

**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:

ОВК 10-ти поверхового житлового будинку з прибудованими торгівельними  
приміщеннями

Мамрикова Дар'я Денисівна

(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:

ОВК 10-ти поверхового житлового будинку з прибудованими торгівельними  
приміщеннями  
(назва)

Виконав студент групи ТВ-20

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Мамрикова Дар'я Денисівна  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник Задоянний О.В.  
(прізвище та ініціали)

Доцент, к.т.н.  
(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 ОПІ»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

\_\_\_\_\_ р.  
„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

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

Мамрикова Дар'я Денисівна

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: ОВК 10-ти поверхового житлового будинку з прибудованими торгівельними приміщеннями.

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

2. Керівник роботи

Задоянний Олександр Васильович, Доцент

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту *19 червня 2024 року*

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Вступ

Розділ 2. Розрахунок огорожувальних конструкцій

Розділ 3. Розробка системи опалення

Розділ 4. Системи вентиляції повітря

Розділ 5. Розрахунок системи кондиціонування повітря

## Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем

## Розділ 7. Охорона праці

### 5. Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. План типового поверху житлової частини; План підвалу; План прибудованих торговельних приміщень; Аксонометрична схема СО прибудованих торговельних приміщень;

Аркуш 2. Аксонометрична схема СО житлової будівлі; Опалювальний прилад сходового холу; Опалювальний прилад житлових приміщень; Специфікація обладнання розподільчого колектора на 10 поверсі житлової будівлі;

Аркуш 3. План прибудованих торговельних приміщень; Аксонометрична схема системи кондиціонування П1; План венткамери; Установа кондиціонування; Експлікація;

Аркуш 4. Аксонометрична схема системи вентиляції прибудованих торговельних приміщень; Припливно-витяжна установка системи вентиляції ПВ-2;

Аркуш 5. Монтажна схема системи В1; Комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи;

Аркуш 6. Календарний план-графік виконання робіт по теплопостачанню виробничих (послідовний метод будівництва);

Календарний план-графік виконання робіт по теплопостачанню виробничих (потоківий метод будівництва);

Графік-циклограма потокового будівництва;

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	25 травня
Розділ 2. Розрахунок огорожувальних конструкцій	27 травня
Розділ 3. Розробка системи опалення	1 червня
Розділ 4. Системи вентиляції повітря	6 червня
Розділ 5. Розрахунок системи кондиціонування повітря	9 червня
Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем	12 червня
Розділ 7. Охорона праці	14 червня
Остаточне оформлення роботи	15 червня
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	19 червня
Попередній захист роботи на кафедрі	20 червня

### 7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис

Розділ 6.	Сенчук М.П., к.т.н., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

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

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

Студент \_\_\_\_\_ Мамрикова Д.Д.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Зміст

1.	Вступ.....
2.	Розрахунок огорожувальних конструкцій.....
3.	Розробка системи опалення.....
3.1	Техніко-економічне обґрунтування вибору системи водяного опалення.....
3.2.	Вихідні данні та розрахунок тепловтрат.....
4.	Системи вентиляції повітря.....
4.1	Завдання системи вентиляції повітря.....
4.2	Підбір установки вентиляції повітря.....
5.	Розрахунок системи кондиціонування повітря.....
5.1	Розрахунок системи кондиціонування повітря.....
5.2	Розрахунок надходжень шкідливостей у магазині.....
5.3.	Вихідні данні для системи кондиціонування та розрахунок повітрообміну у магазині.....
6.	Організація та технологія монтажу інженерних систем.....
6.1.	Технології монтажу приточної системи кондиціонування П1.....
6.1.1.	Підготовчі заходи перед монтажем систем кондиціонування.....
6.1.2.	Особливості монтажу систем кондиціонування.....
6.1.3	Монтажне креслення системи кондиціонування: складові елементи та вимоги до створення.....
6.2.	Організація монтажних робіт.....
6.2.1.	Планування робіт за календарем.....

					<i>Атестаційна випускна робота</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Мамрикова Д.Д.				Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевірів	Задоянний О.В.				2				
					<b>ТВ-20</b>				

7. Охорона праці.....	
7.1 Загальні відомості про охорону праці.....	
7.2 Аналіз потенційних ризиків, небезпечних та шкідливих виробничих чинників, що виникають під час роботи.....	
7.3 Заходи профілактики виявлених факторів.....	
7.3.1 Основні вимоги до безпеки.....	
7.3.2 Заходи щодо запобігання потенційно-небезпечних та шкідливих факторів	
7.3.3 Падіння осіб з висоти.....	
7.3.4 Профілактичні заходи щодо уникнення ураження електричним струмом...	
7.3.5 Токсичні або небезпечні речовини.....	
7.3.6 Освітленість робочих приміщень.....	
7.3.7 Пожежне забезпечення.....	
7.3.8 Незадовільні параметри мікроклімату.....	
Список використаної літератури .....	
Додаток А .....	

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. Вступ

Сучасний світ постійно зростає і змінюється, ставлячи перед інженерами великі виклики у створенні комфортних та енергоефективних умов у приміщеннях, таких як магазини. Забезпечення оптимального клімату вимагає ефективного використання ресурсів, що стає все більшою проблемою з вичерпанням традиційних джерел енергії та зростанням негативного впливу на навколишнє середовище.

У проекті ми розглядаємо основний шлях для розв'язання цієї проблеми: енергоефективне регулювання систем. Спрямовані на зменшення споживання електроенергії.

Використання енергоефективних технологій у проектуванні систем опалення вентиляції та кондиціонування має велике значення для досягнення комфортних умов у приміщеннях та заощадження енергії. Вибір правильної теплоізоляції для будівель важливий для забезпечення високої енергоефективності.

У нашому дослідженні ми також підкреслюємо значення системного підходу до проектування, а також пропонуємо конкретні рішення, такі як використання терморегуляторів у системах опалення, що можуть забезпечити значні економії теплової енергії.

Правильний вибір теплоізоляції будівель, як важлива складова енергоефективних рішень, може значно підвищити ефективність систем опалення та вентиляції, зменшуючи тим самим енергетичні витрати.

Також важливо звернути увагу на енергоефективність окремих компонентів систем, таких як освітлення, холодильні установки та інші електроприлади, що використовуються у магазинах. Енергоефективність цих систем може бути досягнута за допомогою вибору енергоефективних моделей, використання LED-освітлення та інших передових технологій.

Таким чином, поєднання системного підходу до проектування та застосування енергоефективних технологій може допомогти максимально

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знизити енергетичні витрати магазинів, зменшити вплив на навколишнє середовище та забезпечити комфортні умови для клієнтів та персоналу.

Поміж різних аспектів, які впливають на енергоефективність та ефективність систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК) у приміщеннях, варто також звернути увагу на оптимізацію розташування та конструкції будівлі. Вірно обрана архітектура та розміщення приміщень можуть сприяти природному вентиляційному потоку та максимальному використанню природного світла, що, в свою чергу, дозволяє зменшити енергетичні витрати та підвищити комфорт.

Крім того, важливим аспектом є регулярне обслуговування та технічне обслуговування систем ОВК. Ретельне планування та виконання технічних інспекцій, а також своєчасне усунення будь-яких несправностей чи витоків можуть допомогти підтримувати оптимальну ефективність систем протягом їх експлуатаційного терміну.

Для досягнення оптимальної енергоефективності та комфорту у приміщеннях, також важливо враховувати індивідуальні потреби та характеристики кожного конкретного приміщення. Наприклад, магазини з різними площами, конструкціями та розташуваннями можуть мати відмінні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Також важливо враховувати режими роботи магазину та пікові навантаження, щоб системи ОВК працювали ефективно в умовах змінного попиту на комфорт. При цьому, застосування систем автоматизації та інтелектуального керування може допомогти оптимізувати використання енергії та забезпечити оптимальні умови без зайвих витрат.

Таким чином, при проектуванні та експлуатації інженерних систем у магазинах необхідно брати до уваги всі аспекти, починаючи від географічного розташування та кліматичних умов, закінчуючи індивідуальними потребами та характеристиками конкретного приміщення. Тільки такий комплексний підхід

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволить досягти максимальної ефективності та забезпечити комфорт для всіх користувачів приміщення.

						Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2

### *РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ*

Студентка / Мамрикова Д.Д. /

Консультант / \_\_\_\_\_ /

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перевірка огорожувальних конструкцій на відповідність вимогам ДБН В.2.6-31

### 1.1 Розрахунок термічного опору. Зовнішня огорожувальна конструкція №1.

Визначимо термічний опір фрагменту конструкції згідно з вимогами ДСТУ 9191:2022.

**1.1.1** Опис конструкції. Загальна товщина конструкції складає 0.620 м. Кількість шарів конструкції - 3. Шар №1 Бетон на доменних гранульованих шлаках з густиною 1400 кг/м<sup>3</sup> та товщиною 0.070 м. Шар №2 Бетони ніздрюваті з густиною 400 кг/м<sup>3</sup> та товщиною 0.470 м. Шар №3 Бетон на доменних гранульованих шлаках з густиною 1600 кг/м<sup>3</sup> та товщиною 0.080 м.

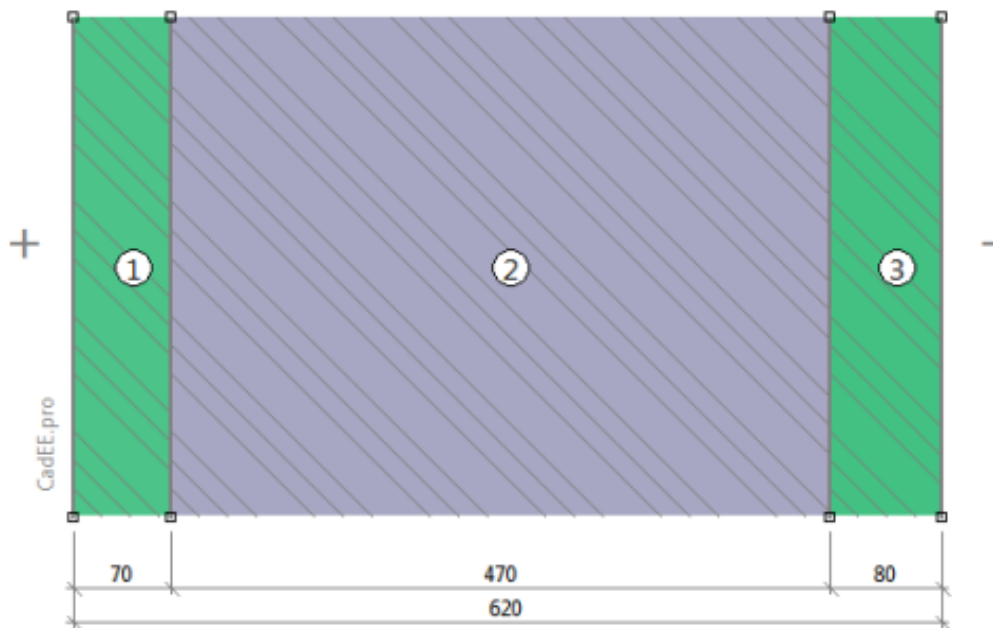


Рисунок 1.1. Розріз огорожувальної конструкції

**1.1.2** Вологісні умови експлуатації матеріалів огорожувальної конструкції визначено згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021 . Призначення будівлі - багатоквартирний будинок, для якої згідно з т.Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункові значення температури і вологості приміщень  $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{int} = 55 \%$  відповідно. Вологісний режим приміщень приймаємо згідно з т.Б.1 ДБН

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В.2.6-31:2021 - нормальний, а також враховуючи, що конструкція зовнішня, то умови експлуатації згідно з т.Б.3 ДБН В.2.6-31:2021 - Б.

**1.1.3** Розрахункові характеристики матеріалів конструкції визначаємо згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022.

**Таблиця №1.1.** Розрахункові характеристики матеріалів шарів конструкції.

	Назва шару	Товщина, (м)	Теплопровідність $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> К)
	Бетон на доменних гранульованих шлаках $\rho=1400$ кг/м <sup>3</sup>	0,07	0,58
	Бетони ніздрюваті $\rho=400$ кг/м <sup>3</sup>	0,47	0,13
	Бетон на доменних гранульованих шлаках $\rho=160$ кг/м <sup>3</sup>	0,08	0,64

**1.1.4** Коефіцієнти тепловіддачі визначаємо згідно з таблицею Б додатку Б ДСТУ 9191:2022. Для конструкції типу - стіна, розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій прийнято:

$$h_{si} = 8.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (1)$$

**1.1.5** Визначаємо опір теплопередачі конструкції згідно з формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_s = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.07}{0.58} + \frac{0.47}{0.13} + \frac{0.08}{0.64} + \frac{1}{23} = 4.019 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (2)$$

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.1.6** Загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів та площа термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів прорізів дорівнюють відповідно:

$$A_2 = 1\text{м}^2 \quad A_1 = 1\text{м}^2 \quad (3)$$

**1.1.7** На фрагменті, що розглядається, відсутні теплопровідні включення, що відносяться до непрозорої огорожувальної конструкції.

**1.1.8** Визначаємо приведений опір теплопередачі конструкції згідно з формулою 1 ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma np} = \frac{A_2}{\frac{A_1}{R_s}} = \frac{1}{\frac{1}{4.019}} = 4.019 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (4)$$

**1.1.9** Визначаємо мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі згідно з ДБН В.2.6-31:2021. Температурна зона згідно з додатком А ДБН В.2.6-31:2021 - І (м. Івано-Франківськ). Допустиме значення опору теплопередачі визначаємо з таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2021 (як для типу конструкції - стіна, та типу будівлі - багатоквартирний будинок):

$$R_{qmin} = 4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

**1.1.10** Оскільки:

$$R_{\Sigma np} = 4.02 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{qmin} = 4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

то умова (4) ДБН В.2.6-31:2021 виконується.

**1.1.11** Визначення розподілу температури в товщині конструкції згідно з формулою (5) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{p_1}} = \frac{0.07}{0.58} = 0.1207 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{K}}{\text{Bm}} \quad (5)$$

$$R_2 = \frac{d_1}{\lambda_{p_1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p_2}} = \frac{0.07}{0.58} + \frac{0.47}{0.13} = 3.736 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{K}}{\text{Bm}} \quad (6)$$

$$R_3 = \frac{d_1}{\lambda_{p_1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p_2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p_3}} = \frac{0.07}{0.58} + \frac{0.47}{0.13} + \frac{0.08}{0.64} = 3.861 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{K}}{\text{Bm}} \quad (7)$$

$\theta_{ext} = -22^\circ\text{C};$

**1.1.12** Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{si}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 18.799 \text{ }^\circ\text{C} \quad (8)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - (-22)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 17.538 \text{ }^\circ\text{C} \quad (9)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - (-22)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = -20.24 \text{ }^\circ\text{C} \quad (10)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - (-22)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = -21.546 \text{ }^\circ\text{C} \quad (11)$$

*Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції:*

$$\Delta\theta_{int-si} = \theta_{int} - \theta_0 = 20 - 18.799 = 1.201 \text{ }^\circ\text{C} \quad (12)$$

**1.1.13** Температура точки роси дорівнює:

$$\theta_D = \frac{237.7 \cdot \left( \frac{17.27 \cdot \theta_{int}}{237.7 + \theta_{int}} + \ln \frac{\varphi_{int}}{100} \right)}{17.27 - \left( \frac{\theta_{int}}{237.7 + \theta_{int}} + \ln \frac{\varphi_{int}}{100} \right)} = 9.92^\circ\text{C}$$

**1.1.14** Визначення допустимого значення різниці між температурою внутрішнього повітря та та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції визначаємо згідно з п. 5.4 ДБН В.2.6-31:2021:

$$\Delta\theta_{int-si,max} = 4^\circ\text{C} \quad (13)$$

**1.1.15** Оскільки:

$$\Delta\theta_{int-si} = 1.2^\circ\text{C} < \Delta\theta_{int-si,max} = 4^\circ\text{C}$$

*то умова (5) ДБН В.2.6-31:2021 виконується.*

**1.1.16** Перевірка виконання вимог п. 5.5.1 ДБН В.2.6-31:2021

Оскільки:

$$\theta_0 = 18.8^\circ\text{C} > \theta_D = 9.92^\circ\text{C}$$

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

то умова п. 5.5.1 ДБН В.2.6-31:2021 виконується.

## 1.2 Оцінка тепловологісного стану конструкції. Зовнішня огорожувальна конструкція №1.

Оцінку тепловологісного стану конструкції виконуємо згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.6-192:2013.

1.2.1 Розподіл температур по товщині конструкції виконуємо згідно з ф. (5) ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Розрахункові значення температури та відносної вологості внутрішнього повітря визначаємо згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021

$$\theta_{int} = 20^{\circ}\text{C}; \varphi_{int} = 55\%$$

1.2.2 Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря в січні для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

**Таблиця №1.2.** Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря для м. Івано-Франківськ.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °C	-4,3	-2,6	1,7	8,1	13,6	16,7	18,3	17,7	13,4	8	2,5	-2,4
Відносна вологість, %	83	81	77	72	72	74	75	76	79	80	84	85

1.2.3 Опір теплопередачі  $R_s$  огорожуючої конструкції визначано згідно з формулою (2). Коефіцієнти тепловіддачі визначано згідно з формулою (1)

1.2.4 Визначемо опір теплопередачі в площинах на межі шарів:

												Арк.
												12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

$$x_1 = 0.07\text{м}; \lambda_{p_1} = 0.58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$$

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{p_1}} = \frac{0.07}{0.58} = 0.1207 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}} \quad (14)$$

$$x_2 = 0.54\text{м}; \lambda_{p_2} = 0.13 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$$

$$R_2 = \frac{d_1}{\lambda_{p_1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p_2}} = \frac{0.07}{0.58} + \frac{0.47}{0.13} = 3.736 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}} \quad (15)$$

$$x_3 = 0.62\text{м}; \lambda_{p_3} = 0.64 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$$

$$R_3 = \frac{d_1}{\lambda_{p_1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p_2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p_3}} = \frac{0.07}{0.58} + \frac{0.47}{0.13} + \frac{0.08}{0.64} = 3.861 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}} \quad (16)$$

**1.2.5** Визначемо опори паропроникненню кожного шару і конструкції в цілому згідно з формулами 3, 4 ДСТУ Б В.2.6-192:2013. При цьому коефіцієнт паропроникності визначаємо згідно з табл. А.1 ДСТУ 9191:2022

$$\text{При } x_1 = 0.07 \text{ м}$$

$$R_{\text{с}} = \frac{d_1}{\delta_1} = \frac{0.07}{0.098} = 0.714 \frac{\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па}}{\text{мг}} \quad (17)$$

$$\text{При } x_2 = 0.54 \text{ м}$$

$$R_{\text{с}} = \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} = \frac{0.07}{0.098} + \frac{0.47}{0.23} = 2.758 \frac{\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па}}{\text{мг}} \quad (18)$$

$$\text{При } x_3 = 0.62 \text{ м}$$

$$R_{\text{с}} = \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} + \frac{d_3}{\delta_3} = \frac{0.07}{0.098} + \frac{0.47}{0.23} + \frac{0.08}{0.09} = 3.647 \frac{\text{м}^2\cdot\text{год}\cdot\text{Па}}{\text{мг}} \quad (19)$$

**Таблиця №1.3.** Характеристики матеріалів шарів конструкції.

№	Назва шару	Товщин а, (м)	Теплопр ові дність $\lambda$ , Вт/(м*К )	Теплов ий опір R, (м <sup>2</sup> К)/ Вт	Коеф. паропроникн ості $\delta$ , мг/(м*год*П а)	Опір паропроникн енню $R_{\text{с}}$ , м <sup>2</sup> *год*Па/м г
1	Бетон на доменних гранульова них шлаках	0,07	0,58	0,1207	0,098	0,714

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	$\rho=1400$ кг/м <sup>3</sup>					
2	Бетони ніздрюваті $\rho=400$ кг/м <sup>3</sup>	0,47	0,13	3,736	0,23	2,758
3	Бетон на доменних гранульова них шлаках $\rho=1600$ кг/м <sup>3</sup>	0,08	0,64	3,861	0,09	3,647

**1.2.6** Опір паропроникненню конструкції вцілому:

$$R_{es} = \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} + \frac{d_3}{\delta_3} = \frac{0.07}{0.098} + \frac{0.47}{0.23} + \frac{0.08}{0.09} = 3.647 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}} \quad (20)$$

**1.2.7** Розрахунок вологонакопичення в місяці січень:

**1.2.7.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{ext} = 83\% \quad \tau = 744 \text{ год} \\ \theta_{ext} = -4.3^\circ\text{C};$$

**1.2.7.2** Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{s1}} = 20 - \frac{20 - (-4.3)}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.305 \text{ }^\circ\text{C} \quad (21)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - (-4.3)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 18.575 \text{ }^\circ\text{C} \quad (22)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - (-4.3)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = -3.281 \text{ }^\circ\text{C} \quad (23)$$

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R} \left( \frac{1}{h_i} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - (-4.3)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = -4.037 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (24)$$

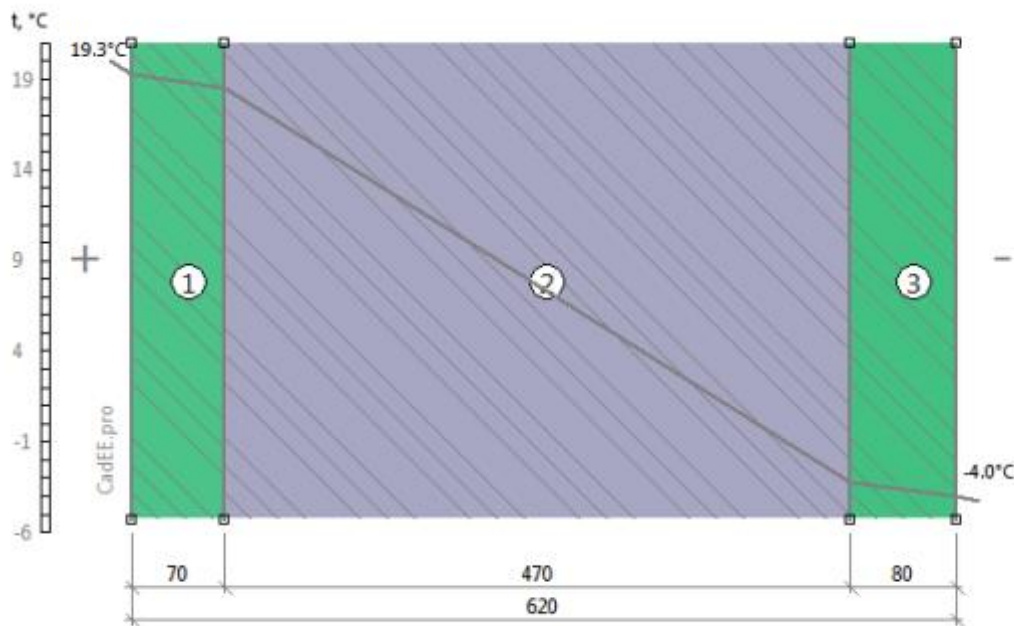


Рисунок 1.2. Розподіл температур у товщині огорожувачої конструкції (січень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.2

**1.2.7.3** Визначемо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013

Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_6 = 2238.89 \text{ Па}$$

$$E_3 = 436.2 \text{ Па}$$

**1.2.7.4** Визначемо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_6 = 0.01 \varphi_{int} E_6 = 55 \cdot 2238.889 \cdot 0.01 = 1231.389 \text{ Па} \quad (25)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 83 \cdot 436.199 \cdot 0.01 = 362.045 \text{ Па} \quad (26)$$

**1.2.7.5** Визначемо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

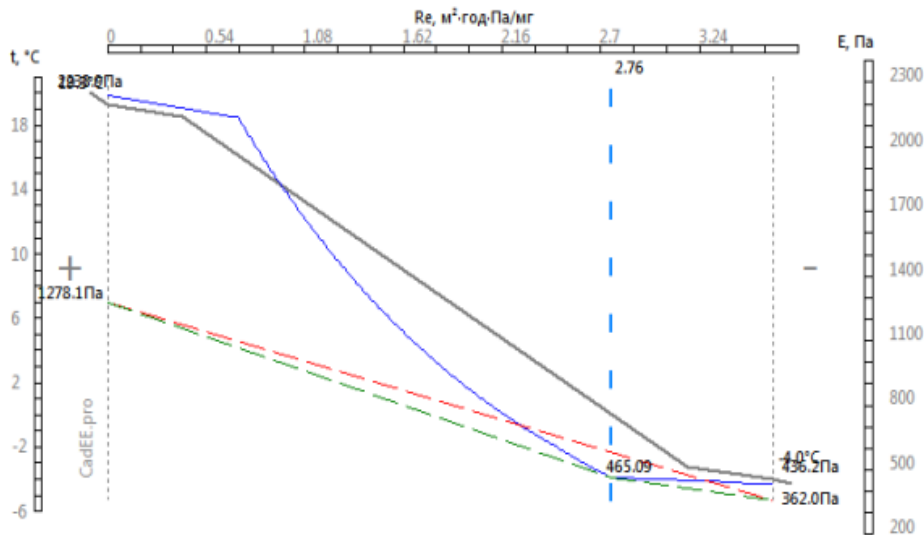


Рисунок 1.3. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожуючої конструкції (січень). На графіку лінія сіра - розподіл температури (t), синя - графік розподілу парціального тиску насиченої водої пари (E), червона - допоміжна лінія для оцінки наявності конденсації пари (e), зелена - допоміжна лінія для оцінки кількості вологи що надходить/випаровується з конструкції.

