

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Геннадій ВАРЛАМОВ  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проект  
на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Система вентиляції і кондиціонування повітря оздоровчого центру в м. Луцьк»

Виконав: студент IV курсу, групи ТП - 71

Тищенко Олександр Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Володимир СЕРЕДА  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н. Юрій ПОЛУКАРОВ  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Геннадій ВАРЛАМОВ

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект студенту**

Тищенко Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Система вентиляції і кондиціонування повітря оздоровчого центру в м. Луцьк»

керівник проекту Середа Володимир Володимирович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р. №\_\_

2. Термін подання студентом проекту 16.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1) Географічне розташування – м. Луцьк;

2) Кількість приміщень – 27.

3) Кількість поверхів – 2; висота кожного поверху – 3 м;

4) Бажана температура повітря в приміщенні – 20 °С;

5) Кількість людей, які одночасно можуть перебувати в будівлі – 45;

6) Тип системи вентиляції – механічна, припливно-витяжна;

7) Тип системи кондиціонування – автономні кондиціонери.

4. Зміст пояснювальної записки: 1) Розрахунок теплових втрат зовнішніми огороженнями (опис, розрахунки).

2) Розрахунок надходження теплоти і вологи в приміщення (опис, розрахунки).

3) Розрахунок клімат контролю приміщень (опис, розрахунки та вибір теплообмінників, вентиляторів, шумоглушників).

4) Система кондиціонування повітря (опис та вибір кондиціонерів).

5) Розрахунок повітряно-теплової завіси (опис, розрахунки та вибір завіси).

6) Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

1) Схеми приливних установок П1 і П2 – 1 арк. ф. А1.

2) Схеми витяжних установок В1–В10 – 1 арк. ф. А1.

3) Компоновка обладнання (план першого поверху) – 1 арк. ф. А1.

4) Компоновка обладнання (план другого поверху) – 1 арк. ф. А1.

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Юрій ПОЛУКАРОВ, доцент		

7. Дата видачі завдання 19.05.2021 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунок теплових втрат	22.05.21 р.	
2	Розрахунок надходження теплоти і вологи	27.05.21 р.	
3	Розрахунок клімат контролю:		
	- повітропроводи;	04.06.21 р.	
	- вентилятори;	06.06.21 р.	
	- калорифери;	08.06.21 р.	
4	Кондиціонування	10.06.21 р.	
5	Повітряно тепла завеса	12.06.21 р.	
6	Охорона праці	13.06.21 р.	
7	Графічна частина:		
	- принципова схема;	09.06.21 р.	
	- розташування обладнання і повітропроводів	13.06.21 р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	16.06.21 р.	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Олександр ТИЩЕНКО

(ім'я, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Володимир СЕРЕДА

(ім'я, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

# **Пояснювальна записка**

## **до дипломного проекту**

на тему: «Система вентиляції і кондиціонування повітря оздоровчого центру в м. Луцьк»

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Система вентиляції і кондиціонування повітря оздоровчого центру в м. Луцьк»: пояснювальна записка на 65 с., 19 рис., 10 табл., 17 бібліографічних найменувань та 6 додатків; креслень – 4 арк. ф. А1.

Мета проекту – проектування системи вентиляції і кондиціонування для комерційної будівлі (оздоровчий центр) у м. Луцьк.

Для кліматичних умов міста Луцька визначені теплові втрати приміщень у зимовий період і надходження теплоти до будівлі у літній період, із заданими характеристиками і кількістю в ній людей.

Використовуючи каталоги виробників відповідного обладнання та нормативні документи була розроблена і розрахована механічна система припливної та витяжної вентиляції, підібрано основне і допоміжне обладнання системи вентиляції.

Кондиціонування приміщень забезпечується для кожного приміщення або груп приміщень індивідуально. Підібрано мультиспліт систему: внутрішні каналні та зовнішні блоки.

Використовуючи каталогу виробника відповідного обладнання та нормативні документи була розрахована повітряно-теплова завіса стелевого типу.

Відмічені основні заходи та засоби по організаційно-технічному забезпеченню охорони праці.

