,9	4	3	90																												
		до 50 мм	16-15-2	шт	25	2,41	0,12	60,25	3,00								3(4)																											
7	Установка арматури трубопровідної флацевої, шт, умовним діаметром, мм	до 100 мм	16-15-3	шт	29	2,41	0,12	69,89	3,48	16,62	1,87	5р-2;4р-2	4,5	4	4	116																												
		до 100 мм	16-29-2	100м	7,67	8,22	1,50	63,05	11,51								4(4)																											

Розрахункова температура зовнішнього повітря  $\theta_{\text{вн}}$   
 Середньорічна температура зовнішнього повітря  $\theta_{\text{ср}}$   
 Висота приміщень



Трансмісійні тепловтрати приміщень																												Тепловтрати приміщень на нагрівання вентиляційного повітря										таб.5.1										
Приміщення				Огороджувальна конструкція										Розрахункова температура, °C					Характеристика трансмісійних тепловтрат, Вт/°C				Трансмісійні тепловтрати, Ф <sub>т</sub> , Вт		Коефіцієнти										Витрата повітря				Характеристика вентиляційних тепловтрат, Н <sub>вд</sub> , Вт/с		Вентиляційні тепловтрати, Ф <sub>вд</sub> , Вт							
Номер приміщення/ Назва/кількість працюючих, п.ч./лод.	Площа/об'єм, А/В, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	Температура внутр., °C	Розрахункова температура повітря, θ <sub>вн</sub> , °C (у приміщенні за винятком заввишки понад 4 м)	Понесення	Ориєнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), б (h), м	Площа, А <sub>к</sub> , м <sup>2</sup>	Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)				Поправочні коефіцієнти на:					Розрахункова температура, °C			Характеристика трансмісійних тепловтрат, Вт/°C				основний режим	черговий режим	кратності повітрообміну, n <sub>50</sub>	скрапування, ε <sub>1</sub>	на висоту розміщення огороження, ε <sub>2</sub>	ефективності утилізації тепла, η <sub>2</sub>	на температуру припливного повітря, f <sub>1</sub>	інфільтраційного (в черговий режим) - V <sub>инф</sub> , м <sup>3</sup> /год*лод	питома виробничих приміщень, q <sub>вир</sub> , м <sup>3</sup> /год*лод		мінімальна, V <sub>мін</sub> , м <sup>3</sup> /год				розрахункова, V <sub>р</sub> , м <sup>3</sup> /год		основний режим		черговий режим					
									трансмісійний, U <sub>k</sub>	коригувальний на теплові мости, ΔU <sub>лб</sub>	трансмісійний у розрахунок ві, U <sub>ві</sub>	підлоги на ґрунті, U <sub>српн</sub>	додаткові тепловтрати, Ф <sub>к</sub>	річні коливання темп. ґрунту, f <sub>г1</sub>	можливе зниження зон темп., f <sub>г2</sub>	вплив ґрунтових вод, G <sub>к</sub>	різниця температури у суміжних прим., f <sub>г</sub>	зовнішнього повітря, θ <sub>вн</sub>	середньо річна зовнішнього повітря, θ <sub>ср</sub>	внутрішня в суцільному приміщенні, θ <sub>вн1</sub>	H <sub>т1в</sub>	H <sub>т1г</sub>	H <sub>т1д</sub>	ΣH <sub>тв</sub>									основний режим	черговий режим	основний режим	черговий режим	основний режим	черговий режим	основний режим	черговий режим	основний режим	черговий режим	основний режим	черговий режим	основний режим	черговий режим		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43						
Деревообробний цех	516,60 3874,50	18,00 14,00	18,99	ЗС	ПнЗ	48,4	7,5	363,00	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	229,18	-	-	229,18	48605,13	43976,07	2	0,03	1	-	5	464,94	15 2,9	0,54	1648,14	278,96	1648,14	464,94	552,57	155,88	2762,84	779,40						
			18,99	ЗС	ПнЗ	10,2	7,5	76,50	0,549	0,15	0,699	-	1,10	-	0,24	1	-	-	-	-	46,20	-	-	46,20																								
			18,99	ЗС	ПнЗ	18	7,5	135,00	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	-	85,23	-	-																			85,23					