**1.2.7.6** Оскільки лінії E та e перетинаються то це свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожуючої конструкції (п.4.2.6 та п.4.3.4 ДСТУ Б В.2.6-192:2013). Визначимо місця конденсації згідно з п.4.3.5 ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Побудуємо дотичні до графіку E з точок  $e_v$  та  $e_z$  (рис.1.3).

Лінія розрахункового розподілу парціального тиску водої пари в товщині конструкції:

$$p_{e_0} = e_v = 1231.39 \text{ Па} \quad R_{e_{k_0}} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{e_k} = 465.09 \text{ Па} \quad R_{e_{k_1}} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{e_3} = e_z = 1231.39 \text{ Па} \quad R_{e_{k_2}} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт

**1.2.7.7** Кількість водої пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.7.8** Кількість водої пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

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

$$i_1 = \frac{P_k - P_{ek}}{R_{ek} - R_{ek0}} = \frac{1231.389 - 465.089}{2.757764 - 0} = 277.87 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (27)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні:

$$i_2 = \frac{P_k - P_{ek}}{R_{ek} - R_{ek0}} = \frac{465.089 - 362.045}{3.646653 - 2.757764} = 115.924 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (28)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за січень дорівнює:

$$W_{зп1} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 744 \cdot (277.87 - 115.924) \cdot 10^{-6} = 0.1205 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (29)$$

**1.2.7.9** Кількість вологи, що конденсується в конструкції за січень складає:

$$W_{зп1} = W_{зп1} = 0.1205 = 0.1205 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (30)$$

Проводимо розрахунок для наступного місяця вологонакопичення.

## 1.2.8 Розрахунок вологонакопичення в місяці лютий:

**1.2.8.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 81\% \quad \tau = 672 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = -2.6^\circ\text{C};$$

**1.2.8.2** Температура в площинах на межі шарів :

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

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{si}} = 20 - \frac{20 - (-2.6)}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.354 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (31)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - (-2.6)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 18.675 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (32)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - (-2.6)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = -1.653 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (33)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R} \left( \frac{1}{h_i} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - (-2.6)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = -2.356 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (34)$$

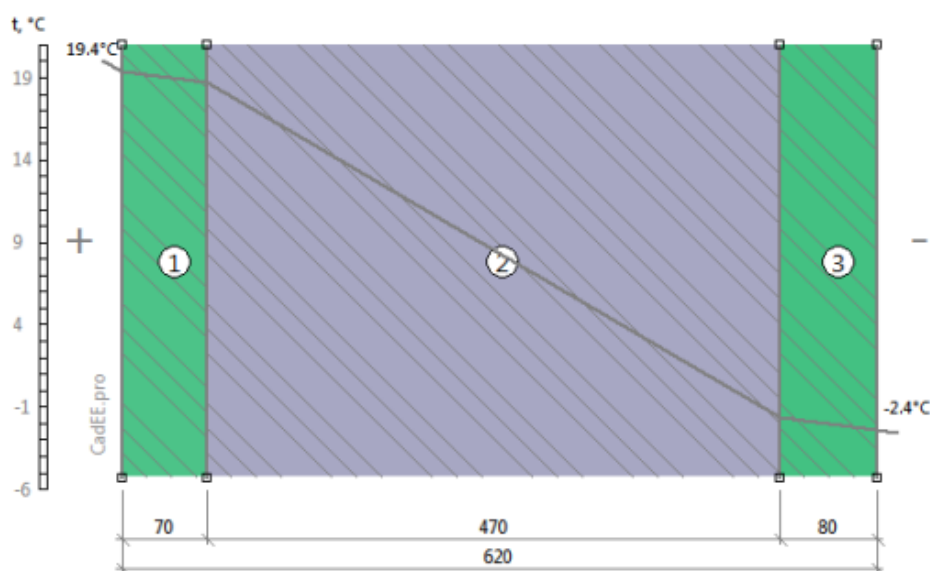


Рисунок 1.4. Розподіл температур у товщині огорожжувачої конструкції (лютий).

Графік розподілу температур див. рис. 1.4

**1.2.8.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_B = 2245.66 \text{ Па}$$

$$E_3 = 502.88 \text{ Па}$$

**1.2.8.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_B = 0.01 \varphi_{int} E_B = 55 \cdot 2245.659 \cdot 0.01 = 1235.113 \text{ Па} \quad (35)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 81 \cdot 502.88 \cdot 0.01 = 407.333 \text{ Па} \quad (36)$$

**1.2.8.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на  $1^\circ\text{C}$  перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013)

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

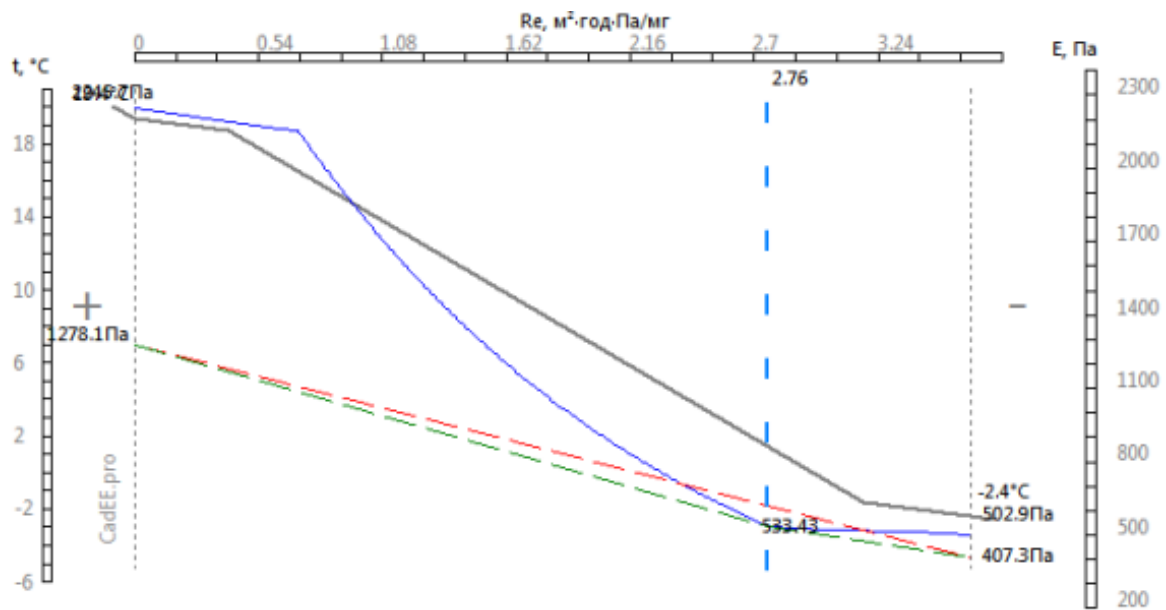


Рисунок 1.5. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (лютий). На графіку лінія сіра - розподіл температури (t), синя - графік розподілу парціального тиску насиченої водяної пари (E), червона - допоміжна лінія для оцінки наявності конденсації пари (e), зелена - допоміжна лінія для оцінки кількості вологи що надходить/випаровується з конструкції.

**1.2.8.6** Оскільки лінії E та e перетинаються то це свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувачої конструкції (п.4.2.6 та п.4.3.4 ДСТУ Б В.2.6-192:2013). Визначимо місця конденсації згідно з п.4.3.5 ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Побудуємо дотичні до графіку E з точок  $e_v$  та  $e_z$  (рис.1.5).

Лінія розрахункового розподілу парціального тиску водяної пари в товщині конструкції:

$$p_{k_0} = e_0 = 1235.11 \text{ Па} \quad R_{e_{k_0}} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_1} = 533.43 \text{ Па} \quad R_{e_{k_1}} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_2} = e_2 = 1235.11 \text{ Па} \quad R_{e_{k_2}} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт

**1.2.8.7** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.2.8.8** Кількість водяної пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$i_1 = \frac{P_k - P_k}{R_{ek} - R_{ek}} = \frac{1235.113 - 533.427}{2.757764 - 0} = 254.44 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (37)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні

$$i_2 = \frac{P_k - P_k}{R_{ek} - R_{ek}} = \frac{533.427 - 407.333}{3.646653 - 2.757764} = 141.856 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (38)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за лютий дорівнює:

$$W_{\text{гнз}} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 672 \cdot (254.44 - 141.856) \cdot 10^{-6} = 0.0757 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (39)$$

**1.2.8.9** Кількість вологи, що конденсується в конструкції за лютий складає:

$$W_{\text{гнз}} = W_{\text{гнз}} = 0.0757 = 0.0757 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (40)$$

Проводимо розрахунок для наступного місяця вологонакопичення.

### 1.2.9 Розрахунок вологонакопичення в місяці березень:

**1.2.9.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 77\% \quad \tau = 744 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 1.7^\circ\text{C};$$

**1.2.9.2** Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \frac{1}{h_{s1}} = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.477^\circ\text{C} \quad (41)$$

$$\theta_1 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 18.927^\circ\text{C} \quad (42)$$

$$\theta_2 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 2.467^\circ\text{C} \quad (43)$$

$$\theta_3 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 1.898^\circ\text{C} \quad (44)$$

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

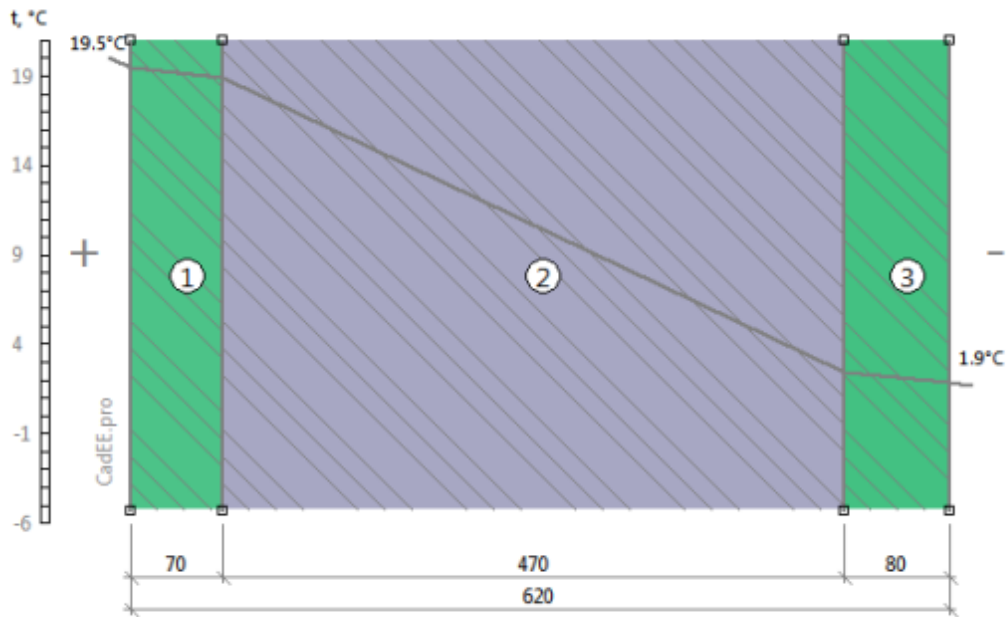


Рисунок 1.6. Розподіл температур у товщині огороджуючої конструкції (березень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.6

**1.2.9.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_b = 2262.86 \text{ Па}$$

$$E_3 = 700.79 \text{ Па}$$

**1.2.9.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_b = 0.01 \varphi_{int} E_b = 55 \cdot 2262.864 \cdot 0.01 = 1244.575 \text{ Па} \quad (45)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 77 \cdot 700.791 \cdot 0.01 = 539.609 \text{ Па} \quad (46)$$

**1.2.9.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

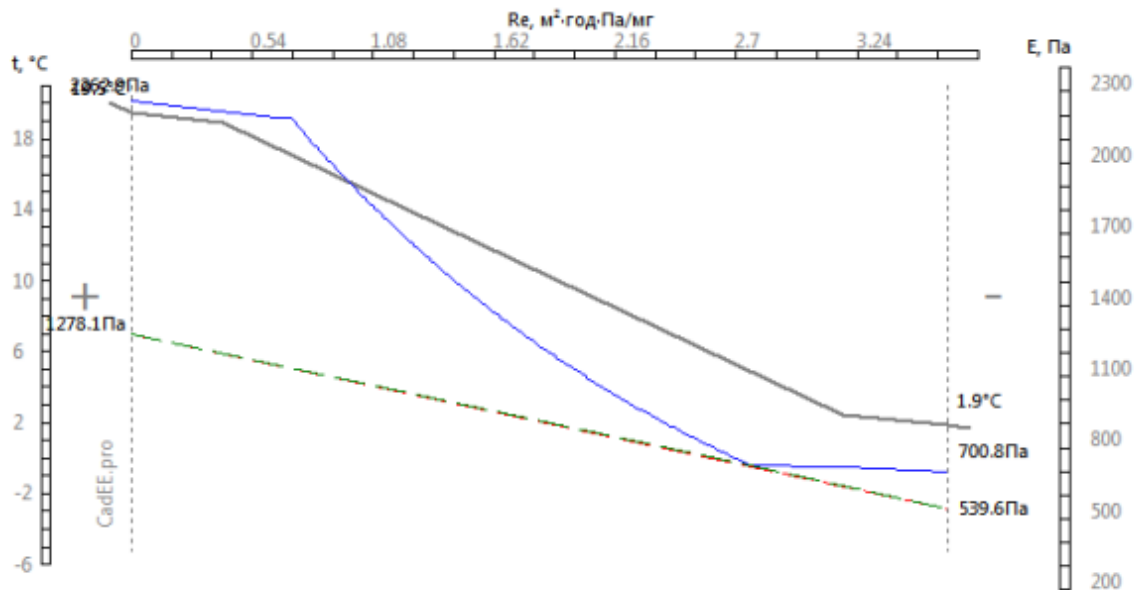


Рисунок 1.7. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (березень). На графіку лінія сіра - розподіл температури (t), синя - графік розподілу парціального тиску насиченої водяної пари (E), червона - допоміжна лінія для оцінки наявності конденсації пари (e), зелена - допоміжна лінія для оцінки кількості вологи що надходить/випаровується з конструкції.

Оскільки лінії E та e не перетинаються то згідно з п.4.2.5 та п.4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013, конденсація водяної пари в товщині конструкції не відбувається.

**1.2.10** Знайдемо місяць початку волого накопичення.

**1.2.11** Розрахунок вологонакопичення в місяці грудень:

**1.2.11.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 85\% \quad \tau = 744 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = -2.4^\circ\text{C};$$

**1.2.11.2** Температура в площинах на межі шарів :

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{si}} = 20 - \frac{20 - (-2.4)}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.359 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (47)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - (-2.4)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 18.687 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (48)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - (-2.4)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = -1.461 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (49)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - (-2.4)}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = -2.158 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (50)$$

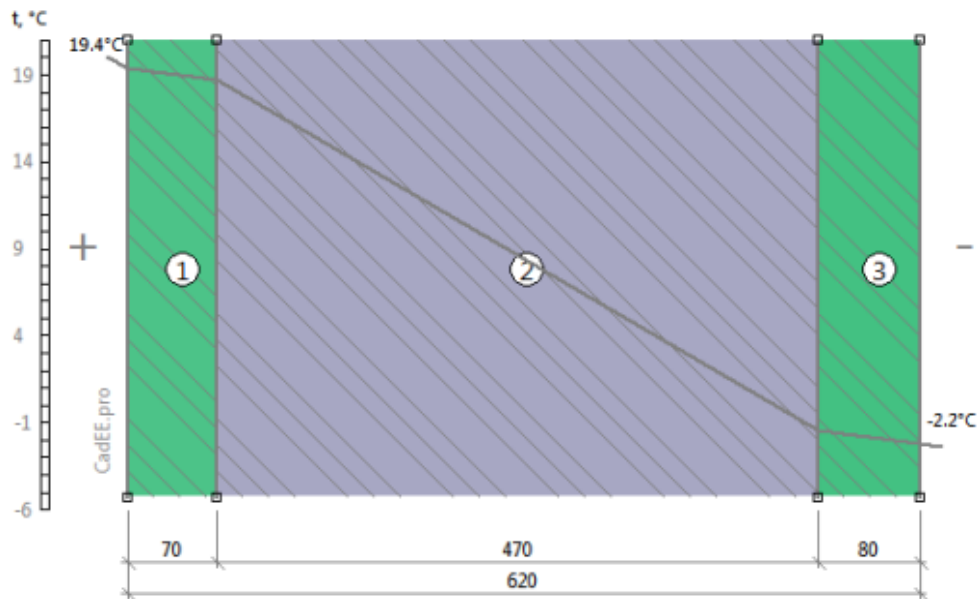


Рисунок 1.8. Розподіл температур у товщині огорожжючої конструкції (грудень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.8

**1.2.11.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_B = 2246.46 \text{ Па}$$

$$E_3 = 511.31 \text{ Па}$$

**1.2.11.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_B = 0.01 \varphi_{int} E_B = 55 \cdot 2246.457 \cdot 0.01 = 1235.551 \text{ Па} \quad (51)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 85 \cdot 511.312 \cdot 0.01 = 434.615 \text{ Па} \quad (52)$$

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.2.11.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

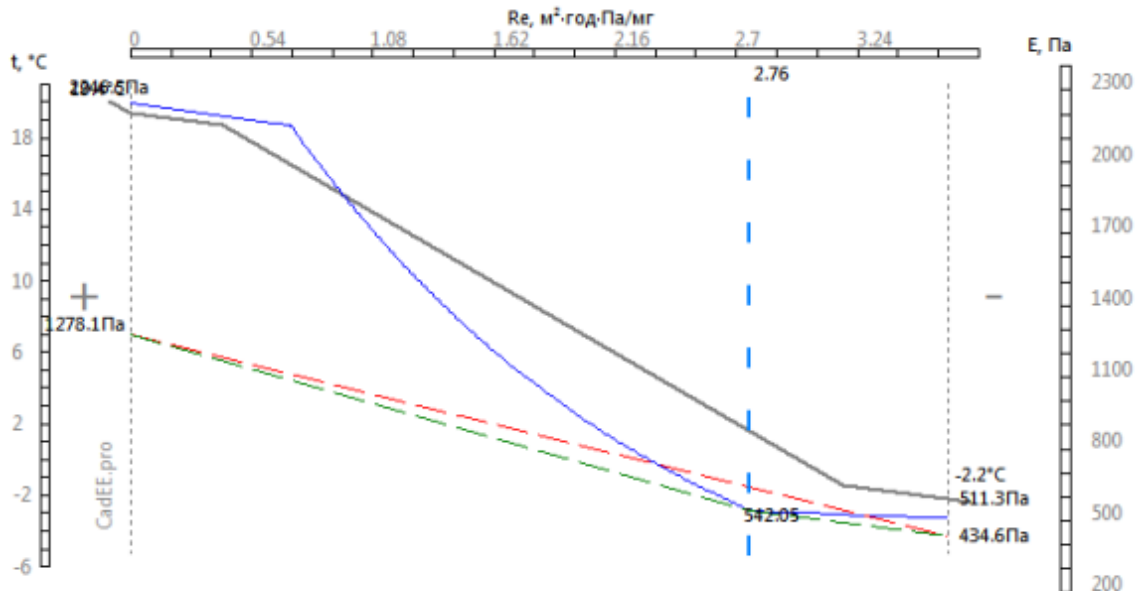


Рисунок 1.9. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (грудень). На графіку лінія сіра - розподіл температури (t), синя - графік розподілу парціального тиску насиченої водяної пари (E), червона - допоміжна лінія для оцінки наявності конденсації пари (e), зелена - допоміжна лінія для оцінки кількості вологи що надходить/випаровується з конструкції.