На кресленнях наведені загальний вид системи вентиляції будівлі, схема компоновки обладнання і повітропроводів, аксонометрична схема вентиляції.

Ключові слова: теплові втрати, надходження теплоти, вентиляція, повітропроводи, кондиціонування, повітряно-теплова завіса, охорона праці.

## SUMMARY

Diploma project of the first (bachelor's) level of higher education on the topic: "Ventilation and air conditioning system of the health center in Lutsk": explanatory note for 65 pages, 19 fig., 10 tables, 17 bibliographic titles and 6 appendices; drawings - 4 sheets. f. A1.

The purpose of the project is to design a ventilation and air conditioning system for a commercial building (health center) in Lutsk.

For climatic conditions of the city of Lutsk heat losses of premises in the winter period and receipt of heat to the building in the summer period, with the set characteristics and number of people in it are defined.

Using the catalogs of manufacturers of relevant equipment and regulations, a mechanical system of supply and exhaust ventilation was developed and calculated, the main and auxiliary equipment of the ventilation system was selected.

Air conditioning is provided for each room or group of rooms individually. The multisplit system is selected: internal channel and external blocks.

Using the catalog of the manufacturer of the corresponding equipment and normative documents the air-thermal curtain of ceiling type was calculated.

The basic measures and means on organizational and technical maintenance of labor protection are noted.

The drawings show a general view of the ventilation system of the building, the layout of equipment and air ducts, axonometric diagram of ventilation.

Key words: heat losses, heat input, ventilation, air ducts, air conditioning, air-heat curtain, labor protection.

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврского) уровня высшего образования на тему: «Система вентиляции и кондиционирования воздуха оздоровительного центра в. Луцк»: пояснительная записка на 65 с., 10 Рис., 10 табл., 17 библиографических наименований и 6 приложений; чертежей - 4 л. ф. А1.

Цель проекта - проектирование системы вентиляции и кондиционирования для коммерческого здания (оздоровительной центр) в м. Луцк.

Для климатических условий города Луцка определены тепловые потери помещений в зимний период и поступления теплоты в здание в летний период, с заданными характеристиками и количеством в ней людей.

Используя каталоги производителей соответствующего оборудования и нормативные документы была разработана и рассчитана механическая система приточно-вытяжной вентиляции, подобрано основное и вспомогательное оборудование системы вентиляции.

Кондиционирование помещений обеспечивается для каждого помещения или групп помещений индивидуально. Подобрано мультисплит систему: внутренние канальные и Внешний блоки.

Используя каталога производителя соответствующего оборудования и нормативные документы была рассчитана воздушно-тепловая завеса потолочного типа.

Отмеченные основные мероприятия и средства по организационно-техническому обеспечению охраны труда.

На чертежах приведены общий вид системы вентиляции здания, схема компоновки оборудования и воздуховодов, аксонометрическая схема вытяжной вентиляции.

Ключевые слова: тепловые потери, поступления теплоты, вентиляция, воздуховоды, кондиционирования, воздушно-тепловая завеса, охрана труда.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....	9
ВСТУП .....	12
1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОДЖЕННЯМИ.....	14
1.1 Вихідні дані для розрахунку .....	14
1.2 Розрахунок теплових втрат через конструкційні огородження.....	16
1.2 Висновки за розділом 1.....	21
2. РОЗРАХУНОК НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ І ВОЛОГИ В ПРИМІЩЕННЯ .....	22
2.1 Вихідні данні для розрахунку .....	22
2.2 Розрахунок надходження теплоти і вологи .....	22
2.3 Висновки за розділом 2.....	24
3 РОЗРАХУНОК КЛІМАТ КОНТРОЛЮ ПРИМІЩЕНЬ .....	25
3.1 Вихідні данні .....	25
3.2 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період .....	25
3.3 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період.....	25
3.4 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів.....	27
3.5 Вибір вентиляційного обладнання .....	29
3.6 Висновки за розділом 3.....	36
4 СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	37
4.1 Вибір обладнання .....	37
4.2 Висновки за розділом 4.....	40
5 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНО–ТЕПЛОВОЇ ЗАВІСИ.....	41
5.1 Вихідні данні для розрахунку .....	41
5.2 Розрахунок повітряно-теплової завіси .....	41
5.3 Вибір обладнання .....	42
5.4 Висновки за розділом 5.....	43
6 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	44
6.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів.....	44
6.2 Пожежна безпека.....	51
6. Висновки за розділом 6.....	52
ВИСНОВКИ.....	53