			18,99	ЗС	ПнС	1,7	7,5	12,75	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	-	8,05	-	-																			8,05					
			18	В	ПнЗ	4,5	3,2	43,20	2,128	0,1	2,228	-	1,15	-	0,22	1	-	-	-	-	-	105,72	-	-																			105,72					
			18	В	ПнС	4,5	3,2	57,60	2,128	0,1	2,228	-	1,15	-	0,22	1	-	-	-	-	-	140,96	-	-																			140,96					
			19,98	ГП	-	-	-	516,60	0,412	0,1	0,512	-	1,10	-	0,26	1	-	-	-	-	-	234,12	-	-																			234,12					
			18	ПП	-	-	-	516,60	0,38	0,1	0,48	0,38	1,10	1,45	0,22	1	-	-	-	-	-	215,94	63,02889	-																			278,97					
			18	Д	ПнЗ	3,1	3	9,30	1,2	1,15	2,35	-	1,10	-	0,22	1	-	-	-	-	-	12,28	-	-																			12,28					
			18	Д	ПнС	4	3	12,00	1,2	1,15	2,35	-	1,15	-	0,22	1	-	-	-	-	-	16,56	-	-																			16,56					
																					ΣH <sub>тв</sub>		1157,26																									
Фарбувальне відділення	110 825	18 14	18,99	ЗС	ПнЗ	12	7,5	90,00	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	56,82	-	-	56,82	9935,25	8989,04	5	0,03	1	-	5	247,50	15 2,9	0,54	379,00	59,40	379,00	247,50	128,44	83,88	642,22	419,39						
			17	В	ПнЗ	4,5	3,2	28,80	2,128	0,1	2,228	-	1,15	-	0,20	1	-	-	-	-	70,48	-	-	70,48																								
			19,98	ГП	-	-	-	110,00	0,412	0,1	0,512	-	1,10	-	0,26	1	-	-	-	-	-	49,85	-	-																			49,85					
			18	ПП	-	-	-	110,00	0,38	0,1	0,48	0,38	1,10	1,45	0,22	1	-	-	-	-	-	45,98	13,42	-																			59,40					
																					ΣH <sub>тв</sub>		236,55																									
Загочне відділення	66,6 499,5	18 14	18,99	ЗС	ПнЗ	36,4	7,5	273,00	0,549	0,15	0,699	-	1,10	-	0,24	1	-	-	-	-	164,86	-	-	164,86	15383,53	13597,91	2	0,03	1	-	5	59,94	15 2,9	0,54	283,14	35,96	283,14	59,94	95,96	20,31	479,78	101,57						
			18,99	ЗС	ПнЗ	11,9	7,5	89,25	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	-	56,35	-	-																			56,35					
			18	В	ПнЗ	4,5	3,2	28,80	2,128	0,1	2,228	-	1,15	-	0,22	1	-	-	-	-	-	70,48	-	-																			70,48					
			19,98	ГП	-	-	-	67	0,412	0,1	0,512	-	1,10	-	0,26	1	-	-	-	-	-	30,18	-	-																			30,18					
18	ПП	-	-	-	67	0,38	0,1	0,48	0,38	1,10	1,45	0,22	1	-	-	-	-	-	-	27,84	8,13	-	35,96																									
																					ΣH <sub>тв</sub>		357,84																									
Склад готової продукції	72,1 540,75	18 14	18,99	ЗС	ПнЗ	10,2	7,5	76,50	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	48,30	-	-	48,30	7129,46	6450,46	2	0,03	1	-	5	64,89	15 2,9	0,54	239,09	38,93	239,09	64,89	80,16	21,76	400,80	108,78						
			18,99	ЗС	ПнС	8,2	7,5	61,50	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	-	38,83	-	-																			38,83					
			18	В	ПнЗ	1,5	1,5	4,50	2,128	0,1	2,228	-	1,15	-	0,22	1	-	-	-	-	-	11,01	-	-																			11,01					
			19,98	ГП	-	-	-	72,10	0,412	0,1	0,512	-	1,10	-	0,26	1	-	-	-	-	-	32,68	-	-																			32,68					
			18	ПП	-	-	-	72,10	0,38	0,1	0,48	0,38	1,10	1,45	0,22	1	-	-	-	-	-	30,14	8,80	-																			38,93					
			18	Д	ПнЗ	4	3	12,00	1,2	1,10	2,30	-	1,15	-	0,22	1	-	-	-	-	-	16,56	-	-																			16,56					
																					ΣH <sub>тв</sub>		169,75																									
Венткамера	34,3 257,25	18 16	18,99	ЗС	ПнЗ	6	7,5	45,00	0,549	0,15	0,699	-	1,15	-	0,24	1	-	-	-	-	28,41	-	-	28,41	2685,92	2499,11	2	0,03	1	-	5	30,87	15 2,9	0,54	99,47	18,52	99,47	30,87	33,35	10,35	166,75	51,75						
			19,98	ГП	-	-	-	34,30	0,412	0,05	0,462	-	1,10	-	0,26	1	-	-	-	-	-	15,54	-	-																			15,54					
			18	ПП	-	-	-	34,30	0,38	0,05	0,43	0,38	1,10	1,45	0,22	1	-	-	-	-	-	14,34	4,18	-																			18,52					
																					ΣH <sub>тв</sub>		62,48																									