**1.2.11.6** Оскільки лінії E та e перетинаються то це свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувачої конструкції (п.4.2.6 та п.4.3.4 ДСТУ Б В.2.6-192:2013). Визначимо місця конденсації згідно з п.4.3.5 ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Побудуємо дотичні до графіку E з точок е<sub>в</sub> та е<sub>з</sub> (рис.1.9).

Лінія розрахункового розподілу парціального тиску водяної пари в товщині конструкції:

$$p_{k_0} = e_0 = 1235.55 \text{ Па} \quad R_{e_{k_0}} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_1} = 542.05 \text{ Па} \quad R_{e_{k_1}} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_2} = e_3 = 1235.55 \text{ Па} \quad R_{e_{k_2}} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт

**1.2.11.7** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.11.8** Кількість водяної пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$i_1 = \frac{P_k - P_{k_0}}{R_{ek_0} - R_{ek_k}} = \frac{1235.551 - 542.046}{2.757764 - 0} = 251.474 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2 \cdot \text{год}} \quad (53)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні

$$i_2 = \frac{P_k - P_{k_0}}{R_{ek_0} - R_{ek_k}} = \frac{542.046 - 434.615}{3.646653 - 2.757764} = 120.859 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2 \cdot \text{год}} \quad (54)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за грудень дорівнює:

$$W_{зп121} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 744 \cdot (251.474 - 120.859) \cdot 10^{-6} = 0.0972 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} \quad (55)$$

**1.2.11.9** Кількість вологи, що конденсується в конструкції за грудень складає:

$$W_{зп12} = W_{зп121} = 0.0972 = 0.0972 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} \quad (56)$$

Проводимо розрахунок для наступного місяця вологонакопичення.

### **1.2.12 Розрахунок вологонакопичення в місяці листопад:**

**1.2.12.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 84\% \quad \tau = 724 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 2.5^\circ\text{C};$$

**1.2.12.2** Температура в площинах на межі шарів :

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{sj}} = 20 - \frac{20 - 2.5}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (57)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{sj}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 2.5}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 18.974 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (58)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{sj}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 2.5}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 3.234 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (59)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{sj}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 2.5}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 2.689 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (60)$$

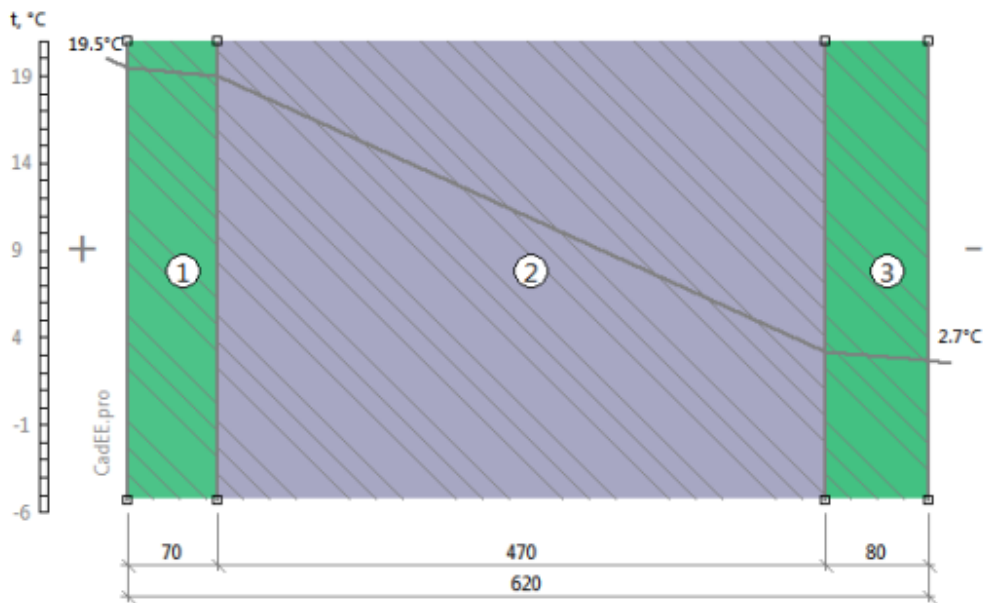


Рисунок 1.10. Розподіл температур у товщині огорожжючої конструкції (листопад).

Графік розподілу температур див. рис. 1.10

**1.2.12.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_B = 2266.08 \text{ Па}$$

$$E_3 = 741.61 \text{ Па}$$

**1.2.12.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_B = 0.01 \varphi_{int} E_B = 55 \cdot 2266.077 \cdot 0.01 = 1246.342 \text{ Па} \quad (61)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 84 \cdot 741.614 \cdot 0.01 = 622.956 \text{ Па} \quad (62)$$

**1.2.12.5** Визначимо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на  $1^\circ\text{C}$  перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

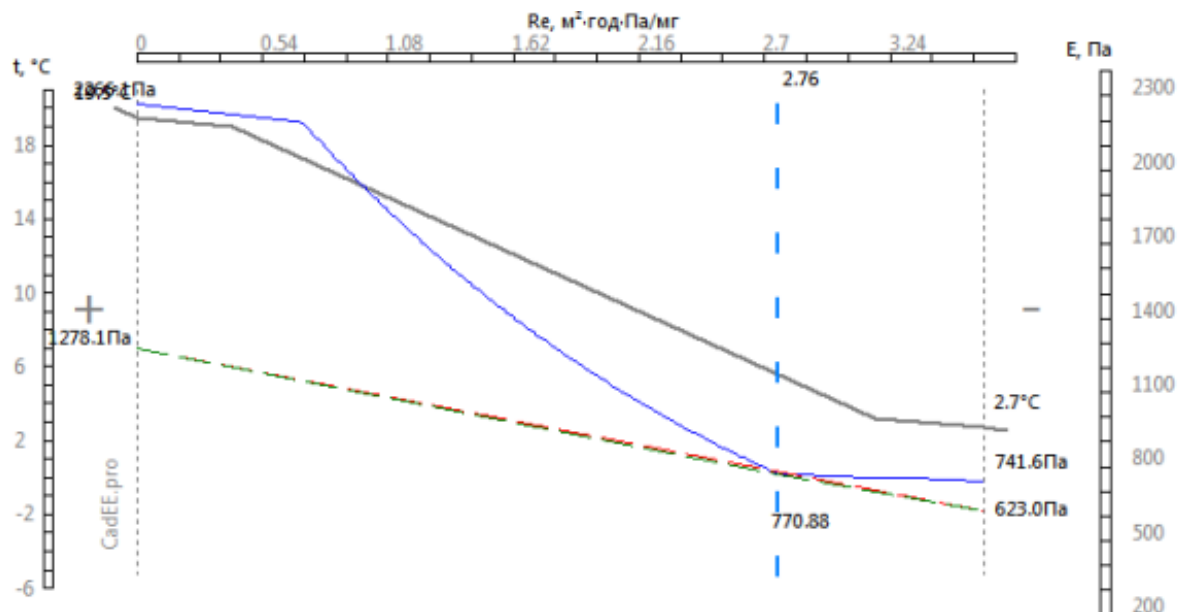


Рисунок 1.11. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (листопад). На графіку лінія сіра - розподіл температури (t), синя - графік розподілу парціального тиску насиченої водяної пари (E), червона - допоміжна лінія для оцінки наявності конденсації пари (e), зелена - допоміжна лінія для оцінки кількості вологи що надходить/випаровується з конструкції.

**1.2.12.6** Оскільки лінії E та e перетинаються то це свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувачої конструкції (п.4.2.6 та п.4.3.4 ДСТУ Б В.2.6-192:2013). Визначимо місця конденсації згідно з п.4.3.5 ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Побудуємо дотичні до графіку E з точок  $e_v$  та  $e_z$  (рис.1.11).

Лінія розрахункового розподілу парціального тиску водяної пари в товщині конструкції:

$$p_{k_0} = e_v = 1246.34 \text{ Па} \quad R_{ek_0} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_1} = 770.88 \text{ Па} \quad R_{ek_1} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_2} = e_z = 1246.34 \text{ Па} \quad R_{ek_2} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт.

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.2.12.7** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.12.8** Кількість водяної пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$i_1 = \frac{P_k - P_k}{R_{ek} - R_{ek}} = \frac{1246.342 - 770.883}{2.757764 - 0} = 172.408 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (63)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні

$$i_2 = \frac{P_k - P_k}{R_{ek} - R_{ek}} = \frac{770.883 - 622.956}{3.646653 - 2.757764} = 166.418 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (64)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за листопад дорівнює:

$$W_{зпнн} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 724 \cdot (172.408 - 166.418) \cdot 10^{-6} = 0.004337 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (65)$$

**1.2.12.9** Кількість вологи, що конденсується в конструкції за листопад складає:

$$W_{зпнн} = W_{зпнн} = 0.004337 = 0.004337 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (66)$$

Проводимо розрахунок для наступного місяця вологонакопичення.

### 1.2.13 Розрахунок вологонакопичення в місяці жовтень:

**1.2.13.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 80\% \quad \tau = 744 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 8^\circ\text{C};$$

**1.2.13.2** Температура в площинах на межі шарів :

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{s1}} = 20 - \frac{20 - 8}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.657 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (67)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 8}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 19.297 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (68)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 8}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 8.503 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (69)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 8}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 8.13 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (70)$$

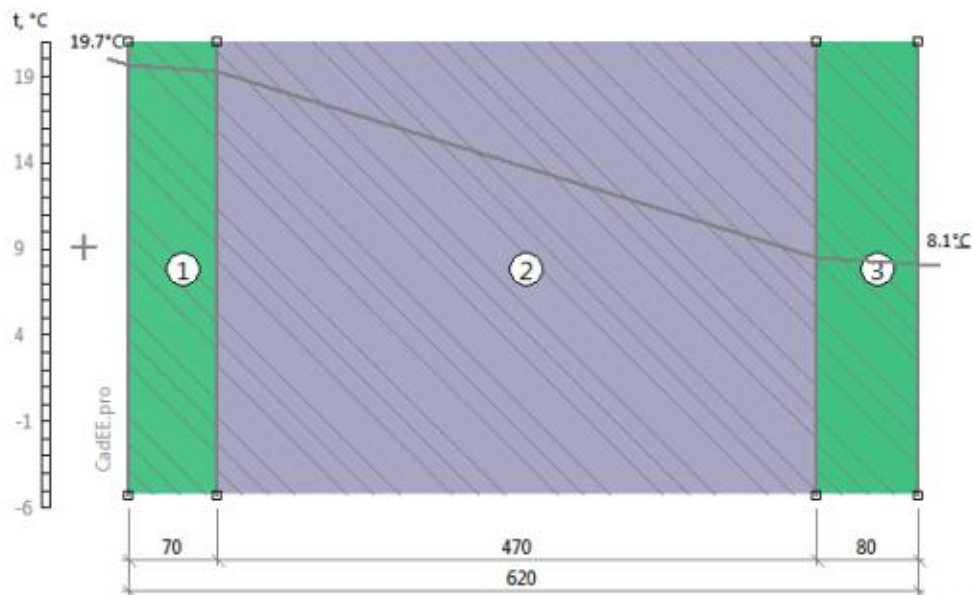


Рисунок 1.12. Розподіл температур у товщині огорожуючої конструкції (жовтень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.12

**1.2.13.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_B = 2288.28 \text{ Па}$$

$$E_3 = 1083.15 \text{ Па}$$

**1.2.13.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_B = 0.01 \varphi_{int} E_B = 55 \cdot 2288.278 \cdot 0.01 = 1258.553 \text{ Па} \quad (71)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 80 \cdot 1083.147 \cdot 0.01 = 866.517 \text{ Па} \quad (72)$$

**1.2.13.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

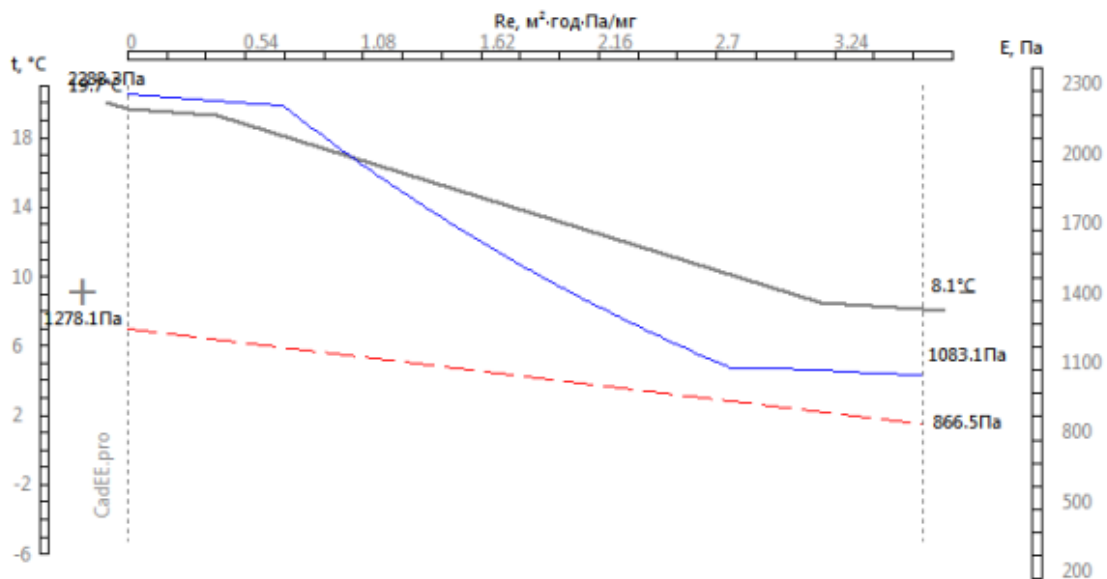


Рисунок 1.13. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожуючої конструкції (жовтень). На графіку лінія сіра - розподіл температури (t), синя - графік розподілу парціального тиску насиченої водої пари (E), червона - допоміжна лінія для оцінки наявності конденсації пари (e), зелена - допоміжна лінія для оцінки кількості вологи що надходить/випаровується з конструкції.

Оскільки лінії E та e не перетинаються то згідно з п.4.2.5 та п.4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013, конденсація водяної пари в товщині конструкції не відбувається.

**1.2.14** За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції процес конденсації водяної пари відбувається з місяця листопад до місяця лютий. В інші місяці відбувається випаровування вологи, що сконденсувалась.

### 1.2.15 Розрахунок вологовіддачі в місяці березень:

**1.2.15.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 77\% \quad \tau = 744 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 1.7^{\circ}\text{C};$$

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.2.15.2 Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{sj}} = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.477 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (73)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{sj}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 18.927 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (74)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{sj}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 2.467 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (75)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{sj}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 1.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 1.898 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (76)$$

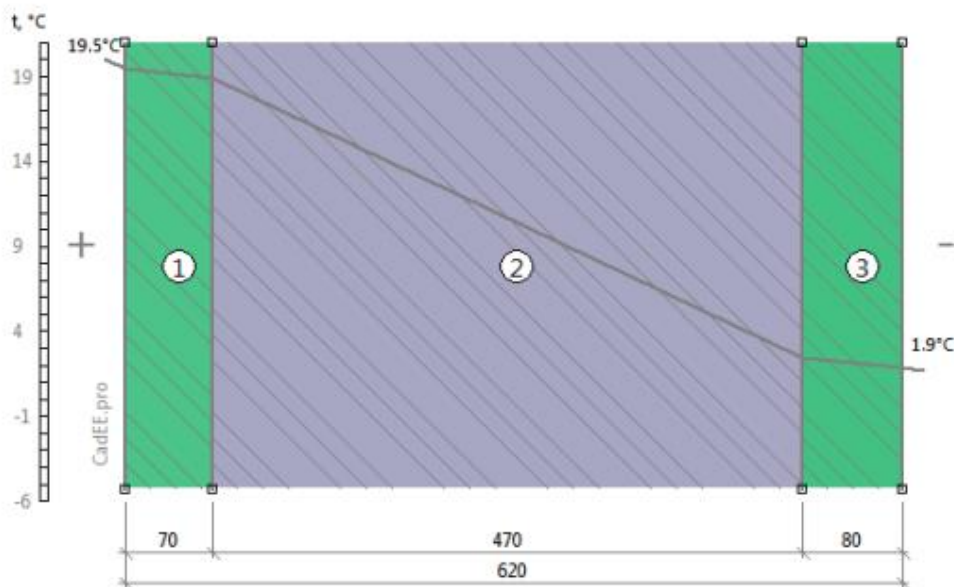


Рисунок 1.14. Розподіл температур у товщині огорожжючої конструкції (березень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.14

**1.2.15.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_B = 2262.86 \text{ Па}$$

$$E_3 = 700.79 \text{ Па}$$

**1.2.15.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_B = 0.01 \varphi_{int} E_B = 55 \cdot 2262.864 \cdot 0.01 = 1244.575 \text{ Па} \quad (77)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 77 \cdot 700.791 \cdot 0.01 = 539.609 \text{ Па} \quad (78)$$

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.2.15.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

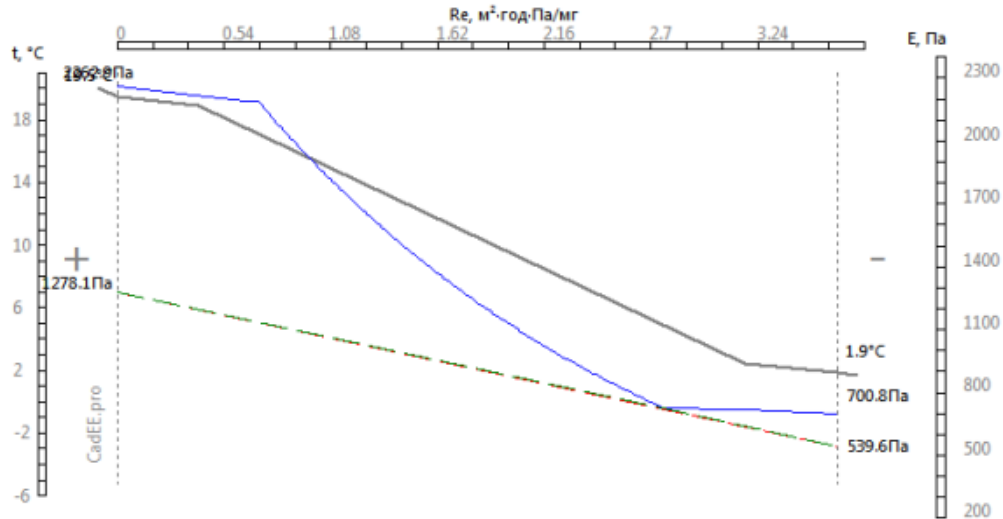


Рисунок 1.15. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожжючої конструкції (березень)

Лінія падіння парціального тиску водяної пари в товщині конструкції (п. 4.3.12 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$p_0 = e_0 = 1244.57 \text{ Па} \quad R_{e_0} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_k = 729.94 \text{ Па} \quad R_{e_k} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_2 = e_2 = 539.61 \text{ Па} \quad R_{e_2} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт.

**1.2.15.6** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.15.7** Кількість водяної пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$i_1 = \frac{p_0 - p_k}{R_{e_k} - R_{e_0}} = \frac{1244.575 - 729.944}{2.757764 - 0} = 186.612 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (79)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_2 = \frac{P_k - P_{k_0}}{R_{ek_0} - R_{ek_1}} = \frac{729.944 - 539.609}{3.646653 - 2.757764} = 214.127 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^2 \cdot \text{ГОД}} \quad (80)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за березень дорівнює:

$$W_{\text{зми}} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 744 \cdot (186.612 - 214.127) \cdot 10^{-6} = -0.02047 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} \quad (81)$$

## 1.2.16 Розрахунок вологовіддачі в місяці квітень:

**1.2.16.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 72\% \quad \tau = 720 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 8.1^\circ\text{C};$$

### 1.2.16.2 Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \frac{1}{h_{s1}} = 20 - \frac{20 - 8.1}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.66^\circ\text{C} \quad (82)$$

$$\theta_1 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 8.1}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 19.302^\circ\text{C} \quad (83)$$

$$\theta_2 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 8.1}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 8.599^\circ\text{C} \quad (84)$$

$$\theta_3 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{s1}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 8.1}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 8.229^\circ\text{C} \quad (85)$$

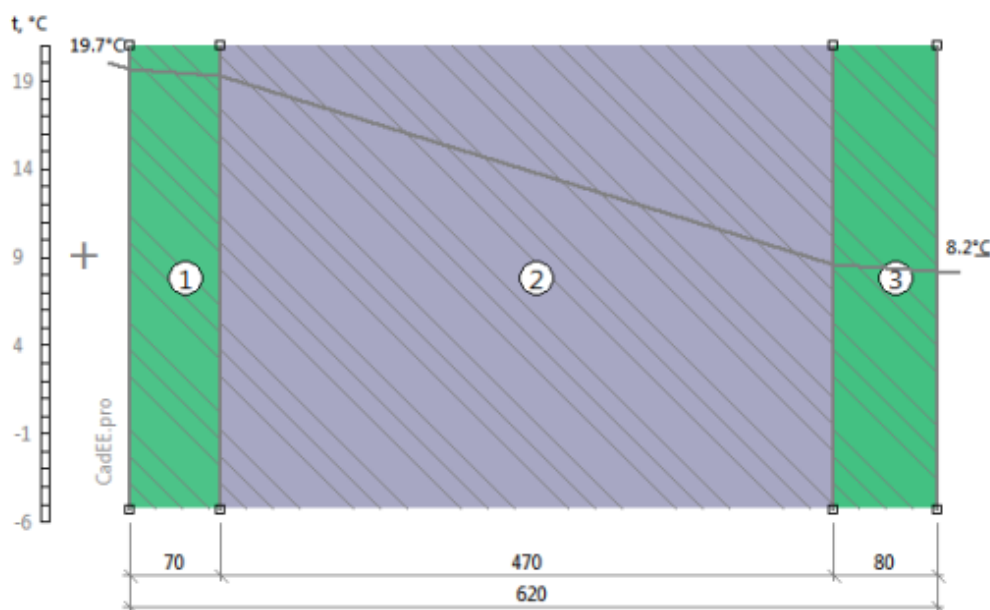


Рисунок 1.16. Розподіл температур у товщині огорожуючої конструкції (квітень).