					ТП 71 13 08 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Тищенко				Система вентиляції і кондиціонування повітря оздоровчого центру в м. Луцьк. Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Середа					ДПБ	7	65
П.контр						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ТЕФ, ТПТ		
Н.контр	Боженко							
Зав. каф.	Варламов							



СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	54
ДОДАТКИ	
Додаток А	
Розрахунок теплових втрат зовнішніми огороженнями.....	55
Додаток Б	
Надходження теплоти і вологи в приміщення .....	56
Додаток В	
Витрата теплоти на підігрів припливного повітря .....	57
Додаток Г	
Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції.....	58
Додаток Д	
Акт впровадження.....	64
Додаток Е	
Перевірка дипломного проєкту на академічну доброчесність .....	65

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

### Умовні позначення

$t$  – температура;

$D$  – діаметр;

$H, h$  – геометрична висота;

$V$  – об'єм;

$R, r$  – радіус;

$Q$  – кількість теплоти;

$h$  – ентальпія;

$d$  – вологість повітря;

$\varphi$  – відносна вологість;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії;

$\delta$  – товщина ізоляційного шару;

$\lambda$  – теплопровідність, опір тертя;

$l$  – довжина;

$V$  – об'ємна витрата повітря;

$v$  – швидкість повітря;

$F$  – площа поперечного перерізу;

$\Delta p$  – гідравлічний опір;

$\xi$  – коефіцієнт гідравлічного опору, коефіцієнт місцевих опорів;

$\rho$  – густина;

$P$  – тиск;

$\sigma$  – допустиме напруження, поверхневий натяг;

$S$  – товщина стінки;

$\ell$  – довжина трубопроводу;

$Re$  – число Рейнольдса;

$n$  – частота обертів;

$N$  – потужність;

$f$  – живий переріз калорифера;

$K$  – коефіцієнт теплопередачі;

$B, b$  – ширина;

$L$  – витрата повітря.

**Індекси:**

«нижні»

зов. л. – зовнішні параметри в літній період;

зов. з. – зовнішні параметри в зимній період;

к. – конструкція;

зов. – зовнішній;

вн. – внутрішній;

ст. – стіна;

в. – вікно;

пер. – перекриття;

вт. – втрати;

пов. – повітря;

ск. – скло;

с.р. – сонячна радіація;

л. – людей;

ч. – чоловік;

ж. – жінка;

д. – дитина;

пр. – припливне;

е. –електричне;

п – приміщення;

екв – еквівалентне;

тр – тертя;

м – місцеве;

вент. – вентилятор;

вод. – вода;

х – ходи;

р – ряди;

с.к. – сходові клітка;

вх – вхід;

дв – двері;

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з – завіса.

### Скорочення

СНиП – Строительные нормы и правила;

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСН – державні санітарні норми;

ГОСТ – государственный стандарт.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Даний дипломний проект присвячений розробці систем вентиляції і кондиціонування оздоровчого центру «Акварель» за адресою м. Луцьк, пр. Відродження 50. Також здійснені розрахунки повітряно-теплової завіси.

Системи вентиляції і кондиціонування повітря – це необхідні компоненти систем життєзабезпечення в житлових, комерційних, громадських просторах. Вони відповідають за очищення, зволоження, формування комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечують усунення неприємних запахів. Інтенсивність повітрообміну регламентується встановленими стандартами для кожного типу об'єктів окремо [1]. У випадку з об'єктами комерційного призначення завдання ускладнюється мінімальними розмірами вільної площі. У цьому випадку найбільш розумним рішенням стає монтаж системи, в якій опалення, вентиляція і кондиціонування будуть суміщені. При відсутності вентиляції в закритих приміщеннях зростає концентрація шкідливих речовин, у першу чергу вуглекислого газу, що негативно позначається на самопочутті людей (викликає сонливість, головний біль, втрату працездатності) [1]. Ефективність природних систем невисока, тому різні приміщення в квартирах обладнують примусовою вентиляцією. Сучасні будинки максимально герметичні, вікна в кімнату свіже повітря просто не пропускають. Особливо гостро проблема стоїть взимку, коли часті провітрювання призводить до помітного зниження температури повітря в приміщеннях.

У даному дипломному проекті здійснено проектування системи вентиляції загального обміну, яка призначена для здійснення вентиляції у всіх приміщеннях. Припливна вентиляція загального обміну, як правило, виконується з підігрівом і фільтрацією припливного повітря. Тому вона повинна бути механічною (штучною). Витяжна вентиляція загального обміну простіше припливної і може забезпечуватися вентилятором, який встановлений в отворі стіни або вікна, через те що повітря, яке видаляється не потрібно обробляти.

Кондиціонування забезпечується завдяки мульти-спліт системи. Вона має можливість підключити до одного зовнішнього блоку декілька внутрішніх. Це дозволяє не порушувати архітектуру будівлі. Стає ідеальним варіантом, коли не можна монтувати кілька зовнішніх частин агрегату.

Кондиціонери каналного типу дозволяють рівномірно поширювати повітря потрібної температури по всій площі приміщення, завдяки особливості монтажу в стелі і регулюванню положень жалюзі. Відмінною рисою таких агрегатів є те, що вони можуть подавати свіже повітря. Також повноцінно поєднують функції кондиціонера і проводять вентиляцію приміщення. Володіють цілим рядом переваг, серед яких висока ефективність, низький рівень шуму, свобода вибору місця розташування і типу внутрішнього блоку.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітряна завіса – пристрій, який створює невидимий бар'єр повітряного потоку, що ефективно розділяє внутрішнє середовище приміщення від зовнішнього [1]. Зовнішнє середовище – це й пориви теплого/холодного повітря, і різні запахи, комахи, пил і т. ін. Повітряні завіси є ідеальним рішенням для підтримки/збереження комфортних умов внутрішнього клімату в комерційних будівлях, які тримають свої двері відкритими. Конструкція повітряних випускних отворів повинна забезпечувати горизонтальний напрямок потоку повітря завіси.

Такий тип повітряного огороження від навколишнього холодного повітря значно зменшує експлуатаційні витрати у подальшому.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОДЖЕННЯМИ

## 1.1 Вихідні дані для розрахунку

### 1.1.1 Кліматологічні данні для м. Луцьк [1]:

а) температура зовнішнього повітря  $^{\circ}\text{C}$ :

- розрахункова для опалення  $t_{p.o} = -20^{\circ}\text{C}$ ;

- найжаркішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,99 –  $t_{p.v.t} = 23^{\circ}\text{C}$ ;

б) відносна вологість зовнішнього повітря, %:

- взимку –  $\varphi_z = 86\%$

- влітку –  $\varphi_l = 74\%$

в) тривалість опалювального періоду –  $n_o = 180$  діб;

Температура всередині приміщень будівлі  $t_{вн} = 20^{\circ}\text{C}$  [1]