					Арк.
					33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Графік розподілу температур див. рис. 1.16

**1.2.16.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_{в} = 2288.68 \text{ Па}$$

$$E_{з} = 1090.45 \text{ Па}$$

**1.2.16.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_{в} = 0.01 \varphi_{\text{int}} E_{в} = 55 \cdot 2288.684 \cdot 0.01 = 1258.776 \text{ Па} \quad (86)$$

$$e_{з} = 0.01 \varphi_{\text{ext}} E_{з} = 72 \cdot 1090.455 \cdot 0.01 = 785.127 \text{ Па} \quad (87)$$

**1.2.16.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

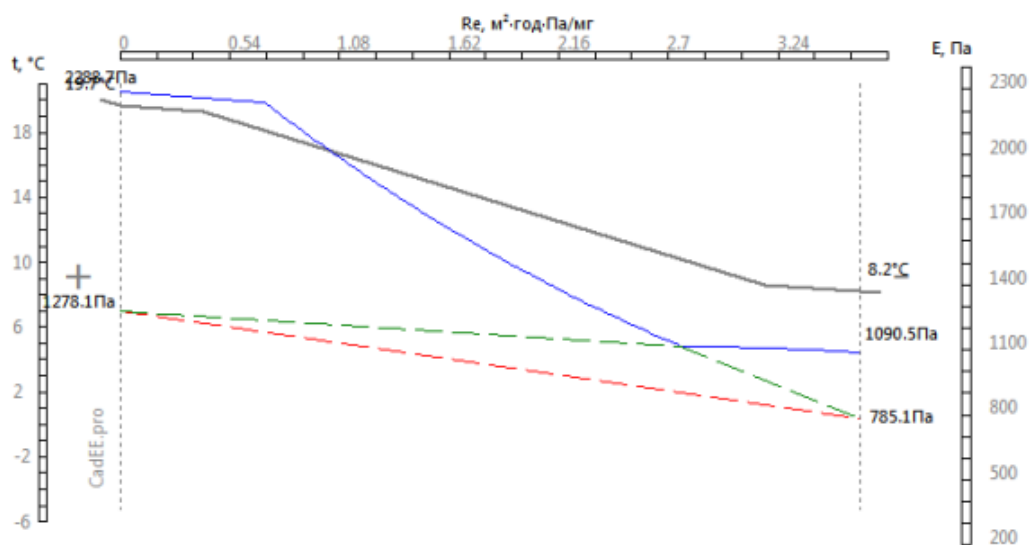


Рисунок 1.17. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (квітень)

Лінія падіння парціального тиску водяної пари в товщині конструкції (п. 4.3.12 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$p_{k_0} = e_3 = 1258.78 \text{ Па} \quad R_{e_{k_0}} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_1} = 1118.18 \text{ Па} \quad R_{e_{k_1}} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_{k_2} = e_3 = 785.13 \text{ Па} \quad R_{e_{k_2}} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт

**1.2.16.6** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.16.7** Кількість водяної пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$i_1 = \frac{p_{k_0} - p_{k_1}}{R_{e_{k_1}} - R_{e_{k_0}}} = \frac{1258.776 - 1118.179}{2.757764 - 0} = 50.982 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (88)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні

$$i_2 = \frac{p_{k_1} - p_{k_2}}{R_{e_{k_2}} - R_{e_{k_1}}} = \frac{1118.179 - 785.127}{3.646653 - 2.757764} = 374.683 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (89)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за квітень дорівнює:

$$W_{\text{згт}} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 720 \cdot (50.982 - 374.683) \cdot 10^{-6} = -0.2331 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (90)$$

### 1.2.17 Розрахунок вологовіддачі в місяці травень:

**1.2.17.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 72\% \quad \tau = 744 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 13.6^\circ \text{C};$$

### 1.2.17.2 Температура в площинах на межі шарів :

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_0 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \frac{1}{h_{si}} = 20 - \frac{20 - 13.6}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.817 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (91)$$

$$\theta_1 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 13.6}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 19.625 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (92)$$

$$\theta_2 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 13.6}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 13.868 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (93)$$

$$\theta_3 = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 13.6}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 13.669 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (94)$$

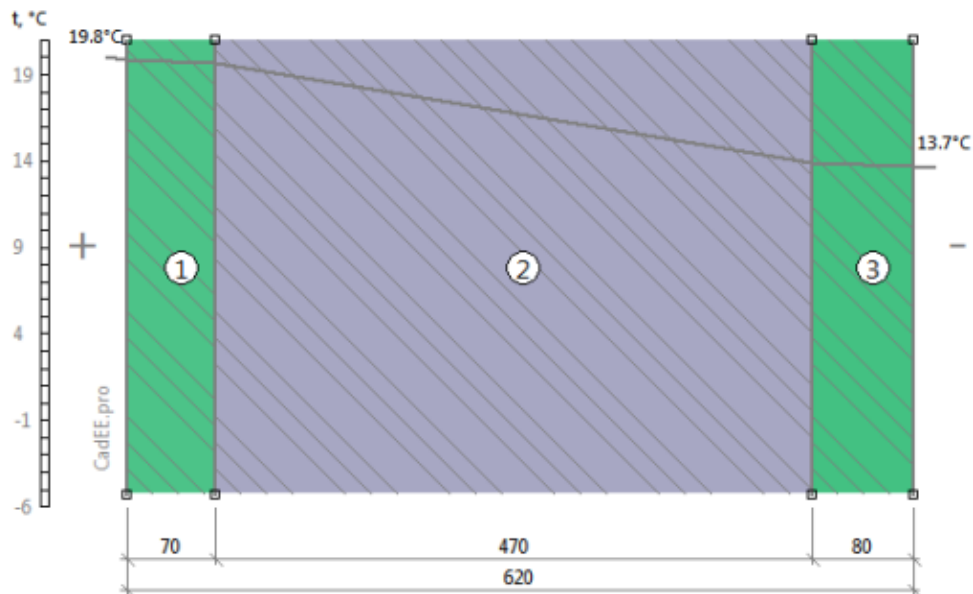


Рисунок 1.18. Розподіл температур у товщині огорожжючої конструкції (травень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.18

**1.2.17.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_B = 2311.08 \text{ Па}$$

$$E_3 = 1565.19 \text{ Па}$$

**1.2.17.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_B = 0.01 \varphi_{int} E_B = 55 \cdot 2311.079 \cdot 0.01 = 1271.093 \text{ Па} \quad (95)$$

$$e_3 = 0.01 \varphi_{ext} E_3 = 72 \cdot 1565.191 \cdot 0.01 = 1126.937 \text{ Па} \quad (96)$$

**1.2.17.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на  $1^\circ\text{C}$  перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

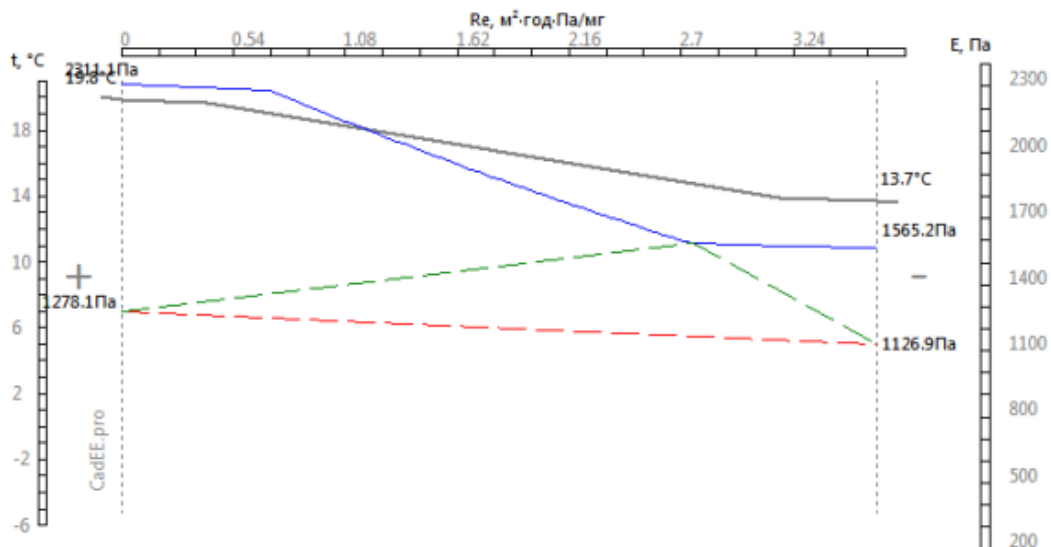


Рисунок 1.19. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожжючої конструкції (травень)

Лінія падіння парціального тиску водяної пари в товщині конструкції (п. 4.3.12 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$p_0 = e_0 = 1271.09 \text{ Па} \quad R_{e_0} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_k = 1585.54 \text{ Па} \quad R_{e_k} = 2.76 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$p_n = e_n = 1126.94 \text{ Па} \quad R_{e_n} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 1 шт

**1.2.17.6** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.17.7** Кількість водяної пари, що надходить до зони(площини) №1 конденсації визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$i_1 = \frac{p_0 - p_k}{R_{e_k} - R_{e_0}} = \frac{1271.093 - 1585.54}{2.757764 - 0} = -114.022 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (97)$$

Кількість водяної пари, що виводиться із зони(площини) №1 назовні.

$$i_2 = \frac{p_k - p_n}{R_{e_n} - R_{e_k}} = \frac{1585.54 - 1126.937}{3.646653 - 2.757764} = 515.929 \frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (98)$$

Отже кількість вологи, що конденсується в зоні/площині №1 за травень дорівнює:

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{зпн}_1} = 10^{-6} \tau (i_1 - i_2) = 744 \cdot (-114.022 - 515.929) \cdot 10^{-6} = -0.4687 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (99)$$

### 1.2.18 Розрахунок вологовіддачі в місяці червень:

**1.2.18.1** Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для міста Івано-Франківськ (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}} = 74\% \quad \tau = 720 \text{ год}$$

$$\theta_{\text{ext}} = 16.7^\circ\text{C};$$

### 1.2.18.2 Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \frac{1}{h_{\text{в}_i}} = 20 - \frac{20 - 16.7}{4.019} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.906^\circ\text{C} \quad (100)$$

$$\theta_1 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{\text{в}_i}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - 16.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 0.1207 \right) = 19.807^\circ\text{C} \quad (101)$$

$$\theta_2 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{\text{в}_i}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - 16.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.736 \right) = 16.838^\circ\text{C} \quad (102)$$

$$\theta_3 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left( \frac{1}{h_{\text{в}_i}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - 16.7}{4.019} \cdot \left( \frac{1}{8.7} + 3.861 \right) = 16.736^\circ\text{C} \quad (103)$$

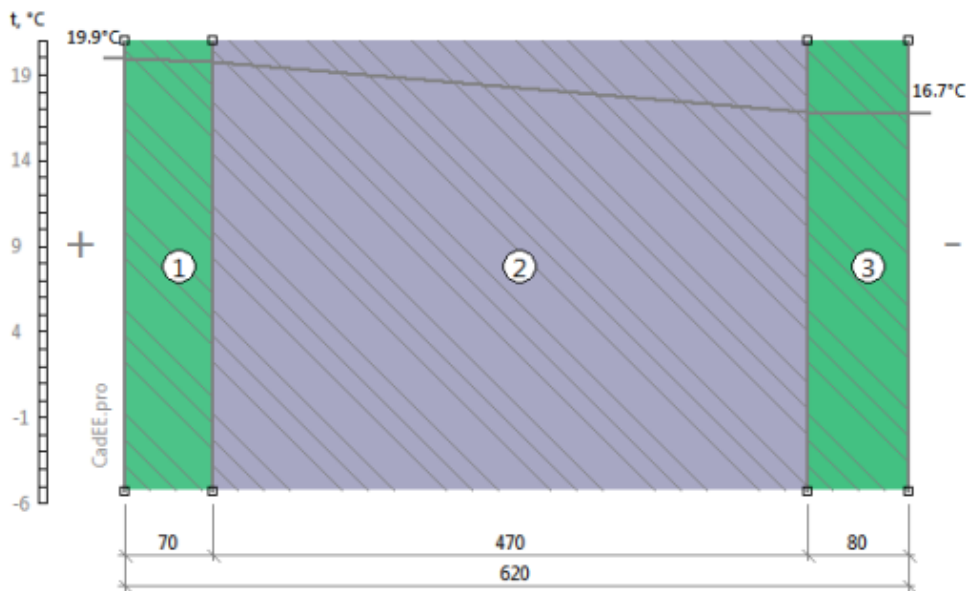


Рисунок 1.20. Розподіл температур у товщині огорожжючої конструкції (червень).

Графік розподілу температур див. рис. 1.20

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.2.18.3** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари згідно з таблицею Б.1 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 Для Внутрішньої та зовнішньої поверхні конструкції парціальний тиск насиченої водяної пари дорівнює:

$$E_{в} = 2323.79 \text{ Па}$$

$$E_{з} = 1905.53 \text{ Па}$$

**1.2.18.4** Визначаємо парціальний тиск водяної пари згідно з формулами (6) та (7) ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$e_{в} = 0.01 \varphi_{int} E_{в} = 55 \cdot 2323.786 \cdot 0.01 = 1278.082 \text{ Па} \quad (104)$$

$$e_{з} = 0.01 \varphi_{ext} E_{з} = 74 \cdot 1905.526 \cdot 0.01 = 1410.089 \text{ Па} \quad (105)$$

**1.2.18.5** Визначаємо парціальний тиск насиченої водяної пари в товщині конструкції з розрахунку 11 точок на 1°C перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

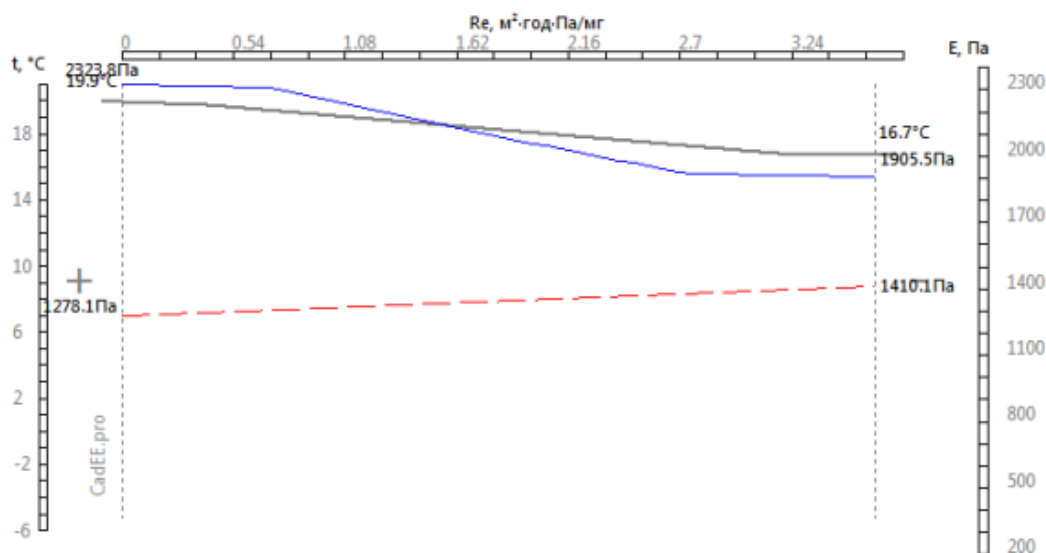


Рисунок 1.21. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (червень)

Рисунок 1.21. Розподіл парціальних тисків у товщині огорожувачої конструкції (червень)

Лінія падіння парціального тиску водяної пари в товщині конструкції (п. 4.3.12 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{\kappa_0} = \epsilon_3 = 1278.08 \text{Па} \quad R_{\epsilon_{\kappa_0}} = 0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

$$\rho_{\kappa_1} = \epsilon_3 = 1410.09 \text{Па} \quad R_{\epsilon_{\kappa_1}} = 3.65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Кількість зон конденсації - 0 шт. Кількість площин конденсації - 0 шт

**1.2.18.6** Кількість водяної пари, що надходить до першої зони(площини) конденсації з сторони приміщення визначаємо згідно з табл.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

**1.2.19** Зведемо результати розрахунку вологонакопичення та випаровування вологи з товщі конструкції на протязі року у таблицю:

**Таблиця №1.4.** Річний баланс вологи в товщі огорожуючої конструкції будинку

Місяць	К-ть вологи, що сконденсувалася, кг/м2	К-ть вологи, що випарувалась, кг/м2
	В зоні конденсації 1	В зоні конденсації 1
листопад	0.0043	0
грудень	0.0972	0
січень	0.1205	0
лютий	0.0757	0
березень	0	-0.0205
квітень	0	-0.2331
травень	0	-0.4687

**1.2.20** Оцінюємо збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції у якому може відбуватися конденсація вологи за холодний період року.

Зволоження відбувається в шарі №2 (Бетон на доменних гранульованих шлаках  $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$ )

$$W_{\text{зп}_2} = W_{\text{зп}_{111}} + W_{\text{зп}_{121}} + W_{\text{зп}_{131}} + W_{\text{зп}_{141}} = 0.004336754 + 0.0971771 + 0.1204876 + 0.0756567 = 0.2977 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (106)$$

Випаровування з шару №2 (Бетон на доменних гранульованих шлаках  $\rho=1600 \text{ кг/м}^3$ )

$$W_{\text{лп}_2} = W_{\text{лп}_{31}} + W_{\text{лп}_{41}} + W_{\text{лп}_{51}} = 0.02047144 + 0.2330647 + 0.4686836 = 0.722 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (107)$$

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приріст вологи в шарі №2 (Бетон на доменних гранульованих шлаках  $\rho=1600$  кг/м<sup>3</sup>) визначаємо відповідно до п. 4.2.11 та п. 4.3.9 ДСТУ Б В.2.6-192:2013:

$$\Delta w_1 = \frac{100W_{зп1}}{\delta_{\rho_2}} = \frac{0.2977 \cdot 100}{0.09 \cdot 1600} = 0.2067 \% \quad (108)$$

Допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу визначаємо згідно з табл. 5 ДБН В.2.6-31:2021:

$$\Delta w_d = 2\% \quad (109)$$

**1.2.21** Оскільки:

$$\Delta w_1 = 0.21\% < \Delta w_d = 2\%$$

то умова (1) ДСТУ Б В.2.6-192:2013 - виконується.

**1.2.22** Кількість накопиченої в товщі огорожувальної конструкції вологи, що сконденсувалася за зимовий період:

$$W_{зп} = W_{зп1} = 0.2977 = 0.2977 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (110)$$

**1.2.23** Кількість вологи, що випарувалась з огорожувальної конструкції за період вологовіддачі року:

$$W_{лп} = W_{лп1} = 0.722 = 0.722 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (111)$$

**1.2.24** Оскільки:

$$W_{зп} = 0.3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} < W_{лп} = 0.72 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

то умова (2) ДСТУ Б В.2.6-192:2013 - виконується.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 3**  
*РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ*

Студентка / Мамрикова Д.Д. /

Консультант / \_\_\_\_\_ /

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **3.1. Техніко-економічне обґрунтування вибору системи водяного опалення.**

Двотрубна горизонтальна поквартирна система водяного опалення.

Переваги двотрубних горизонтальних систем водяного опалення в квартирах:

**Економічні переваги:** Порівняно з іншими системами опалення, ці системи мають кращі економічні показники завдяки меншому споживанню енергії для нагрівання теплоносія до потрібної температури. У двотрубних системах температура води в кожному опалювальному приладі залишається стабільною, а середня температура води в кожному приладі на стояку однакова. Це свідчить про економічну ефективність запропонованої системи опалення.

**Технічні переваги:** Двотрубні системи мають менше проходів через перекриття, порівняно з однотрубними системами, що дозволяє встановлювати більше опалювальних приладів. Втрати тиску в однотрубних системах значно вищі, ніж у двотрубних. Запропонована система має спрощену гідравлічну схему при паралельному русі теплоносія, а також дозволяє відключати окремі прилади для проведення технічного обслуговування та ремонту.

**Покращені санітарно-гігієнічні умови:** Горизонтальна система опалення має естетичніший вигляд, оскільки трубопроводи можна прокладати в підлозі або використовувати плінтусний варіант. Це також дає можливість регулювати кількість тепла, що надходить до приміщення, за допомогою термостатичних клапанів і контролювати витрати на опалення окремими власниками квартир за допомогою встановлених лічильників води.

**Гнучкість у проектуванні:** Двотрубні системи дозволяють більш гнучко підходити до проектування опалення у квартирі, зокрема розташування опалювальних приладів та маршрутів трубопроводів.

**Підвищена надійність:** Завдяки постійному температурному режиму і меншому навантаженню на окремі компоненти системи, двотрубні системи менш схильні до поломок та протікань.

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Можливість зонального регулювання:** Кожна квартира може мати окремий термостатичний регулятор, що дозволяє встановлювати індивідуальний температурний режим для окремих приміщень.

Недоліки цієї системи водяного опалення:

**Висока металоємність:** Порівняно з однотрубними системами, двотрубні системи вимагають більше металу і часу на монтаж та введення в експлуатацію, зокрема для проведення первинного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів.

**Вищі початкові витрати:** Незважаючи на економічні переваги в експлуатації, двотрубні системи мають вищі початкові витрати на встановлення та матеріали, що може бути суттєвим фактором для деяких користувачів.

**Складність обслуговування:** Більш складна конструкція може вимагати спеціалізованих навичок для проведення ремонту і обслуговування, що може підвищити витрати на технічну підтримку.

**Потреба у додатковому місці:** Двотрубні системи можуть вимагати більше простору для прокладання трубопроводів, що може бути проблематичним у деяких плануваннях квартир або при обмеженому просторі.

Для обраної системи опалення пропонується застосовувати опалювальні сталеві панельні радіатори Vogel & Noot VONOVA 11KV, 21KV. Ці радіатори вирізняються високою якістю виконання та чудовими експлуатаційними характеристиками. Завдяки використанню сталевих панельних радіаторів Vogel & Noot VONOVA, система опалення набуває нових переваг, які забезпечують ефективність і надійність роботи всієї системи.

Радіатори Vogel & Noot VONOVA 11KV, 21KV виготовлені з високоякісної сталі, що гарантує їх довговічність і стійкість до корозії. Це важливо для довгострокового функціонування системи опалення, оскільки зменшується ймовірність витоків та пошкоджень. Панельна конструкція радіаторів забезпечує рівномірне розподілення тепла по всій площині, що сприяє комфортному мікроклімату в приміщенні.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Детальніша інформація про ці радіатори представлена далі у документації, яка містить технічні характеристики, інструкції з монтажу та рекомендації з експлуатації. Це дозволяє користувачам та інсталляторам ознайомитися з усіма аспектами використання даного обладнання.