### 1.1.2 Характеристики шарів конструкційних огорожень та перекриття

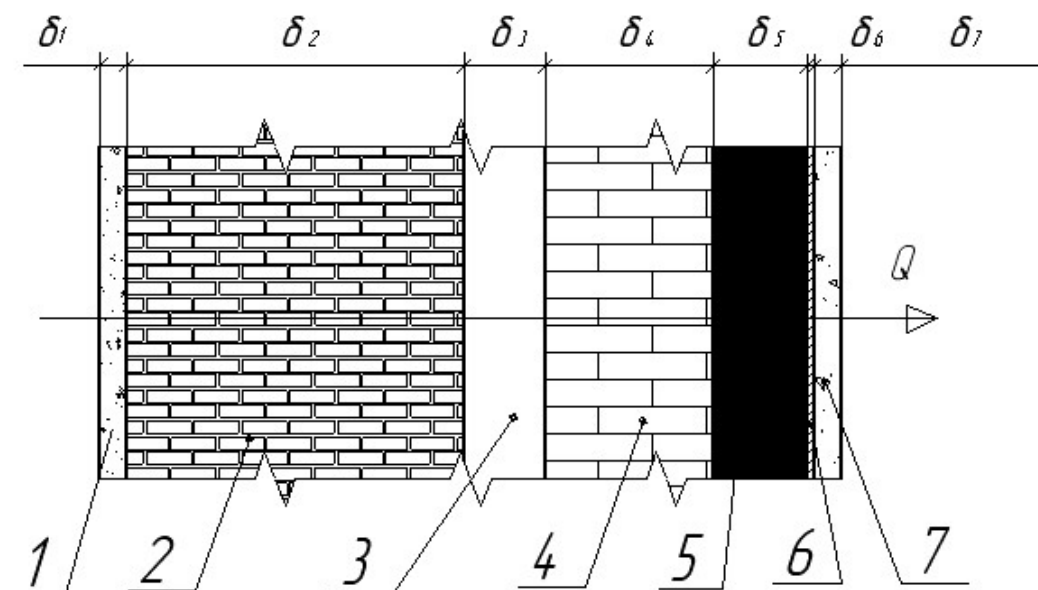
Характеристика шарів та перекриття наведені в табл. 1.1 та 1.2 відповідно [2]. Загальний вигляд шарів конструкційних огорожень та перекриття показані на рис. 1.1 та 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Характеристики шарів конструкційних огорожень

Назва шару огороження	Товщина шару, м	Теплопровідність, Вт/(м·°К)	Термічний опір теплопередачі, м²·К/Вт
Штукатурка	0,02	0,7	0,0286
Червона цегла	0,25	0,7	0,3571
Повітряний прошарок	0,06	0,294	0,2041
Біла цегла	0,125	0,76	0,1645
Плити піно полістирольні	0,1	0,038	2,6318
Сітка	-	-	-
Штукатурка	0,02	0,70	0,0286

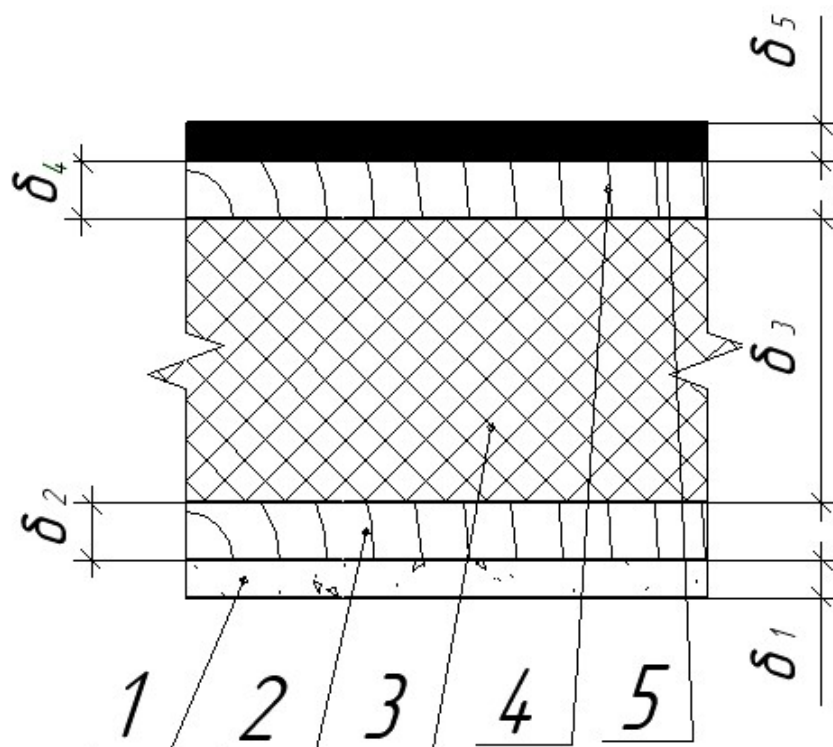
Таблиця 1.2 – Характеристики шарів перекриття

Назва шару огороження	Товщина шару, м	Теплопровідність Вт/(м·К)	Термічний опір теплопередачі, (м²·К)/Вт
Штукатурка	0,02	0,7	0,029
Дошка сосна поперек волокон	0,04	0,14	0,214
Мінеральна вата	0,25	0,055	2,344
Дошка	0,04	0,14	0,214
Стяжка	0,02	0,7	0,029



1 – штукатурка, 2 – червона цегла, 3 – повітряний прошарок, 4 – біла цегла, 5 – плити пінополістирольні, 6 – сітка, 7 – штукатурка

Рисунок 1.1 - Схема конструкції стіни будівлі



1 – штукатурка, 2 – дошка сосна поперек волокон, 3 – мінеральна вата, 4 – дошка,  
5 – стяжка

Рисунок 1.2 – Схема кострукції перекриття

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТП 71 13 08 ПЗ

Лист

15



## 1.2 Розрахунок теплових втрат через конструкційні огородження

1.2.1 Виконаю для прикладу розрахунок теплових втрат для приміщення корекції ваги, схема якої показана на рис. 1.3.

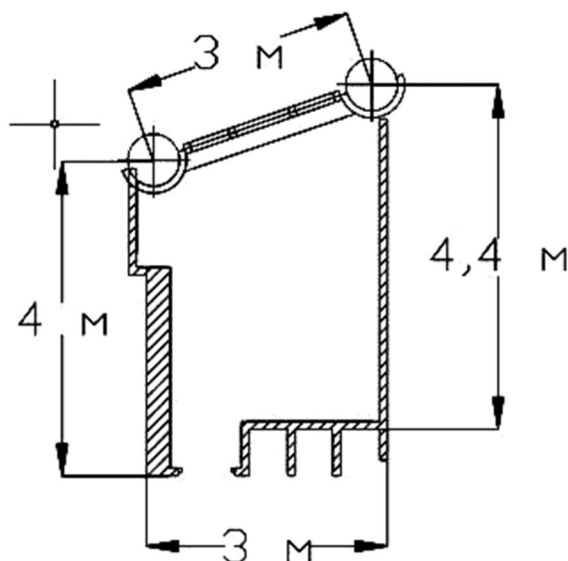


Рисунок 1.3 – Схема приміщення кабінету корекції ваги

### 1.2.2 Вихідні дані до розрахунку:

- товщина зовнішньої стіни –  $\delta = 575$  мм;
- товщина перекриття –  $\delta = 370$  мм;
- висота приміщення –  $h = 3$  м;
- ширина і висота вікна –  $a \times h = 1,3 \times 1,4$  м.

### 1.2.3 Розрахунок сумарних втрат приміщення:

1.2.3.1 Втрати теплоти через зовнішні стіни приміщення. Визначаємо температурну зону, в якій знаходиться місто Луцьк – I зона [1]. Для зовнішньої стіни громадської будівлі мінімальний термічний опір теплопередачі [2] становить  $R_{q\min} = 3,3$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт.

1.2.3.2 Термічний опір  $R_o$  зовнішньої стіни за формулою, , (м<sup>2</sup>·К)/Вт [3]:

$$R_{st} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{зов}}, \quad (1.1)$$

де  $R_k$  – термічний опір конструкції огородження, (м<sup>2</sup>·К)/Вт, який визначається по формулі (1.2);

$\alpha_{зов}$  – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції огородження, Вт/(м<sup>2</sup>·К). прийнятий по [2].

$\alpha_{вн}$  – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції огородження, Вт/(м<sup>2</sup>·К). прийнятий по [2].

1.2.3.3 Визначаю термічний опір  $R_k$  конструкції огороження з послідовно розташованими однорідними шарами за формулою [3], (м<sup>2</sup>·К)/Вт:

$$R_k = \sum_{i=2}^n R_i = \sum_{i=2}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1.2)$$

де  $R_i$  – термічний опір  $i$ -х шарів конструкції огороження, (м<sup>2</sup>·К)/Вт, див. таб.1.1.1.;  
 $\delta_i$  – товщина  $i$ -того шару, див.таб.1.1.1.;

$\lambda_i$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу  $i$ -го шару, Вт/(м·К), див.таб.1.2.