Отже, застосування такого типу радіаторів в умовах запроектованої двотрубною горизонтальною поквартирною системою водяного опалення є доцільним як за технічними, так і за економічними параметрами. По-перше, ці радіатори сприяють оптимальному розподілу тепла, що зменшує енерговитрати і підвищує економічну ефективність системи. По-друге, їх висока надійність і довговічність знижують витрати на обслуговування та ремонт, що також є важливим економічним фактором.

У контексті технічних переваг, сталі панельні радіатори Vogel & Noot VONOVA забезпечують стабільну роботу системи навіть при значних перепадах тиску та температури, що є характерним для двотрубних систем опалення. Крім того, вони легко інтегруються в існуючі системи та сумісні з різними видами трубопроводів, що робить їх універсальним рішенням для багатьох типів будівель.

Таким чином, вибір радіаторів Vogel & Noot VONOVA для запроектованої двотрубною горизонтальною поквартирною системою водяного опалення є оптимальним рішенням, що поєднує високу якість, ефективність і економічність. Це забезпечує комфортні умови проживання і знижує експлуатаційні витрати, що є важливим для сучасних будівель та їх мешканців.

У даній атестаційній випускній роботі ми приймаємо надійну гарнітуру підключення до радіаторів - HERZ – 3000. Використання цієї арматури дозволяє зменшити кількість компонентів, що забезпечує можливість реалізації численних комбінацій у різних системах водяного опалення. HERZ – 3000 відзначається точним режимом налаштування і оптимальною прохідністю радіаторів, що забезпечує високий рівень зручності та комфорту для користувачів.

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підводках до опалювальних приладів встановлюються термостатичні приводи HERZ-TS. Ці приводи реагують навіть на найменші зміни температури, точно підтримують налаштовану температуру і ефективно використовують джерела тепла, такі як освітлення, електричні прилади та сонячне випромінювання. Завдяки автоматичним термостатичним головкам, витрати води можуть бути знижені майже на 30%. Крім того, ці приводи мають привабливий зовнішній вигляд, що додає естетичної цінності до інтер'єру приміщення.

З кожного опалювального приладу і у верхніх точках стояка передбачено видалення повітря, що є важливим аспектом для ефективного функціонування горизонтально прокладених трубопроводів. Видалення повітря з системи забезпечує безперебійну роботу опалювальних приладів і запобігає утворенню повітряних пробок, які можуть знижувати ефективність системи опалення.

Балансувальну та запірно-регулюючу арматуру ми також застосовуємо від фірми HERZ. Ця арматура характеризується добре продуманою конструкцією, яка дозволяє здійснювати досконале гідравлічне регулювання в опалювальних і охолоджувальних системах. Використання арматури HERZ забезпечує точне налаштування гідравлічних параметрів системи, що сприяє її ефективній і економічній експлуатації.

Отже, запровадження системи запірної та терморегулюючої арматури HERZ у нашому курсовому проекті не тільки підвищує ефективність та надійність системи водяного опалення, але й забезпечує зручність у користуванні та обслуговуванні. Це рішення дозволяє досягти оптимального комфорту в приміщеннях, мінімізуючи витрати на енергоносії та технічне обслуговування системи.

Для обраної системи опалення ми вибираємо металопластикові трубопроводи фірми Herz-Нака для прокладання в квартирах і сталеві водогазопровідні труби для вертикальних та горизонтальних стояків.

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання різних типів труб дозволяє оптимізувати функціонування системи опалення, забезпечуючи високу ефективність та надійність.

Труби Herz виготовлені з високоякісного металопластику, що забезпечує ряд значних переваг. По-перше, вони витримують високі температури, що є критично важливим для систем водяного опалення. Це гарантує, що труби зберігають свою міцність та функціональність навіть при екстремальних температурних режимах. По-друге, металопластикові труби стійкі до корозії, що суттєво збільшує їхній термін експлуатації і зменшує ймовірність виникнення протікань.

Ще однією важливою перевагою труб Herz є відсутність відкладень всередині трубопроводу. Це забезпечує стабільний потік води і знижує ризик засмічення системи, що може вплинути на її ефективність. Термін експлуатації металопластикових труб Herz складає не менше ніж 50 років, що робить їх довгостроковою інвестицією у систему опалення.

Швидкий монтаж труб Herz є ще однією важливою перевагою. Завдяки продуманій конструкції та сучасним технологіям, процес встановлення труб значно спрощується, що дозволяє скоротити час і витрати на монтажні роботи. Це особливо актуально для багатоквартирних будинків, де швидкість та якість монтажу мають велике значення.

Труби, які проходять у приладових вітках, прокладаються в підлозі приміщень. Це не лише забезпечує естетичний вигляд інтер'єру, але й сприяє кращому розподілу тепла в приміщенні. Прокладання труб у підлозі також зменшує ризик їх пошкодження та забезпечує зручний доступ для обслуговування.

Сталеві водогазопровідні труби використовуються для вертикальних та горизонтальних стояків. Вони відзначаються високою міцністю і здатністю витримувати великі навантаження, що робить їх незамінними для основних магістральних трубопроводів системи опалення. Використання сталі забезпечує

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

додаткову надійність і довговічність системи, що особливо важливо для багатоповерхових будівель.

Отже, комбіноване використання металопластикових труб Herz-Нака та сталевих водогазопровідних труб забезпечує оптимальне функціонування системи водяного опалення, поєднуючи довговічність, надійність і ефективність. Це рішення дозволяє створити надійну, зручну в експлуатації та економічно вигідну систему опалення для сучасних квартир.

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) відіграє ключову роль у системі водяного опалення, забезпечуючи ефективне управління теплопостачанням і контроль за температурними параметрами. У нашому проекті тепловий пункт розташовується у підвальному приміщенні як житлової, так і прибудованих будівель. ІТП для житлового будинку та ІТП для магазинів влаштовані окремо, що дозволяє оптимально використовувати простір і забезпечити легкий доступ для обслуговування. Це також забезпечує індивідуальність кожної системи, надаючи незалежність від режиму експлуатації один одного.

ІТП оснащується автоматичними пристроями фірми Herz, які відомі своєю надійністю та високою ефективністю. Ці пристрої відповідають за погодне регулювання системи опалення, що є важливим аспектом для підтримання комфортного мікроклімату в приміщеннях. Погодне регулювання дозволяє автоматично коригувати температуру теплоносія залежно від зовнішніх погодних умов, що забезпечує оптимальне використання енергії та знижує витрати на опалення.

Автоматичні пристрої Herz також підтримують задану температурним графіком температуру в обратному трубопроводі системи опалення. Це означає, що температура теплоносія, який повертається до котла або іншого джерела тепла, постійно контролюється і регулюється для забезпечення максимальної ефективності системи. Такий підхід дозволяє уникнути перегріву або недогріву приміщень, що сприяє створенню комфортних умов для мешканців.

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміщення ІТП у підвальному приміщенні має декілька переваг. По-перше, це знижує шумове навантаження на житлові приміщення, оскільки більшість обладнання працює досить тихо, але все ж може створювати певний рівень шуму. По-друге, підвальне приміщення забезпечує легкий доступ до всіх компонентів ІТП для технічного обслуговування та ремонту, що знижує експлуатаційні витрати і підвищує загальну надійність системи.

Крім того, використання автоматичних пристроїв Herz у ІТП дозволяє інтегрувати систему опалення з іншими системами будівлі, такими як вентиляція та кондиціонування. Це створює можливості для комплексного управління мікрокліматом у будівлі, що підвищує комфорт і знижує енерговитрати.

Таким чином, розташування індивідуального теплового пункту у підвальному приміщенні та оснащення його сучасними автоматичними пристроями фірми Herz забезпечує високу ефективність, надійність і економічність системи водяного опалення. Це рішення відповідає сучасним вимогам до енергозбереження і комфорту, роблячи систему опалення максимально зручною для користувачів та ефективною в експлуатації.

ІТП оснащується автоматичними пристроями фірми Herz, які відомі своєю надійністю та високою ефективністю. Ці пристрої відповідають за погодне регулювання системи опалення, що є важливим аспектом для підтримання комфортного мікроклімату в приміщеннях. Погодне регулювання дозволяє автоматично коригувати температуру теплоносія залежно від зовнішніх погодних умов, що забезпечує оптимальне використання енергії та знижує витрати на опалення.

Автоматичні пристрої Herz також підтримують задану температурним графіком температуру в обратному трубопроводі системи опалення. Це означає, що температура теплоносія, який повертається до котла або іншого джерела тепла, постійно контролюється і регулюється для забезпечення максимальної

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності системи. Такий підхід дозволяє уникнути перегріву або недогріву приміщень, що сприяє створенню комфортних умов для мешканців.

Розміщення ІТП у підвальному приміщенні має декілька переваг. По-перше, це знижує шумове навантаження на житлові приміщення, оскільки більшість обладнання працює досить тихо, але все ж може створювати певний рівень шуму. По-друге, підвальне приміщення забезпечує легкий доступ до всіх компонентів ІТП для технічного обслуговування та ремонту, що знижує експлуатаційні витрати і підвищує загальну надійність системи.

Крім того, використання автоматичних пристроїв Herz у ІТП дозволяє інтегрувати систему опалення з іншими системами будівлі, такими як вентиляція та кондиціонування. Це створює можливості для комплексного управління мікрокліматом у будівлі, що підвищує комфорт і знижує енерговитрати.

Таким чином, розташування індивідуального теплового пункту у підвальному приміщенні та оснащення його сучасними автоматичними пристроями фірми Herz забезпечує високу ефективність, надійність і економічність системи водяного опалення. Це рішення відповідає сучасним вимогам до енергозбереження і комфорту, роблячи систему опалення максимально зручною для користувачів та ефективною в експлуатації.

Теплоізоляція трубопроводів грає важливу роль у забезпеченні ефективності систем опалення, кондиціонування повітря та гарячого водопостачання. Використання теплоізоляції із спученого поліетилену Thermaflex, такої як Thermaflex FRZ та Thermoflex Ultra M, має кілька переваг.

1. **Запобігає замерзанню трубопроводів:** Теплоізоляція створює бар'єр, який утримує тепло в трубопроводі, запобігаючи їх замерзанню в холодний період.

2. **Зменшує перегрів приміщень:** Ізолюючи тепло в трубопроводах, теплоізоляція допомагає уникнути перегріву приміщень, що може виникнути внаслідок втрат тепла.

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. **Знижує тепловтрати:** Ефективна теплоізоляція дозволяє знизити тепловтрати в системі, що веде до зменшення енергоспоживання та економії коштів на опалення.

### 3.2. Вихідні данні та розрахунок тепловтрат

Проектується житловий будинок у місті **Івано-Франківськ**

Кількість поверхів - **10**

Висота вікон,  $h_v =$  **1,4** м

Висота зовнішніх і балконних дверей,  $h_d =$  **2,1** м

Товщина міжповерхового перекриття,  $\delta_{пер} =$  **0,3** м

Висота приміщень (від підлоги до стелі),  $h_{пр} =$  **3,0** м

Джерело теплопостачання - ТЕЦ

Розрахунковий перепад температур води в системі опалення:

$$t_r - t_o = \mathbf{80} - \mathbf{60} \quad ^\circ\text{C}$$

Згідно з дод.1 [1] кліматологічні дані для холодного періоду року становлять:								
Місто	Середня температура за рік $t_{зобн.р}$ , C	Зона вологості	Температура найхолоднішої доби $t_{зобн.1}$ , C	Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зобн.5}$ , C	Опалювальний сезон		Кількість градусо-днів $S_{o.c}$ , гр.-днів	Кліматична зона
					Середня температура $t_{o.c}$ , C	Тривалість $Z_{o.c}$ , днів		
Івано-Франківськ	7,6	Ж	-24	-20	0,4	179	3509	I

На початку, ми дізнаємося про різні види тепловтрат: трансмісійні тепловтрати через огорожувальні конструкції, вентиляційні тепловтрати, і додаткову компенсаційну теплову потужність для системи періодичного опалення. Ці тепловтрати враховують різні фактори, такі як характеристики будівельних конструкцій, теплопередача через повітряні потоки та компенсаційні втрати, пов'язані з періодичним опаленням приміщення.

Далі, ми звертаємо увагу на кожен з елементів, що впливають на теплові втрати. Наприклад, для розрахунку трансмісійних тепловтрат необхідно знати коефіцієнт теплопередачі, площу та товщину будівельних елементів, а також різницю температур між внутрішнім та зовнішнім середовищем. Важливо також

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

врахувати вентиляційні тепловтрати, які виникають в результаті інфільтрації повітря через будівельні щілини та отвори.

Завершальним кроком є визначення загального теплового навантаження для будівлі та визначення потрібної потужності системи опалення для забезпечення комфортної температури всередині будівлі. Такий підхід дозволяє ефективно планувати та розраховувати системи опалення, забезпечуючи оптимальне співвідношення між комфортом та енергоефективністю.

Надалі, розширений опис розрахунку тепловтрат дозволяє нам поглибити розуміння процесів, які відбуваються у будівлі. Розглянемо, наприклад, тепловтрати через огорожувальні конструкції. Цей вид тепловтрат враховує теплопередачу через стіни, дах, підлогу та інші будівельні елементи. У розрахунках використовуються коефіцієнти теплопередачі, які визначаються матеріалами, з яких вони зроблені, а також їхніми фізичними характеристиками, такими як товщина та теплопровідність. Це дозволяє точніше визначити, яка частина тепла втрачається через будівельні конструкції.

Також важливо враховувати вплив вентиляційних тепловтрат на загальні тепловтрати будівлі. Ці тепловтрати виникають в результаті природної або штучної вентиляції, коли тепле повітря видаляється з будівлі і замінюється холодним повітрям ззовні. Величина вентиляційних тепловтрат залежить від рівня інфільтрації повітря через будівельні щілини та вентиляційні отвори, а також від різниці в температурі між внутрішнім та зовнішнім середовищем.

Заключним етапом є визначення необхідної потужності системи опалення для забезпечення комфортної температури всередині будівлі. Це важливий крок у процесі планування будівельних систем, який дозволяє забезпечити ефективне використання енергії та забезпечити комфортне життя для мешканців будинку.

Додатково, важливо враховувати інші фактори, які можуть впливати на тепловтрати в будівлі. Наприклад, розташування будинку відносно сторін світу, як орієнтація вікон та дверей, може впливати на сонячне нагрівання в приміщенні і, відповідно, на величину тепловтрат. Також важливо враховувати

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплові мости - місця, де тепло втрачається через неізольовані або погано ізольовані зони, наприклад, крізь роз'єми у вікнах або дверях, а також через елементи кріплення конструкцій.

Для максимально точних результатів розрахунків необхідно мати детальну інформацію про будівельні матеріали та конструкції, їх теплопровідність, а також про температурні умови як всередині, так і зовні будівлі. Використання сучасних методик розрахунку тепловтрат дозволяє точно визначити потрібну потужність опалювальної системи, що є ключовим елементом в процесі планування будівельних проектів.

Отже, розглянуті вище аспекти тепловтрат через огорожувальні конструкції важливі для розрахунку ефективності теплопостачання будівлі та вибору оптимальних рішень щодо ізоляції та опалення.

Ще одним важливим аспектом є врахування специфіки кліматичних умов регіону, де розташований будинок. Клімат впливає на теплові потреби будівлі і може змінюватися від сезону до сезону. Наприклад, в зимовий період тепловтрати будуть більшими через низькі температури та високу вологість повітря, тоді як влітку може бути потрібна система кондиціонування повітря для охолодження будівлі.

Крім того, енергоефективність будівлі може бути покращена за допомогою заходів з енергозбереження, таких як утеплення стін, встановлення енергоефективних вікон та дверей, використання ефективних систем вентиляції та інші. Ці заходи допоможуть зменшити тепловтрати і знизити витрати на опалення, що є важливим аспектом з погляду економії енергії та зменшення викидів в атмосферу.

Загалом, розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції житлового будинку є складним і багатоаспектним процесом, який вимагає детального аналізу різних факторів та використання спеціалізованих методик і програмних засобів. Але він є важливим етапом у забезпеченні комфортного та енергоефективного життя для мешканців будинку.

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього повітря:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

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

$$H_{T,ig} = fg1 \cdot fg2 \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

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

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

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення:

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

При відсутності організованого притоку:

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

$$V_{inf,i} = 2 \cdot v_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ м}^3/\text{год}$$

Для нежитлових та невиробничих:

$$V_{min,i} = Q_{tot} = n \cdot q_p + S \cdot q_B, \text{ дм}^3/\text{с}$$

Додаткову компенсаційну теплову потужність для системи періодичного опалення:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт}$$

Проектне теплове навантаження опалення будівлі визначають за формулою:

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

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення за спрощеною методикою обчислюються за формулою:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}, \text{ Вт}$$

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення  $\Phi_{T,i}$  за спрощеною методикою обчислюються за формулою :

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення  $\Phi_{V,i}$  за спрощеною методикою обчислюються за формулою:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}$$

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі за спрощеною методикою виконується за формулою:

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

Для житлового будинку наведено розрахунок тепловтрат в таблиці №

Отже, ми маємо провести розрахунки для системи водяного опалення будинку, щоб визначити кілька важливих параметрів:

1. **Розрахункова тепла потужність:** Це визначає, яка потужність опалювальної системи потрібна для забезпечення комфортної температури всередині будинку.
2. **Питома тепла потужність:** Це кількість тепла, яка потрібна для опалення одиниці площі будинку.
3. **Розрахункове річне теплоспоживання:** Це загальна кількість тепла, яка буде спожита протягом року для опалення будинку.
4. **Питоме річне теплоспоживання:** Це середня кількість тепла, яка споживається на одиницю площі будинку протягом року.
5. **Витрата води:** Це обсяг води, який буде використовуватися для системи водяного опалення будинку.

Для того, щоб визначити ці параметри, нам потрібно заповнити таблицю тепловтрат, яка враховує тепловтрати на кожному поверху будинку для всіх приміщень. Ми будемо користуватися відповідними коефіцієнтами теплопередачі, які були знайдені для першого приміщення, оскільки вони будуть застосовні для всіх приміщень на кожному поверсі. Такий підхід допоможе нам ефективно розрахувати тепловтрати і визначити необхідні параметри для системи опалення будинку.

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Величину питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку  $W$ , ГДж/рік·м<sup>2</sup> розраховується за формулою:

$$w = \frac{W}{A_{\text{зн}}} = 56,39 \quad \text{кВт.год/рік} \cdot \text{м}^2$$
$$E_{\text{max}} = 55,0 \quad \text{кВт.год/м}^2 \quad \text{за рік}$$

Висновок такий: визначена величина питомого річного теплоспоживання системою опалення  $w$  не перевищує контрольного значення  $w_k$ , що означає виконання умови.

### Витрата води в системі опалення

Витрату води в системі опалення визначають за формулою:

$$G_{c.o.} = \frac{0,86 \cdot Q_{c.o.}}{t_2 - t_0} = 6356 \text{ кг/год}$$

Гідрравлічний розрахунок системи опалення виконується з метою визначення необхідних діаметрів трубопроводів та втрат тисків. В процесі цього розрахунку аналізуються параметри, такі як об'єм теплоносія, швидкість його руху, довжина трубопроводів, типи з'єднань та інші фактори, що впливають на оптимальний гідрравлічний режим системи. В результаті отримуються оптимальні розміри трубопроводів та пристроїв, які забезпечують ефективний тепловий обмін та мінімізують втрати тиску в системі.

Розрахунок природного тиску у циркуляційних кільцях, що проходять через горизонтальні приладові вітки на 1 поверсі будинку, за формулою:

$$\Delta P_{pi} = g \cdot h_i \cdot (\rho_o - \rho_r)$$

де,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  прискорення вільного падіння;  $h_i$  - вертикальна відстань між центром нагрівання води і центром охолодження води в опалювальних приладах горизонтальної приладової вітки і-поверху, м;

$\rho_o - \rho_r$  - відповідно густина охолодженої і гарячої води в системі опалення, кг/м<sup>3</sup>.

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно обчислюємо розрахункові природний і циркуляційні тиски для інших циркуляційних кілець, що проходять через горизонтальні приладові вітки решти поверхів будинку.

Зводимо результати гідравлічного розрахунку до зведеної таблиці.

Таблиця 3.2

№ розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходження теплової потужності на гідравлічного опору	Витрата води на ділянку	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянку	Сума коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянку	Загальні втрати тиску
№ діл.	$Q_{\text{дн}}, \text{Вт}$	$\varphi$	$G, \text{кг/год}$	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$\lambda/d, \text{м}^{-1}$	$G/v, (\text{кг/год})/(\text{м}^3/\text{с})$	$A \cdot 10^{-4}, \text{Па}/(\text{кг/год})^2$	$V, \text{м/с}$	$\Sigma \xi$	$\xi_{\text{пр}}$	$S, \text{Па}/(\text{кг/год})^2$	$\Delta P_{\text{дн}}, \text{Па}$	$\Sigma \Delta P, \text{Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ІІІ-1	131774	1,0000	5666	5,5	50	0,54	7810	0,0000081	0,726	1,5	4,47	0,000036	1162	1162
ІІІ-1"	131774	1,0000	5666	6	50	0,54	7810	0,0000081	0,726	1,5	4,74	0,000038	1233	2395
1-2	116910	0,8872	5027	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,644	1	2,782	0,000023	569	2965
1"-2"	116910	0,8872	5027	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,644	1	2,782	0,000023	569	3534
2-3	103134	0,7827	4435	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,568	1	2,782	0,000023	443	3977
2"-3"	103134	0,7827	4435	3,30	50	0,54	7810	0,0000081	0,568	1	2,782	0,000023	443	4421
3-4	90041	0,6833	3872	4,30	40	0,75	4670	0,0000225	0,829	3,5	6,725	0,000151	2268	6689
3"-4"	90041	0,6833	3872	4,30	40	0,75	4670	0,0000225	0,829	4	7,225	0,000163	2437	9126
4-5	77283	0,5865	3323	3,30	40	0,75	4670	0,0000225	0,712	1	3,475	0,000078	863	9989
4"-5"	77283	0,5865	3323	3,30	40	0,75	4670	0,0000225	0,712	1	3,475	0,000078	863	10853
5-6	64526	0,4897	2775	3,30	32	0,9	3580	0,0000383	0,775	1,5	4,47	0,000171	1318	12171
5"-6"	64526	0,4897	2775	3,30	32	0,9	3580	0,0000383	0,775	2	4,97	0,000190	1465	13636
6-7	51769	0,3929	2226	4,30	32	0,9	3580	0,0000383	0,622	3,5	7,37	0,000282	1399	15035
6"-7"	51769	0,3929	2226	4,30	32	0,9	3580	0,0000383	0,622	3	6,87	0,000263	1304	16339
7-8	39012	0,2961	1678	3,30	25	1,3	2040	0,0001180	0,822	1,5	5,79	0,000683	1923	18261
7"-8"	39012	0,2961	1678	3,30	25	1,3	2040	0,0001180	0,822	2	6,29	0,000742	2089	20350
8-9	26255	0,1992	1129	3,30	25	1,3	2040	0,0001180	0,553	1	5,29	0,000624	796	21146
8"-9"	26255	0,1992	1129	3,30	25	1,3	2040	0,0001180	0,553	1	5,29	0,000624	796	21941
9-10	13498	0,1024	580	3,30	20	1,79	1250	0,0003150	0,464	1,5	7,407	0,002333	786	21136
9"-10"	13498	0,1024	580	3,30	20	1,79	1250	0,0003150	0,464	2	7,907	0,002491	839	21975

Формула використовується для визначення розрахункового тиску циркуляційного насосу в системі опалення. Цей тиск, позначений як  $P_n$ , вимірюється у паскалях. У формулі:

$$P_n = 1.1 \cdot (\Delta P_{\text{co}} - 0.7 \cdot P_e),$$

$\Delta P_{\text{co}}$  - втрата тиску в системі опалення, Па

$P_e$  - максимальний природний тиск, Па, який розраховується по формулі:

Максимальний природний тиск  $P_e$  розраховується за допомогою формули:

$$P_e = 10^{-3} \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot (H_{\text{max, o/п}} - H_{\text{ит}}),$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння

$\beta$  - середній приріст об'ємної маси води при охолодженні її на  $1^\circ\text{C}$ ,  
яке в інтервалі

температур  $65\dots 95^\circ\text{C}$  приймаємо рівним  $0.624 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{К})$

$\Delta t$  - розрахункова різниця температур в подаючому та зворотньому  
трубопроводах

системи опалення,  $^\circ\text{C}$

$H_{\text{max.о/п}}$  - відмітка о/п найбільш віддаленого ОП по вертикалі від джерела  
теплоти, м

$H_{\text{ит}}$  - відмітка джерела теплоти, м

Після підстановки відповідних значень, маємо:

$$P_{\epsilon} = 4583 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{co}} = 40029 \text{ Па}$$

$$P_{\text{н}} = 40503 \text{ Па}$$

### ***3. Підбір обладнання***

При виборі циркуляційного насоса для систем опалення або гарячого водопостачання, основною метою є забезпечення ефективного обігріву чи подачі гарячої води. Для досягнення цієї мети важливо враховувати гідравлічні параметри та характеристики насоса.

Перш за все, необхідно визначити робочу точку системи, яка представляє собою перетин розрахункових витрат і напору на графічній характеристиці насоса. Це місце повинне лежати на кривій насосної характеристики або неподалік від неї, і бажано, щоб воно знаходилося якнайближче до точки максимального коефіцієнта корисної дії. Якщо доступно кілька насосів, що відповідають заданим характеристикам, рекомендується вибрати насос з меншою потужністю. Це сприятиме економічній експлуатації.

Крім того, обрання циркуляційного насоса слід проводити з урахуванням можливої гідравлічної нерівномірності, що може виникнути через велику

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довжину трубопроводів чи їх перепади висот. Оптимальною стратегією може бути вибір насоса з невеликим запасом за напором та подачею. Це дозволить компенсувати нерівномірність і забезпечити стабільне функціонування системи.

Також слід враховувати, що насоси з електронними регуляторами обертової частоти можуть значно зменшити витрати електроенергії, особливо в системах зі змінним гідравлічним режимом.

Оскільки шум від роботи насоса може бути значним, особливо у приміщеннях, де постійно перебувають люди, важливо обирати насоси з мінімальним рівнем шуму. Насоси з мокрим ротором можуть бути кращим варіантом для таких приміщень, оскільки вони працюють тихіше.

Розрахунок циркуляційного насоса в системі опалення або гарячого водопостачання базується на кількох основних факторах.

По-перше, важливо враховувати витрату води, яка циркулює у системі. Вона залежить від теплового навантаження і температурного режиму. У системі опалення витрата води пропорційна тепловому навантаженню, а в системі гарячого водопостачання - тепловим втратам у трубопроводах та різниці температур води.

Другим важливим фактором є втрати напору в системах. Вони визначаються гідравлічним розрахунком і зазвичай зазначаються в проектах. При цьому не слід забувати про природний циркуляційний тиск, що виникає через різницю густини гарячої та холодної води.

В різних періодах опалювального сезону природний тиск може коливатися, що також впливає на величину природного тиску в системі. Щоб позбутися впливу природного тиску, можна встановити автоматичні регулятори перепаду тиску або регулятори витрати.

Кавітація в насосі виникає тоді, коли тиск води падає до такого рівня, що спричиняє утворення бульбашок пари. Це явище супроводжується стрімким утворенням і згортанням цих бульбашок, що призводить до ударів на робочому

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колесі насоса та зносу його деталей. Крім того, кавітація зазвичай супроводжується підвищеним шумом.

Щоб уникнути кавітації, важливо забезпечити високий тиск у вхідному патрубку насоса, який перевищує тиск насичення. Варто зауважити, що тиск насичення залежить від температури води: чим нижча температура, тим нижчий тиск насичення.

Деякі виробники наводять кавітаційну характеристику насоса, що чисельно рівна мінімальному абсолютному тиску у вхідному патрубку насоса. Це значення гарантує безкавітаційну роботу насоса.

### **TP 300 Grundfos**

#### **Насос in-line**



Циркуляційний насос який буде встановлено в ІТП. Робота данного відцентрового насоса базується на перетворенні електричної енергії, яку споживає двигун, у статичну енергію потоку, що підвищує тиск.

Потік води, що потрапляє в центр робочого колеса, що обертається і має радіально зігнуті лопатки, за дії відцентрової сили змінює напрямок руху з

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

осьового на радіальний. Подальше рухаючись вздовж лопаток, вода збирається в каналі корпусу, який знаходиться за межами робочого колеса.

У спіральному каналі, що має форму конфузора, кінетична енергія потоку частково перетворюється у статичну енергію, і в результаті виходить потік з більш високим тиском через напірний патрубок.

Отже, електрична енергія, яку споживає електродвигун, використовується для підвищення тиску води. Коефіцієнт корисної дії насоса з повітряним охолодженням електродвигуна (сухий ротор) може досягати значень від 70% до 80%.

Параметри роботи відцентрових насосів тісно пов'язані з частотою обертання робочого колеса. Наприклад, подвійне збільшення частоти обертання призводить до подвійного збільшення подачі, збільшення напору у чотири рази і зростання споживання енергії вісімразово.

Описаний механізм працює ефективно для наших потреб, забезпечуючи потрібний тиск у системі водопостачання.

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 4**  
*СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПОВІТРЯ*

**Студентка / Мамрикова Д.Д. /**

**Консультант / \_\_\_\_\_ /**

						Арк.
						63
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

#### 4.1. Завдання системи вентиляції повітря

Системи вентиляції є критично важливими для створення комфортного і безпечного середовища у будь-якому комерційному об'єкті, і магазини не є винятком. Магазини, як місця з високою інтенсивністю руху людей і часто зі значним тепловим навантаженням від освітлення, обладнання та присутності покупців, потребують спеціально спроектованих систем вентиляції, що забезпечують ефективний повітрообмін, підтримку оптимальної температури та вологості, а також видалення забруднень і запахів. Відповідно, правильне проектування та експлуатація систем вентиляції мають вирішальне значення для забезпечення комфорту та здоров'я відвідувачів і працівників магазину, а також для збереження товарів у належному стані.

##### Основні завдання системи вентиляції у магазині

Система вентиляції у магазині виконує кілька важливих завдань, які забезпечують оптимальні умови для перебування людей та збереження товарів.

##### Забезпечення комфорту для покупців і працівників

Одним із головних завдань системи вентиляції у магазині є створення комфортних умов для перебування як покупців, так і працівників. Підтримка оптимальних мікрокліматичних умов є важливим фактором для забезпечення позитивного досвіду покупців. Свіже і чисте повітря сприяє комфортному перебуванню в магазині, підвищує лояльність клієнтів та їх бажання здійснювати покупки. Це особливо актуально для великих торгових центрів, де люди можуть проводити значний час, і де вентиляція має забезпечувати комфорт на всій площі.

Для працівників магазину важливо створити умови, що сприяють їх здоров'ю та продуктивності. Належна вентиляція знижує ризик захворювань, пов'язаних з неякісним повітрям, і покращує загальне самопочуття. Працівники, які працюють в комфортних умовах, менш схильні до втоми і стресу, що позитивно впливає на їхню продуктивність та ефективність роботи.

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Регулювання температури і вологості

Магазини часто обладнані великою кількістю освітлювальних приладів, холодильного обладнання та іншої техніки, що виділяє тепло. Вентиляційна система допомагає регулювати температуру, запобігаючи перегріву приміщень. Це особливо важливо у літній період, коли зовнішня температура може бути дуже високою, і без належної вентиляції приміщення можуть стати надмірно гарячими та незручними для перебування.

Контроль вологості є не менш важливим завданням системи вентиляції. Підтримка оптимального рівня вологості сприяє збереженню якості товарів, особливо для продуктів харчування, електроніки та інших чутливих до вологості товарів. Висока вологість може призвести до псування товарів, розвитку плісняви та інших проблем. Тому система вентиляції повинна забезпечувати ефективне видалення надлишкової вологи з повітря.

### Видалення забруднень і запахів

У магазинах можуть накопичуватися різні забруднення, включаючи пил, вуглекислий газ, випари від товарів, що продаються, та побутова хімія. Ефективна система вентиляції забезпечує видалення цих забруднень, підтримуючи чистоту повітря. Це особливо важливо для продуктових магазинів, де гігієна та якість повітря є критичними для забезпечення безпеки харчових продуктів.

У продуктових магазинах також важливо видаляти запахи, що можуть з'являтися від продуктів, особливо у відділах свіжих продуктів, риби, м'яса тощо. Неприємні запахи можуть негативно вплинути на враження покупців від магазину, тому система вентиляції повинна ефективно видаляти ці запахи, забезпечуючи свіжість і приємний аромат у приміщенні.

### Опис систем вентиляції у магазинах

Система вентиляції у магазинах:

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### За способом організації повітрообміну:

- **Приточно-витяжна вентиляція:** поєднує обидві функції, забезпечуючи збалансований повітрообмін, що є найбільш оптимальним варіантом для великих торгових площ. Цей тип вентиляції дозволяє одночасно подавати свіже повітря і видаляти відпрацьоване, що забезпечує високий рівень комфорту і чистоти повітря.

### За способом переміщення повітря:

- **Механічна вентиляція:** найпоширеніший варіант, що використовує вентилятори та інше обладнання для забезпечення стабільного і контрольованого повітрообміну. Механічна вентиляція дозволяє точно контролювати обсяги та напрямки повітрообміну незалежно від зовнішніх умов, що робить її більш ефективною в сучасних будівлях.

### Особливості проектування систем вентиляції для магазинів

При проектуванні систем вентиляції для магазинів необхідно враховувати кілька ключових аспектів, які впливають на ефективність та надійність системи.

### Площа і планування приміщення

Розміри і конфігурація торгових залів визначають необхідні обсяги повітрообміну та розташування вентиляційного обладнання. Великі магазини з відкритими плануваннями потребують рівномірного розподілу повітря, щоб забезпечити комфорт на всій площі. Важливо враховувати зони з високою інтенсивністю руху людей, де може бути необхідно посилити вентиляцію.

### Тип товарів

Специфіка товарів, що продаються, може вимагати спеціальних умов вентиляції. Продукти харчування, квіти, хімікати та інші товари можуть вимагати підтримки певних температурних і вологостних режимів. Наприклад, у відділах свіжих продуктів необхідно забезпечити ефективне охолодження і видалення вологи, щоб запобігти псуванню товарів.

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Інтенсивність відвідувань

Висока відвідуваність вимагає більшої кількості свіжого повітря для забезпечення комфорту покупців та персоналу. У години пік, коли кількість відвідувачів значно зростає, система вентиляції повинна забезпечувати достатній об'єм повітря для підтримки належного мікроклімату. Це може вимагати використання автоматичних систем контролю, що регулюють роботу вентиляції залежно від кількості людей у приміщенні.

### Енергоефективність

Важливо враховувати аспекти енергоефективності, щоб знизити експлуатаційні витрати та вплив на навколишнє середовище. Використання енергоефективних вентиляторів, систем рекуперації тепла та інших технологій дозволяє зменшити споживання енергії і знизити витрати на утримання системи вентиляції. Це особливо актуально для великих магазинів, де витрати на енергію можуть бути значними.

Виконання цих завдань забезпечує ефективну роботу магазину, підвищує задоволеність клієнтів і створює комфортні умови для роботи персоналу. В результаті, грамотне проектування та впровадження системи вентиляції є одним із ключових факторів успішного функціонування торгових об'єктів. Система вентиляції має бути надійною, ефективною і енергоефективною, забезпечуючи високу якість повітря та комфорт для всіх, хто перебуває у приміщенні магазину.

#### **4.1. Підбір установки вентиляції повітря**

Підбір виконується за допомогою програмного забезпечення VentMaster v5.



						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

VentMaster 5.54.0 build 1 (2024.03.27)



2024-06-12

## Technical specification

SALDA UAB, Ragaines 100, LT-78109 Siauliai, Lithuania

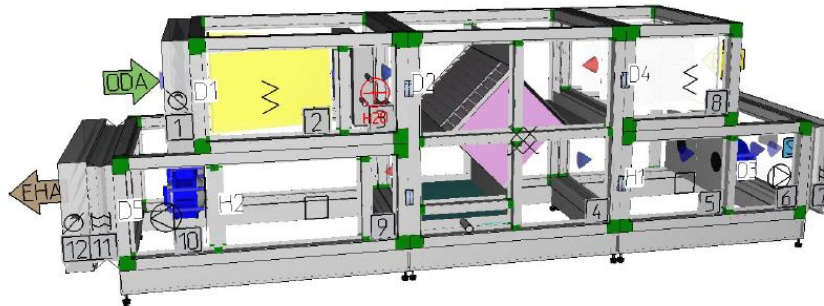
Project name: ПБ-2

Project date 2024-06-12

Client: Івано-Франківськ Магазин

Order number

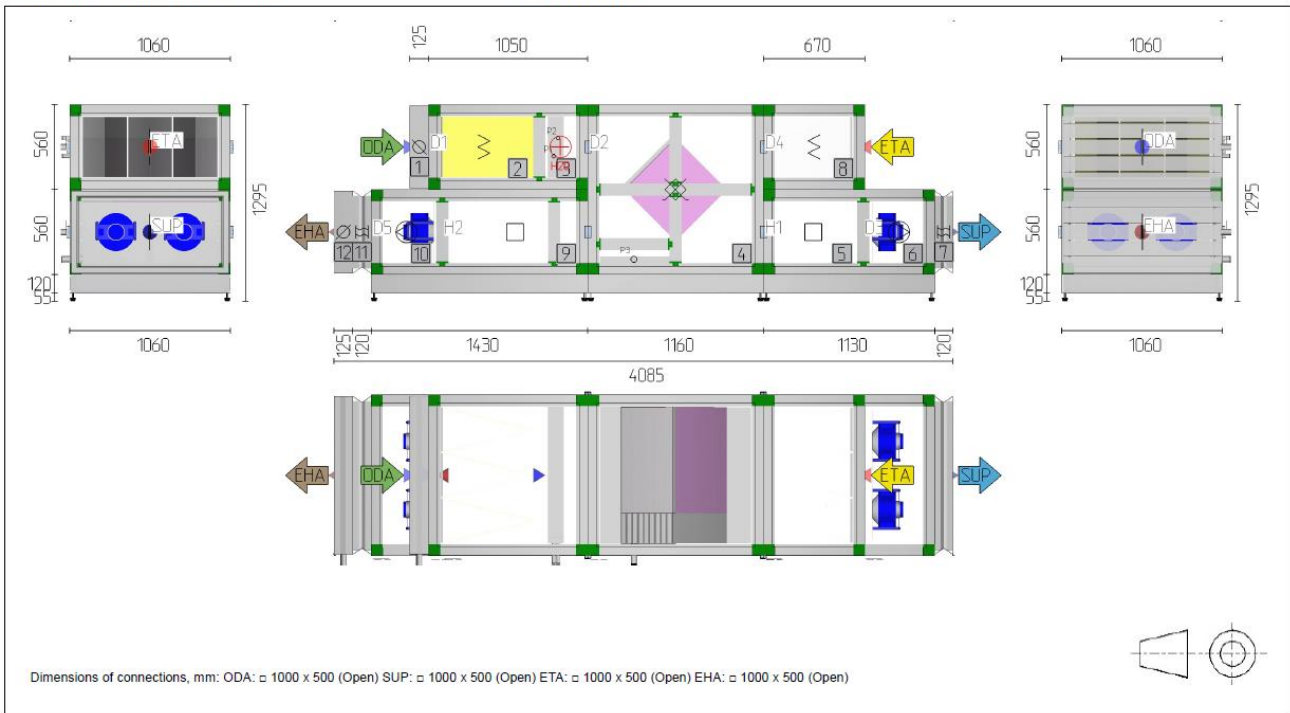
AmberAir 2-KR MD50+ C S		Foot type	Type 1		Supply air	Extract air
Size	2-KR	Base frame	Type 1	Airflow (m <sup>3</sup> /h)	2100	2100
Panel thickness (mm)	45.5	Weight (kg)	728	Ext. static pressure (Pa)	600	600
Inspection side	Right	Configuration	Indoor	Temperature (°C)	-23 / 32	24 / 20
Connection of sections	External	Panels	Zn / Zn,Zn,Zn,Zn	Humidity (%)	90 / 60	40 / 60
Casing	MD50+	Air density (kg/m <sup>3</sup> )	1.2	Cross-section velocity (m/s)	1.35	1.35



						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Project name: ПБ-2.vм5  
 Client: Івано-Франківськ Магазин

Project date 2024-06-12  
 Order number



	Supply air	Extract air	2018 limit
Manufacturer	SALDA		
Model name	AmberAir 2- KR MD50+ C S		
Typology	NRVU / BVU		
Drive	Fan with VSD	Fan with VSD	Mandatory
HRS	Plate heat exchanger		
HRS thermal efficiency (%)	75		>=73
Nominal flowrate (m³/s)	0.58	0.58	
Effective electric powerinput (kW)	1.07	1.02	
SFP internal (W/m³/s)	503	452	
BVU SFP internal (W/(m³/s))	955		<=1072
BVU SFP internal efficiencybonus E			60
BVU SFP internal filtercorrection F			0

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Face velocity (m/s)	1.35	1.35	
Nominal external pressure (Pa)	600	600	
Internal pressure drop of ventilation components (Pa)	253	227	
Static efficiency of fan (%)	50.3	50.2	
Maximum external leakage rate (CAL(R) @ +400Pa, %)	<1		
Maximum external leakage rate (CAL(R) @ -400Pa, %)	<1		
Maximum internal leakage rate (%)	<1		
Filter contamination control	Equipped	Equipped	Mandatory
Filters energy class	A	A	
Filters	Change filters regularly to ensure energy efficiency of the unit		
Casing sound power level (dB(A))	65	65	

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5

### *РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ*

Студентка / Мамрикова Д.Д. /

Консультант / \_\_\_\_\_ /

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **5.1. Розрахунок системи кондиціонування повітря**

Системи кондиціонування повітря відіграють критично важливу роль у забезпеченні комфортних та безпечних умов перебування в приміщеннях магазинів. Від якості повітря залежить не лише здоров'я працівників та відвідувачів, але й збереження товарів, які можуть бути чутливими до умов мікроклімату. Правильний розрахунок та проектування системи кондиціонування забезпечує оптимальний повітрообмін, підтримуючи необхідні температурні режими та рівень вологості.

Враховуючи різноманітність умов експлуатації магазинів, у розрахунках враховуються такі фактори, як площа та висота приміщень, кількість відвідувачів, освітлення та надходження сонячної радіації ( тільки в теплий період року).

Метою даного розділу є формування комплексного підходу до проектування систем кондиціонування в магазині, що дозволить створити здоровий та комфортний мікроклімат, забезпечивши тим самим підвищення продуктивності праці персоналу та задоволення потреб клієнтів.

## **5.2 Розрахунок надходжень шкідливостей у магазині**

Ефективна система кондиціонування в будь-якому приміщенні є необхідною для забезпечення комфортної температури та безпеки для користувачів. Однак існує кілька потенційно шкідливих факторів, які можуть призводити до надмірного теплового навантаження на систему кондиціонування, ускладнюючи її роботу та загрожуючи зрушенню відповідних параметрів внутрішнього середовища.

### **1. Сонячна Радіація:**

Постійна експозиція до сонячної радіації може призводити до надмірного нагріву приміщення, що створює виклик для системи кондиціонування. Це може вимагати посиленого функціонування системи для підтримання оптимальної температури всередині приміщення.

### **2. Штучне Освітлення:**

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання штучного освітлення, особливо великої потужності світильників або ламп, може призводити до значного теплового виділення, що підвищує теплове навантаження на систему кондиціонування. Це може вимагати додаткових зусиль для підтримання комфортної температури у приміщенні.

### **3. Навантаження від Людей:**

Активності людей всередині будівлі, такі як дихання та виділення тепла, можуть також збільшувати теплове навантаження на систему кондиціонування. Це може вимагати посиленої роботи системи для забезпечення стабільної температури в приміщенні.

Для забезпечення ефективності та надійності системи кондиціонування необхідно враховувати ці фактори при плануванні та експлуатації. Це може включати використання інтелектуальних систем регулювання та ізоляційних матеріалів для мінімізації теплового навантаження і забезпечення комфортних умов для користувачів.

Окрім теплового навантаження, система кондиціонування також повинна враховувати надходження CO<sub>2</sub> та вологості, які можуть впливати на якість повітря та комфорт користувачів.

### **4. Надходження CO<sub>2</sub>:**

Під час перебування людей у приміщенні відбувається викид вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) через дихання. Висока концентрація CO<sub>2</sub> може призводити до погіршення якості повітря та впливати на здоров'я та продуктивність людей. Система кондиціонування повинна забезпечувати ефективне видалення CO<sub>2</sub> із приміщення, щоб забезпечити свіже та безпечне повітря для користувачів.

### **5. Надходження Вологості:**

Вологість повітря також може бути фактором, який впливає на комфорт та здоров'я приміщення. Висока вологість може сприяти розвитку плісняви та грибків, а також створювати дискомфорт для користувачів. На відміну від цього, низька вологість може сприяти висушуванню шкіри та дихальних шляхів.

						Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система кондиціонування повинна забезпечувати контроль над рівнем вологості в приміщенні, забезпечуючи оптимальні умови для здоров'я та комфорту.

### Надходження шкідливостей від людей в теплий період року

*Явна кількість теплоти*

$$Q_{л, h} = \sum(q_{л, h} \cdot n)$$

$q_{л, h}$  - питомі явні теплонадходження від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{wz} = 23 \text{ }^\circ\text{C}$

$$q_{л, h} = 84 \text{ Вт}$$

$$n = 24 \text{ люд.}$$

$$Q_{л, h(1)} = 84 \cdot 24 = 2016 \text{ Вт}$$

*Повна кількість теплоти*

$$Q_{л, hf} = \sum(q_{л, hf} \cdot n)$$

$q_{л, hf}$  - питомі явні теплонадходження від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{wz} = 23 \text{ }^\circ\text{C}$

$$q_{л, hf} = 200 \text{ Вт}$$

$$n = 24 \text{ люд.}$$

$$Q_{л, hf(1)} = 200 \cdot 24 = 4809,6 \text{ Вт}$$

### Надходження шкідливостей від людей в холодний період року

*Явна кількість теплоти*

$$Q_{л, h} = \sum(q_{л, h} \cdot n)$$

$q_{л, h}$  - питомі явні теплонадходження від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{wz} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$q_{л, h} = 98 \text{ Вт}$$

$$n = 24 \text{ люд.}$$

$$Q_{л, h(1)} = 98 \cdot 24 = 2352 \text{ Вт}$$

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повна кількість теплоти

$$Q_{л, hf} = \sum(q_{л, hf} \cdot n)$$

$q_{л, hf}$  - питомі явні теплонадходження від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{wz} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$

$$q_{л, hf} = 203 \text{ Вт}$$

$$n = 24 \text{ люд.}$$

$$Q_{л, hf(1)} = 203 \cdot 24 = 4867,2 \text{ Вт}$$

### Теплонадходження від штучного освітлення

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

$$Q_{осв} = A \cdot E \cdot q_{ос} \cdot \eta_{ос}$$

$A$  - площа підлоги

$$A = 50 \text{ м}^2$$

$E$  - освітленість

$$E = 300 \text{ Люкс.}$$

$q_{ос}$  - питомі виділення теплоти, на 1 Лк освітленості

$$q_{ос} = 0,07 \text{ Вт/м}^2$$

$\eta_{ос}$  - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту

$$\eta_{ос} = 0,55$$

$$Q_{осв} = 300 \cdot 50 \cdot 0,073 \cdot 0,55 = 602,3 \text{ Вт} = 602$$

Обчислювальні величини заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
	Теплий		Холодний	
	Явні	Повні	Явні	Повні
Сонячна радіація	1592	790	-	-
Штучне освітлення	602	602	602	602
Люди	2016	4810	2352	4867
Інше	1080	1080	1080	1080
Всього	4034	7282	4034	6549

### Надходження шкідливостей в приміщення

#### Вологонадходження в теплий період року

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{\text{в}} = \sum(m_{\text{в.л}} \cdot n)$$

$m_{\text{в.л}}$  - питомі вологонадходження від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{\text{вз}} = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$

$m_{\text{в.л}} = 113 \text{ г/год.}$

$n = 24 \text{ люд.}$

$$W_{\text{в}(1)} = 113 \cdot 24 = 2712 \text{ г/год}$$

### Вологонадходження в холодний період року

$$M_{\text{в}} = \sum(m_{\text{в.л}} \cdot n)$$

$m_{\text{в.л}}$  - питомі вологонадходження від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{\text{вз}} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$

$m_{\text{в.л}} = 131 \text{ г/год.}$

$n = 24 \text{ люд.}$

$$W_{\text{в}(1)} = 131 \cdot 24 = 3144 \text{ г/год}$$

### Кількість вуглекислого газу

$$M_{\text{CO}_2} = \sum(M \cdot n)$$

$M$  - питомі надходження  $\text{CO}_2$  від однієї людини

$n$  - кількість людей

- відвідувачі  $t_{\text{вз}} = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$

$M = 45 \text{ г/год.}$

$n = 24 \text{ люд.}$

$$M_{\text{CO}_2(1)} = 45 \cdot 24 = 1080 \text{ г/год}$$

Обчислювальні величини заносемо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2

Приміщення	Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу $M_{\text{CO}_2}$ г/год
Магазин	Теплий	2712	1080
	Холодний	3144	

### 5.3. Вихідні дані для системи кондиціонування та розрахунок повітрообміну у магазині

Вихідні дані:

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Висота приміщення  $H=$  5,4 м
- Площа приміщення  $S=$  50 м<sup>2</sup>
- Кількість людей  $n=$  24 чол

параметри зовнішнього повітря

**Таблиця 5.3**

Період року	Температура $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість $\varphi_{ext} \%$
Теплий	27	75
Холодний	-20	83

параметри внутрішнього повітря

**Таблиця 5.4**

Період року	Температура внутрішнього повітря $t_{wz}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість $\varphi_{ext}$ %	Рівень концентрації CO <sub>2</sub> у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	23	60	500
Холодний	21		

надлишкова теплота в приміщенні

**Таблиця 5.5**

Період року	Параметри	Надлишки Вт
Теплий	Явна теплота	4034
	Повна теплота	7282
Холодний	Явна теплота	4034
	Повна теплота	6549

Знаходимо кількість повітря, яка потрібна для асиміляції теплоти:

$$G_{hf} = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{t - t_{in}} = \frac{3,6 \cdot 7282}{69 - 48,5} = 1279 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Знаходимо кількість повітря, яку потрібно для асиміляції вологи:

$$G_w = \frac{W_{\text{вол}}}{dI - d_{in}} = \frac{2712}{15,3 - 11,1} = 753 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Знаходимо кількість повітря для розбавлення до допустимої граничної концентрації CO<sub>2</sub>:

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2} \cdot 1000}{1,83 \cdot \Delta C} = \frac{1260 \cdot 1000}{1,83 \cdot 500} = 1180 \text{ м}^3/\text{год}$$

З даного розрахунку випливає, що розрахунковий повітрообмін для асиміляції теплоти у магазині буде складати  $L=1278 \text{ м}^3/\text{год}$ . Це значення є ключовим, оскільки воно забезпечує необхідні умови для підтримання комфортного мікроклімату у приміщенні. Важливо зазначити, що повітрообмін такого рівня не лише сприяє ефективному відведенню надлишкової теплоти, але й повністю задовольняє інші потреби з асиміляції, зокрема вологи та вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>).

Асиміляція вологи в магазині є критично важливою, оскільки підвищена вологість може негативно впливати на стан продукції та комфорт відвідувачів. Правильне регулювання вологості допомагає уникнути конденсації, запобігає розвитку плісняви та грибків, а також зберігає свіжість товарів.

Асиміляція CO<sub>2</sub> також є важливим аспектом, оскільки високий рівень вуглекислого газу у повітрі може призвести до погіршення самопочуття як працівників, так і відвідувачів. Зниження концентрації CO<sub>2</sub> сприяє покращенню якості повітря та підвищенню загального комфорту у приміщенні.

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, розрахунковий повітрообмін у 1278 м<sup>3</sup>/год забезпечує оптимальні умови для асиміляції тепла, вологості та вуглекислого газу, що є надзвичайно важливим для створення сприятливого середовища у магазині. Це сприяє не лише підтриманню високих стандартів якості обслуговування клієнтів, але й забезпечує збереження товарів та комфорт працівників.

						Арк.
						79
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**РОЗДІЛ 6**  
*ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ*  
*МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ*

Студент / Мамрикова Д.Д. /  
Консультант / Сенчук М.П. /

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **6.1. Технології монтажу приточної системи кондиціонування П1.**

### **6.1.1. Підготовчі заходи перед монтажем систем кондиціонування.**

Монтаж системи кондиціонування – це складний і багатоступеневий процес, який вимагає ретельного планування та високої кваліфікації виконавців. Правильне встановлення всіх компонентів системи, від калориферів до фреонових випарників, повітропроводів і дифузорів, є запорукою її ефективної та надійної роботи.

Цей документ описує основні етапи монтажу системи кондиціонування з рекуперацією тепла, включаючи:

Підготовчі роботи та вибір необхідного обладнання.

1. Монтаж основних компонентів системи, таких як калорифери, фреонові випарники та рекуператори.
2. Встановлення повітропроводів, дифузорів та фасонних елементів.
3. Електромонтажні роботи та підключення системи управління.
4. Пусконаладжувальні роботи та перевірка системи на функціональність.

Окрім того, у документі буде надано рекомендації щодо експлуатації та обслуговування системи кондиціонування, що дозволить забезпечити її довготривалу та безперебійну роботу.

Метою цього посібника є надання чітких і зрозумілих інструкцій для успішного монтажу системи кондиціонування, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності та комфорту.

Перед встановленням системи кондиціонування необхідно провести комплекс підготовчих робіт, що забезпечать якісний та безперебійний монтаж. Ці роботи включають огляд та аналіз приміщень, планування розміщення обладнання, підготовку необхідних матеріалів і інструментів, а також проведення попередніх будівельних робіт.

Огляд та аналіз приміщень. Спочатку необхідно ретельно оглянути приміщення, де буде встановлюватися система кондиціонування. Важливо

						Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

врахувати площу, висоту стель, розташування вікон та дверей, а також наявність інших інженерних систем (рекуператора, калорифера, фреонового випарника, повітропроводів, дифузорів). Це допоможе визначити оптимальні місця для встановлення внутрішніх і зовнішніх блоків кондиціонера.

Також потрібно підготувати монтажне місце, для цього треба:

- Очистити місця для встановлення обладнання від сміття та перешкод.
- Перевірити наявність достатнього простору для монтажу та подальшого обслуговування обладнання.
- При необхідності проведіть зміцнення стін, стелі чи підлоги для надійного кріплення важких елементів системи.

Планування розміщення обладнання. На основі проведеного аналізу приміщень створюється план розміщення всіх компонентів системи кондиціонування. Важливо забезпечити, щоб внутрішні блоки розташовувалися в місцях, де їхня робота буде найбільш ефективною, а зовнішні блоки – в доступних для обслуговування і зручних для монтажу місцях.

Підготовка матеріалів і інструментів. Для монтажу системи кондиціонування необхідно заздалегідь підготувати всі необхідні матеріали та інструменти.

Інструменти:

- Електродріль з набором свердел;
- Шуруповерт;
- Ручний інструмент (ключі, викрутки, плоскогубці);
- Рівень та рулетка для точного вимірювання;
- Різальні інструменти для повітропроводів (ножиці по металу, ножі);
- Паяльне обладнання для з'єднання фреонопроводів;

Матеріали:

- Кріпильні елементи (анкери, саморізи, дюбелі)
- Повітропроводи різних діаметрів та фасонні елементи

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Утеплювачі та ізоляційні матеріали для повітропроводів
- Фреонопроводи та з'єднувальні фітинги
- Електропроводка та компоненти для підключення системи управління
- Вентиляційні дифузори та решітки

Проведення попередніх будівельних робіт. До монтажу системи кондиціонування може знадобитися проведення ряду будівельних робіт, таких як пробивання отворів у стінах для прокладання комунікацій, встановлення кронштейнів для кріплення зовнішніх і внутрішніх блоків, а також прокладання електричних кабелів і дренажних труб.

### **6.1.2. Особливості монтажу систем кондиціонування.**

Монтаж системи кондиціонування має кілька важливих особливостей, які потрібно враховувати для правильної установки та подальшої роботи системи.

Планування розміщення. Спочатку потрібно вирішити, де будуть встановлені всі частини системи. Внутрішні блоки кондиціонера слід розміщувати в тих місцях, де вони будуть найбільш ефективними, а зовнішні блоки - там, де до них буде зручний доступ для обслуговування.

Прокладання комунікацій. Слід прокласти всі необхідні комунікації, такі як повітропроводи, трубопроводи для холодоагенту, дренажні труби для відведення конденсату і електричні кабелі. Важливо забезпечити правильну прокладку, щоб уникнути витоків та інших проблем.

Кріплення компонентів. Усі частини системи повинні бути надійно закріплені. Внутрішні блоки зазвичай кріпляться до стін або стелі, а зовнішні блоки - до зовнішніх стін або на спеціальних підставках.

Електробезпека. Усі електричні підключення мають бути виконані згідно з правилами безпеки. Це включає правильний вибір кабелів, підключення заземлення і встановлення автоматичних вимикачів.

Перевірка та налаштування. Після встановлення всіх компонентів потрібно перевірити систему на правильність роботи. Це включає перевірку

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

герметичності з'єднань, правильності підключення електрики та налаштування режимів роботи кондиціонера.

### **6.1.3 Монтажне креслення системи кондиціонування: складові елементи та вимоги до створення.**

Монтажне креслення системи кондиціонування призначене для відображення схематичного розміщення всіх компонентів системи, а також для забезпечення чіткого розуміння послідовності їх монтажу. Таке креслення повинно містити повну інформацію, необхідну для правильної установки та подальшої експлуатації системи кондиціонування.

Монтажне креслення системи кондиціонування зазвичай включає наступні елементи: загальний план приміщення, що відображає розташування всіх приміщень, де буде встановлена система

кондиціонування; компоненти системи, такі як внутрішні та зовнішні блоки, повітропроводи, дифузори, решітки, фільтри; маршрути комунікацій, що вказують траси прокладання повітропроводів, трубопроводів холодоагенту, дренажних труб, електричних кабелів та інших комунікацій; монтажні місця, де вказані конкретні точки кріплення всіх компонентів системи до будівельних конструкцій; специфікацію матеріалів, де перераховані всі необхідні матеріали з зазначенням їх характеристик та кількості.

При побудові монтажного креслення системи кондиціонування необхідно дотримуватися таких вимог: точність та масштаб, щоб креслення було виконане в певному масштабі з дотриманням пропорційності всіх елементів та чітким зазначенням всіх розмірів; чіткість та зрозумілість, де всі символи, лінії та позначення повинні бути зрозумілими і легко ідентифікованими; повнота інформації, де креслення повинно містити всю необхідну інформацію для монтажу, включаючи інструкції, пояснювальні записки та додаткові схеми при необхідності; відповідність нормам та стандартам, де всі креслення повинні відповідати чинним будівельним нормам, правилам та стандартам (наприклад,

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДБН); облік специфіки приміщення, де враховуються архітектурні особливості приміщень, висота стель, наявність інших інженерних систем.

Особливі вимоги включають врахування аеродинамічних властивостей, де у монтажному кресленні має бути врахована мінімізація опору повітря в повітропроводах та забезпечення оптимального розподілу повітря; електробезпеку, де всі електричні підключення повинні бути виконані з дотриманням норм електробезпеки, включаючи захисні заземлення та автоматичні вимикачі; легкість доступу до компонентів, де компоненти системи кондиціонування повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити легкий доступ для обслуговування та ремонту.

## **6.2. Організація монтажних робіт.**

### **6.2.1. Планування робіт за календарем.**

#### **Послідовний метод календарного планування**

Послідовний метод планування передбачає виконання робіт у строго визначеній послідовності, коли наступний етап починається тільки після завершення попереднього. Основні характеристики цього методу:

1. **Чітка послідовність етапів:** Роботи виконуються один за одним без накладання.
2. **Контроль якості:** Легше контролювати якість кожного етапу, оскільки увага зосереджена на одній задачі.
3. **Зменшення ризику помилок:** Менше шансів на помилки через чітку послідовність виконання робіт.
4. **Тривалість проекту:** Загальний час виконання проекту може бути довшим через необхідність завершення одного етапу перед початком іншого.

Послідовний метод є доцільним для проектів, де важлива висока якість виконання робіт та мінімізація ризиків.

#### **Паралельний метод календарного планування**

Паралельний метод планування передбачає одночасне виконання декількох етапів робіт. Основні характеристики цього методу:

						Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. **Скорочення часу:** Завдяки одночасному виконанню різних етапів загальний час проекту скорочується.

2. **Збільшення продуктивності:** Більше робіт виконуються одночасно, що підвищує ефективність використання ресурсів.

3. **Високий рівень координації:** Потребує добре організованої координації між різними бригадами та підрядниками.

4. **Ризик конфліктів:** Можливі конфлікти та перетинання робіт, що можуть призвести до помилок або затримок.

Паралельний метод підходить для проектів з жорсткими строками виконання, де необхідно максимально скоротити час реалізації.

#### Порівняння послідовного та паралельного методів

При виборі між послідовним і паралельним методами планування важливо врахувати специфіку проекту, доступні ресурси та вимоги до термінів виконання. Основні аспекти порівняння наведені в таблиці:

**Таблиця 6.1**

<b>Критерій</b>	<b>Послідовний метод</b>	<b>Паралельний метод</b>
Тривалість проекту	Довша	Коротша
Контроль якості	Високий	Вимагає більше координації
Ризик помилок	Нижчий	Вищий через одночасне виконання
Вимоги до координації	Низькі	Високі
Використання ресурсів	Послідовне	Максимально ефективне

Вибір методу залежить від конкретних умов проекту, включаючи вимоги замовника, наявність ресурсів, обсяги робіт та допустимі ризики. У багатьох випадках можлива комбінація обох методів для досягнення оптимального результату.

						Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 7**  
*ОХОРОНА ПРАЦІ*

Студентка / Мамрикова Д.Д. /  
Консультант / Клімова І.В. /

						Арк.
						87
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 7.1 Загальні відомості про охорону праці.

Охорона праці є невід'ємною частиною будь-якого виробничого процесу, зокрема і в системах вентиляції. Вона спрямована на забезпечення безпеки та збереження здоров'я працівників у процесі їхньої професійної діяльності. Забезпечення охорони праці включає в себе розробку та впровадження заходів, що знижують ризик виникнення нещасних випадків та професійних захворювань.

### Основні законодавчі акти з охорони праці:

Основними документами, які регулюють питання охорони праці в Україні, є:

- Кодекс законів про працю України
- Закон України "Про охорону праці"
- Норми і правила з охорони праці, затверджені Кабінетом Міністрів

України, Міністерством соціальної політики та іншими відповідними органами

Ці нормативні акти визначають основні принципи, права та обов'язки як роботодавців, так і працівників у сфері охорони праці.

### Основні принципи охорони праці:

Охорона праці базується на наступних принципах:

1. Пріоритет життя і здоров'я працівників над виробничими інтересами. Забезпечення здорових і безпечних умов праці є головною метою будь-якої діяльності.

2. Відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці. Роботодавець повинен забезпечити виконання вимог охорони праці на кожному робочому місці.

3. Попередження виробничих травм і професійних захворювань. Розробка та впровадження профілактичних заходів з метою зниження ризиків.

4. Навчання та інформування працівників. Проводити регулярні інструктажі, навчання з питань охорони праці та забезпечити доступ до інформації про можливі небезпеки та способи їх уникнення.

						Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.2 Аналіз потенційних ризиків, небезпечних та шкідливих виробничих чинників, що виникають під час роботи.

Сучасна система охорони праці, яка охоплює трудове законодавство, виробничу санітарію та техніку безпеки, забезпечує будівельникам-монтажникам відповідні умови для роботи. Вона допомагає підвищити рівень виробничої культури, гарантує безпеку і полегшує виконання завдань, що, зрештою, сприяє зростанню продуктивності праці. Забезпечення безпечних умов праці на будівельних об'єктах тісно пов'язане з впровадженням технологій та організацією виробничих процесів.

Законодавство покладає відповідальність за безпеку робіт на технічних керівників будівництва, зокрема головних інженерів і інженерів з охорони праці, а також на виконавців робіт і будівельних майстрів. Вони мають організувати планування заходів з охорони праці та протипожежної безпеки і забезпечити їх реалізацію у визначені терміни.

Покращення організації виробничих процесів та створення на будівельних майданчиках умов, що мінімізують ризики виробничого травматизму, професійних захворювань і забезпечують належні санітарно-побутові умови, є одним із найважливіших завдань. Від ефективного вирішення цих завдань залежить подальше підвищення продуктивності праці на будівельних об'єктах.

### Аналіз шкідливих та небезпечних факторів:

Таблиця 7.1

Небезпечні та шкідливі фактори на виробництві	Причини виникнення факторів (типи робіт)	Кількісна оцінка (допустиме значення)	Нормативні документи
1	2	3	4

Метрологічні параметри середовища на виробництві	Монтаж конструкцій та експлуатація систем	t= 20-22 °C φ = 60-40% V=0,2-0,4 м/с	ДСН 3.3.6.042-99
--	---	--	---------------------

Освітлення робочих приміщень	Встановлення санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи	30 лк  30 лк 50 лк 30 лк	ДСТУ Б А.3.2-15:2011
	Використання будівельного інструменту, механізмів та експлуатація обладнання	< 80дБ А < 80дБ А < 80дБ А	
	Протипожежний захист	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	
	Зварювальні – ацетен; Опоряджувальні - ацетон	ГДК 300 мг/м <sup>3</sup> ГДК 300 мг/м <sup>3</sup>	
Звукове середовище на робочому місці			ДСН 3.3.6-037-99 ДБН В.1.2 10:2021
Пожежна безпека			ДБН В.1.1-7:2016 ДБН В.1.2-7:2021
Токсичні або небезпечні речовини			Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020
Електричне ураження	Електромонтажні, Зварювальні,	220 В 380 В	ДСТУ Б В.2.5-82:2016

						Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Освітлення Машини і механізми	220 В 220 В, 380 В	ДБН А.3.2-2- 2009
Падіння людини з висоти	Монтажні роботи а) зовнішні б) внутрішні	Н = 37,7 м Н=37,7 м Н=4,4 м	НПАОП 0.00- 1.80-18
Падіння матеріалів та конструкцій з висоти	Монтажні, Покрівельні, Опоряджувальні а) зовнішні б) внутрішні	Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 4,4 м	НПАОП 0.00- 1.80-18

### 7.3 Заходи профілактики виявлених факторів

#### 7.3.1 Основні вимоги до безпеки

Проїзди, проходи та робочі місця повинні регулярно очищатися, залишатися вільними від загороджень та перешкод, що можуть заважати безпечному пересуванню працівників. У зимовий період ці ділянки необхідно посипати піском або іншими протиожеледними матеріалами для запобігання слизькій поверхні та зниження ризику травматизму.

Майданчики, призначені для завантажувально-розвантажувальних робіт, повинні бути ретельно вирівняні і мати нахил не більше 5 градусів, щоб забезпечити стабільність транспорту та безпечні умови роботи. Це знижує ризик перекидання вантажів та забезпечує безпечні умови для працівників, які виконують ці роботи.

Входи до будівель, що зводяться, необхідно захищати зверху суцільними козирками. Ширина таких козирків має бути не меншою за ширину входу, а їх виступ повинен складати не менше 2 метрів від стіни будівлі. Це забезпечує захист працівників та відвідувачів від падіння предметів зверху, що є особливо важливим під час проведення будівельних робіт на висоті.

						Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники, включаючи робітників, інженерно-технічний персонал та службовців, повинні бути забезпечені спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Спецодяг та взуття повинні відповідати встановленим стандартам та вимогам, забезпечуючи належний рівень захисту від виробничих небезпек. Інші засоби індивідуального захисту, такі як каски, рукавиці, захисні окуляри та респіратори, також повинні надаватися працівникам залежно від специфіки виконуваних ними робіт.

До початку основних будівельно-монтажних робіт повинні бути облаштовані санітарно-побутові приміщення. Ці приміщення мають включати кімнати для зберігання аптечок з медикаментами та засобами для надання першої медичної допомоги постраждалим. Наявність таких приміщень є критично важливою для швидкого реагування на можливі нещасні випадки та забезпечення належної допомоги працівникам. Санітарно-побутові приміщення також повинні мати зони для відпочинку, душові, туалети та місця для зберігання особистих речей, що сприятиме підтриманню гігієни та підвищенню загального рівня комфортності праці.

### **7.3.2 Заходи щодо запобігання потенційно-небезпечних та шкідливих факторів**

Організація будівельного майданчика проектом передбачено низку заходів для забезпечення безпеки та ефективної роботи на будівельному майданчику:

#### Огорожа будівельного майданчика:

Будівельний майданчик оточений захисно-охоронною огорожею заввишки 3 метри, яка має захисні козирки для запобігання доступу сторонніх осіб. Це гарантує, що тільки уповноважені працівники зможуть потрапити на територію, що зменшує ризик несанкціонованого доступу і підвищує загальну безпеку об'єкта.

#### Огородження небезпечних зон:

						Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зони, де постійно або потенційно діють небезпечні фактори, обнесені інвентарною захисною огорожею висотою 1,2 метри. Це дозволяє чітко окреслити небезпечні ділянки та запобігти нещасним випадкам, забезпечуючи безпеку працівників.

#### Освітлення:

Для забезпечення безпечної роботи в темний період доби майданчик обладнаний системою освітлення. Освітлення охоплює проїзди, проходи, складські майданчики та робочі місця. Заборонено проводити роботи в неосвітлених місцях, що мінімізує ризики травматизму в умовах поганої видимості.

#### Безпека при виконанні робіт:

Всі робочі місця оснащені необхідним обладнанням для запобігання нещасним випадкам, а також відповідними знаками та інструкціями. Це включає маркування небезпечних зон та встановлення попереджувальних знаків на території всього будівельного майданчика.

#### Організація транспортних потоків:

Визначені та розмежовані шляхи для руху транспорту і пішоходів на будівельному майданчику. Це сприяє запобіганню зіткнень і нещасних випадків, пов'язаних із рухом техніки та працівників.

### **7.3.3 Падіння осіб з висоти**

Організація робочого місця повинна забезпечувати не тільки ефективність виконання завдань, але й високий рівень безпеки праці. Це включає в себе забезпечення безпечного та зручного доступу до робочого місця. Однією з ключових вимог для створення безпечних умов праці монтажників сантехнічного обладнання є використання спеціальних захисних пристосувань у місцях виконання робіт. Ці заходи допомагають запобігти можливим нещасним випадкам і забезпечують працівникам необхідний рівень захисту.

Безпека працівників на висоті під час приймання, встановлення та закріплення конструкцій забезпечується переважно за рахунок застосування

						Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засобів колективного захисту. Ці засоби включають різноманітні пристосування, такі як приставні драбини з робочими майданчиками, металеві платформи та підмости. Використання таких пристосувань дозволяє працівникам безпечно переміщатися та виконувати свої обов'язки на висоті.

Застосування приставних драбин з робочими майданчиками забезпечує стабільну платформу для виконання робіт на висоті, зменшуючи ризик падіння. Металеві платформи та підмости також надають працівникам необхідний простір та стабільність для виконання складних монтажних робіт.

Крім традиційних засобів колективного захисту, в сучасних умовах дедалі частіше використовуються захисні сітки, виготовлені з синтетичних матеріалів, таких як капрон та лавсан. Ці сітки встановлюються у стратегічно важливих місцях для додаткового захисту працівників, що працюють на висоті. Використання таких сіток допомагає знизити ризик падіння та забезпечити безпеку працівників, навіть у випадку втрати рівноваги.

Монтажні платформи, навісні драбини та інші засоби, необхідні для роботи на висоті, повинні бути встановлені та надійно закріплені на монтажних конструкціях до їх підйому. Це забезпечує їх стабільність та безпечність використання. Під час монтажу конструкцій та виконання зварювальних робіт використовуються спеціальні монтажні каркаси, які додатково забезпечують безпеку працівників.

Для підвищення рівня безпеки, підмости обладнані огороженнями висотою 0,9 метра. Це допомагає запобігти падінню працівників з робочих платформ та забезпечує додатковий рівень захисту. При виконанні покрівельних робіт працівники використовують запобіжні пояси та інші засоби індивідуального захисту, що є необхідним для забезпечення їхньої безпеки.

Особливо важливо, щоб на підмостках були встановлені огороження висотою 1,5 метра. Це вимога спрямована на додатковий захист працівників, що працюють на висоті, від падіння та пов'язаних з цим травм. Впровадження всіх

						Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цих заходів сприяє створенню безпечних умов праці та запобіганню нещасним випадкам на будівельних майданчиках.

### **7.3.4 Профілактичні заходи щодо уникнення ураження електричним струмом**

Під час проведення електрозварювальних робіт існує значний ризик ураження електричним струмом. Цей ризик виникає через кілька потенційних проблем, таких як несправності зварювального обладнання або мережі заземлення, неправильне підключення зварювального апарату до електромережі, дефекти в електропроводці, а також неправильне виконання самих зварювальних робіт. Ураження електричним струмом може статися при дотику до струмоведучих частин зварювального обладнання, що є однією з найбільших небезпек.

Усі металеві частини зварювального обладнання, які можуть випадково контактувати з працівником, такі як зварювальний апарат, повинні бути обов'язково заземлені. Це є важливим заходом для запобігання ураженню електричним струмом. На монтажних ділянках встановлюються спеціальні розподільчі щити, які дозволяють безпечно підключати все необхідне обладнання. Під час прокладання та переміщення зварювальних проводів необхідно вживати заходів для запобігання їх пошкодженню. Це включає уникнення контактів ізоляції з водою, маслом або металевими канатами, які можуть пошкодити ізоляцію.

Крім того, слід дотримуватися вимог щодо відстані між зварювальними проводами і іншими об'єктами. Зокрема, відстань між зварювальними проводами і гарячими трубопроводами та балонами з киснем повинна бути не менше 0,5 метра, а між зварювальними проводами і гарячими газами – не менше 1 метра. Захисне заземлення для зварювального трансформатора має виконуватися з використанням кутика L50x50 довжиною 2500 мм, що забезпечує надійний захист від електричних ризиків.

						Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення безпеки на будівельному майданчику також важливо правильно організувати лінії електропередачі. Вони повинні бути розміщені на висоті не менше 6 метрів над дорогами, 3,5 метра над проходами і 2,5 метра над робочими місцями. Це допоможе уникнути контактів працівників або обладнання з лініями електропередачі, що є критично важливим для запобігання нещасним випадкам.

Під час виконання робіт поблизу струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, існує ризик випадкового дотику до них. Для захисту від ураження електричним струмом використовуються спеціальні ізолюючі електрозахисні засоби. Ці засоби здатні витримувати робочу напругу протягом тривалого часу і забезпечують можливість безпечного дотику до частин електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В. До таких засобів належать діелектричні гумові рукавиці, інструменти з ізольованими рукоятками, струмошукачі, а в установках з напругою вище 1000 В – ізолюючі штанги та струмоведучі кліщі.

Забезпечення безпеки працівників під час електрозварювальних робіт включає також навчання та підвищення обізнаності працівників про можливі ризики та способи їх уникнення. Це включає проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки, перевірку стану обладнання та забезпечення належного рівня освітлення на робочих місцях. Важливо, щоб працівники знали і дотримувалися всіх правил безпеки, оскільки це є ключовим фактором у запобіганні нещасним випадкам та збереженні їх здоров'я і життя.

### **7.3.5 Токсичні або небезпечні речовини**

Основним джерелом виділення шкідливих газів під час монтажу сантехнічних систем є зварювальні роботи, під час яких виділяється значна кількість шкідливих оксидів. Щоб уникнути негативного впливу цих газів на організм працівників, при виконанні зварювальних робіт необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Крім того, важливо забезпечити наявність природної вентиляції для видалення шкідливих

						Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовин та зменшення їх концентрації до допустимих рівнів згідно з гранично допустимими концентраціями (ГДК).

Щоб мінімізувати ризики, пов'язані з впливом шкідливих газів, працівники повинні користуватися респіраторами та іншими засобами захисту органів дихання під час виконання зварювальних робіт. Також необхідно забезпечити належну вентиляцію робочих приміщень, яка дозволяє ефективно видаляти шкідливі речовини з повітря. Це може бути досягнуто за рахунок використання природної вентиляції або установки вентиляційних систем, які забезпечують постійний обмін повітря.

Важливо також слідкувати за тим, щоб концентрація шкідливих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустимі концентрації (ГДК). Це можна контролювати за допомогою регулярних вимірювань якості повітря в робочих зонах. У випадку перевищення допустимих норм, необхідно вжити додаткових заходів для покращення вентиляції або зменшення виділення шкідливих речовин.

### **7.3.6 Освітленість робочих приміщень**

Освітленість робочих місць повинна відповідати специфіці зорової роботи, що виконується. Збільшення освітленості робочих поверхонь може суттєво підвищити продуктивність праці, оскільки добре освітлене робоче місце сприяє кращій видимості і точності виконуваних завдань. Однак, існує певна межа, після якої подальше збільшення освітленості не приносить додаткових переваг і стає економічно невиправданим. Це означає, що після досягнення оптимального рівня освітленості подальше підвищення інтенсивності світла не дає помітного позитивного ефекту і лише збільшує витрати на освітлення.

Рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні є ключовим фактором для забезпечення комфортних умов праці. Якщо яскравість розподілена нерівномірно, очі працівників змушені постійно адаптуватися до різних рівнів освітлення, що призводить до швидкого стомлення зору. Це може

						Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

негативно впливати на ефективність і точність виконання роботи, а також на загальне самопочуття працівників.

Для зон, де проводяться роботи з монтажу систем вентиляції та опалення, передбачено рівномірне освітлення, яке забезпечує комфортні умови для виконання цих завдань. Важливо, щоб освітленість таких робочих місць була не менше 30 люкс, оскільки це мінімальний рівень освітленості, необхідний для забезпечення достатньої видимості та безпеки працівників під час виконання робіт.

У випадках, коли природного освітлення недостатньо або воно повністю відсутнє, передбачено використання штучного електричного освітлення для підтримання необхідного рівня освітленості. Це може бути особливо важливим у зимовий період або в умовах обмеженого доступу до природного світла, коли тривалість світлового дня є недостатньою для виконання всіх необхідних робіт. Штучне освітлення дозволяє забезпечити належний рівень видимості в будь-який час доби, що сприяє безперервності робочого процесу і підвищенню продуктивності праці.

### **7.3.7 Пожежне забезпечення**

Пожежна безпека – це важливий аспект, який забезпечує безпеку об'єкту та його мешканців. Це стан, коли ймовірність виникнення пожежі мінімальна, а у разі її виникнення, заходи вживаються швидко та ефективно для захисту людей та майна.

#### Джерела пожежі:

Одними з потенційних джерел пожежі є коротке замикання кабелів, недбале поводження з відкритим вогнем або паління в заборонених місцях. Важливо враховувати ці фактори при плануванні та експлуатації будівельних об'єктів.

#### Технічні рішення для запобігання пожежам:

Застосування відповідного електрообладнання, яке відповідає нормам електробезпеки, може значно зменшити ризик пожежі. Також важливо

						Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлювати захист від короткого замикання та громовідвід, щоб уникнути можливих загорянь.

Технічні рішення для протипожежного захисту:

Системи опалення, вентиляції та кондиціонування повинні бути спроектовані з урахуванням вимог протипожежного захисту. Це включає встановлення вогнезатримувальних клапанів, систем протидимного захисту та ефективні методи вентиляції для виведення диму та продуктів горіння.

Навчання пожежної безпеки:

Важливо організувати навчання всіх працівників з питань пожежної безпеки. Це допомагає усвідомити ризики та правильно реагувати у випадку виникнення пожежі. Також необхідно періодично перевіряти системи протипожежного захисту та вживати заходів для їх покращення, забезпечуючи найвищий рівень безпеки для всіх.

### **7.3.8 Незадовільні параметри мікроклімату**

У приміщеннях, де проводяться монтажні роботи, необхідно враховувати не лише сам процес монтажу, але й умови, в яких працюють робітники. Особливо це стосується холодного періоду року, коли температура може вплинути на продуктивність та здоров'я працівників. Тому важливо забезпечити тимчасове опалення для комфортного перебування людей в приміщенні.

Однак наряду з опаленням важливо також забезпечити достатній обмін повітрям. Для цього потрібно забезпечити постійне надходження свіжого повітря ззовні, а також забезпечити швидке видалення використаного повітря з приміщення. Такий обмін повітрям допоможе уникнути занадто високої вологості та запобігти утворенню конденсату.

Крім того, важливо ретельно обирати одяг для робітників, щоб вони могли захистити себе від негативного впливу низьких температур. Теплий та зручний спецодяг дозволить робітникам залишатися комфортними навіть у холодну погоду. Також слід передбачити засоби захисту від вітру та опадів, такі як герметичні плащі та гумові чоботи.

						Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом, важливо піклуватися про комфорт та безпеку працівників, щоб забезпечити ефективне та безпечне проведення монтажних робіт навіть у складних погодних умовах.

						Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5-67: 2013 р. «Опалення, вентиляція та кондиціонування»
- 2.«Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник»/ Уклад: П.Л.Зінич - К: КНУБА, 2002 р.
3. Каталог Vents «Промислова та комерційна вентиляція», 2014р.
4. Повітророзподільники компанії Арктос «Вказівки по розрахунку та практичне застосування»/ Видання п'яте, 2008 р.
5. ДБН В.2.2-16: 2005 р. « Культурно видовищні та дозвіллеві заклади».
6. «Конциціювання повітря»/ Уклали: А.А. Пеклов, Т.А. Степанова, 1978 р.
7. Каталог Vents «Спирально-навивні повітропроводи», 2011р.
8. Методичні вказівки до курсового проекту «Вентиляція громадських будівель»,
9. «Вихідні дані до курсового проекту «Вентиляція громадських будівель»/ Уклали: П.Л.Зінич, В.Б. Довгалюк, 2002 р.

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

Приміщення			Огороджувальна конструкція						Теплові мости																
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, А, м <sup>2</sup>	Температура, Θ <sub>вн.</sub> , °С	Позначення	Орієнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, А <sub>к</sub> , м <sup>2</sup>	Коефіцієнт теплопередачі, U <sub>к</sub>	Поправочний коефіцієнт додаткових теплоізоляційних елементів	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, м <sup>2</sup> ·Вн/(м·°С)	Довжина теплового мосту, l, м	Поправочний коефіцієнт додаткових теплоізоляційних елементів	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал. пр.), b <sub>н</sub>	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх приміщеннях	Характеристика трансмісійних теплоізоляційних елементів	Характеристика трансмісійних теплоізоляційних елементів	Трансмісійні теплоізоляційні елементи приміщення, Ф <sub>т.і</sub> , Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні	Характеристика інфільтраційних теплоізоляційних елементів приміщення, Н <sub>т.і</sub> , Вн/°С	Вентиляційні теплоізоляційні елементи (без механічної вентиляції), Ф <sub>в.і</sub> , Вт	Інші постійні (періодичні) теплоізоляційні елементи (надходж.), Теплова поужитість СО приміщення (без вентиляційних теплоізоляційних елементів)	Теплова поужитість системи опалення приміщення, Ф <sub>н.і</sub> ,			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
101	12,03	22	ЗС	ПдС	4,542	3,57	16,2	0,269	1,2						5,24										
ЖК	1,7		ЗС	ПдЗ	4,08	3,57	12,6	0,269	1,2						4,07			591	40,5	13,77	578	-120	470	1049	
			В	ПдЗ	1,40	1,40	2,0	1,389	1,2						3,27										
			ПЛ	-	4,542	4,08	18,5	0,198	1,0				0,40			1,49									
102	20,13	20																							
ЖК	2,9		ЗС	ПдЗ	4,045	3,57	12,1	0,269	1,2						3,90			386	40,5	13,77	551	-201	184	735	
			В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,2						3,97										
			ПЛ	-	4,05	5,91	23,9	0,198	1,0				0,38			1,78									
201	12,03	22	ЗС	ПдС	4,542	3,30	15,0	0,269	1,2						4,84										
ЖК	1,7		ЗС	ПдЗ	4,08	3,30	11,1	0,269	1,2						3,58			520	40,5	13,77	578	-120	400	978	
			В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,2						3,97										
202	20,13	20	ЗС	ПдЗ	4,045	3,30	11,0	0,269	1,2						3,54										
ЖК	2,9		В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,2						3,97			300	40,5	13,77	578	-201	99	677	
301	12,03	22	ЗС	ПдС	4,542	3,30	15,0	0,269	1,2						4,64										
ЖК	1,7		ЗС	ПдЗ	4,08	3,30	11,1	0,269	1,2						3,43			498	40,5	13,77	578	-120	378	956	
			В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,2						3,80										
302	20,13	20	ЗС	ПдЗ	4,045	3,30	11,0	0,269	1,2						3,39										
ЖК	2,9		В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,2						3,80			288	40,5	13,77	551	-201	86	637	
401	12,03	22	ЗС	ПдС	4,542	3,30	15,0	0,269	1,1						4,44										
ЖК	1,7		ЗС	ПдЗ	4,08	3,30	11,1	0,269	1,1						3,28			477	40,5	13,77	578	-120	356	935	
			В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,1						3,64										
402	20,13	20	ЗС	ПдЗ	4,045	3,30	11,0	0,269	1,1						3,25										
ЖК	2,9		В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,1						3,64			275	40,5	13,77	551	-201	74	625	
403	13,9	20	ЗС	ПдЗ	3,976	3,30	13,1	0,269	1,1						3,88										
Кух	2,0		В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,1						3,64										
			ЗС	С	0,665	3,30	2,2	0,269	1,0						0,59										
			ВС		3,615	3,30	11,9	1,408								1,68									
А1	11,4	16,0	ЗС	ПдЗ	2,921	33,0	96,1	0,3	1,1						29,1			1046,5	0,8	0,3	9,9	-114	932,9	942,9	
ЛХ	1,6																								
А2	18,8	16,0	ЗС	ПдЗ	3,9	33,9	113,3	0,3	1,1	0,4	2,8	1,0			34,6										
СК	620,4		В	ПдЗ	1,5	12,6	18,9	1,4	1,1						28,9										
			ПЛ	-	3,9	5,6	22,0	0,2	1,0									2465,6	310,2	105,5	3797,1	0,0	2465,6	6262,7	
			СТ	-	3,9	5,6	22,0	0,2	1,0																
			ВД	ПдЗ	1,6	2,2	3,5	1,3	1,1						5,0										
404	12,8	20	ЗС	ПдЗ	3,976	3,30	10,7	0,269	1,1						3,18										
Кух	1,8		В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,1						3,64										
			ЗС	З	0,665	3,30	2,2	0,269	1,1						0,65										
			ВС		3,615	3,30	11,9	1,408								1,68									
405	20,13	20	ЗС	ПдЗ	4,045	3,30	11,0	0,269	1,1						3,25										
ЖК	2,9		В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,1						3,64			275	40,5	13,77	551	-201	74	625	
406	12,033	22	ЗС	С	4,542	3,30	15,0	0,269	1,0						4,03										
ЖК	1,7		ЗС	ПдЗ	4,08	3,30	11,1	0,269	1,1						3,28			460	40,5	13,77	578	-120	340	918	
			В	ПдЗ	1,70	1,40	2,4	1,389	1,1						3,64										
407	10,5	25	ЗС	С	3,922	3,30	12,9	0,269	1,0						3,48										
СВ	1,5																	157	40,5	13,77	620	-105	52	671	
408	20,3	22	ЗС	С	7,092	3,30	23,4	0,269	1,0						6,30										
ЖК	2,9		ЗС	Пд	4,08	3,30	11,8	0,269	1,0						3,17			496	40,5	13,77	578	-203	292	871	
			В	Пд	1,20	1,40	1,7	1,389	1,0						2,33										
409	12,50	20	ЗС	Пд	3,034	3,30	8,0	0,269	1,0						2,15										
ЖК	1,8		В	Пд	1,45	1,40	2,0	1,389	1,0						2,82			267	55,5	18,87	755	-125	142	896	
			ЗС	С	1,915	3,30	6,3	0,269	1,0						1,70										
410	22,35	20	ЗС	Пд	3,972	3,30	9,9	0,269	1,0						2,67										
Кух	3,2		В	Пд	1,45	2,20	3,2	1,389	1,0						4,43			284	55,5	18,87	755	-224	60	815	
411	24,29	20	ЗС	Пд	3,973	3,30	11,1	0,269	1,0						2,98										
Кух	3,5		В	Пд	1,45	1,40	2,0	1,389	1,0						2,82										
412	15,86	20	ЗС	Пд	3,973	3,30	11,1	0,269	1,0						2,98										
ЖК	2,3		В	Пд	1,45	1,40	2,0	1,389	1,0						2,82			232	55,5	18,87	755	-159	73	828	
413	18,25	20	ЗС	Пд	3,972	3,30	11,1	0,269	1,0						2,98										
ЖК	2,6		В	Пд	1,45	1,40	2,0	1,389	1,0						2,82			232	55,5	18,87	755	-183	49	804	
414	17,94	20	ЗС	Пд	3,034	3,30	8,0	0,269	1,0						2,15										
Кух	2,6		В	Пд	1,45	1,40	2,0	1,389	1,0						2,82										
			ЗС	З	1,915	3,30	6,3	0,269	1,1						1,87			273	55,5	18,87	755	-179	94	849	
415	20,3	22	ЗС	З	7,092	3,30	23,4	0,269	1,1	</															