1.2.3.4 Термічний опір стіни огороження за формулою (1.1):

$$R_{cm} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,25}{0,7} + \frac{0,06}{0,294} + \frac{0,125}{0,76} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{0,02}{0,7} = 3,529 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт},$$

що є більшим за мінімально допустимий  $R_{q\min} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$ .

1.2.3.5 Визначаю тепловтрати через зовнішню стіну, Вт [3]:

$$Q_{cm}^{осн} = \frac{1}{R} \cdot F_{cm}^{\partial} \cdot (t_{вн} - t_{зов}), \quad (1.3)$$

де  $F_{cm}^{\partial}$  дійсна площа стіни без урахування віконного отвору за формулою (1.4), м<sup>2</sup>

$$F_{cm}^{\partial} = F_{cm} - F_{\epsilon}, \quad (1.4)$$

де  $F_{cm}$  площа стіни за формулою (1.5), м<sup>2</sup>

$$F_{cm} = a \cdot h, \quad (1.5)$$

$$F_{cm} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2.$$

де  $F_{\epsilon}$  площа вікна за формулою (1.6), м<sup>2</sup>

$$F_{\epsilon} = a \cdot h, \quad (1.6)$$

$$F_{\epsilon} = 1,3 \cdot 1,4 = 1,82 \text{ м}^2.$$

1.2.3.6 Дійсна площа стіни за формулою (1.4):

$$F_{cm}^{\partial} = 9 - 1,82 = 7,18 \text{ м}^2.$$

1.2.3.6 Основні тепловтрати через зовнішню стіну за формулою (1.3):

$$Q_{cm}^{осн} = \frac{1}{3,529} \cdot 7,18 \cdot (20 - (-20)) = 89,8 \text{ Вт}.$$

1.2.3.7 Втрати теплоти через перекриття з неопалювальним горищем за формулою [3], Вт:

$$Q_{пер}^{осн} = \frac{1}{R_o} \cdot F_{пер} \cdot (t_{вн} - t_{зов}), \quad (1.7)$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $F_{пер}$  площа перекриття (визначається з креслення програмно),  $m^2$

1.2.3.8 Термічний опір перекриття за формулою (1.10),  $(m^2 \cdot K)/Вт$ :

$$R_{пер} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + R_{\kappa} + \frac{1}{\alpha_{зов}}. \quad (1.8)$$

Для перекриття з неопалювальним горищем горища громадської будівлі мінімальний термічний опір становить  $R_{qmin} = 4,95 (m^2 \cdot K)/Вт$ , [1].

1.2.3.9 Термічний опір перекриття за формулою (1.10):

$$R_{пер} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,2}{0,7} + \frac{0,04}{0,14} + \frac{0,25}{0,055} + \frac{0,04}{0,14} + \frac{0,02}{0,7} = 5,289 (m^2 \cdot K)/Вт,$$

що є більшим за мінімально допустимий  $R_{qmin} = 4,95 (m^2 \cdot K)/Вт$ .

1.2.3.10 Визначаю втрати теплоти через перекриття за формулою (1.7):

$$Q_{пер}^{осн} = \frac{1}{5,289} \cdot 13,48 \cdot (20 - (-20)) = 101,9 \text{ Вт}.$$

1.2.3.11 Втрати теплоти через вікна за формулою, Вт:

$$Q_{\kappa}^{осн} = \frac{1}{R_{\kappa}} \cdot F_{\kappa} \cdot (t_{вн} - t_{зов}), \quad (1.9)$$

Для світлопрозорих огорожувальних конструкцій громадської будівлі мінімальний термічний опір становить  $R_{qmin} = 0,75 (m^2 \cdot K)/Вт$ , [1]. Згідно [3] вибираємо двокамерний енергозберігаючий склопакет 4i-10-4M1-10-4i з термічним опором  $R_{\kappa} = 0,93 (m^2 \cdot K)/Вт$ .

$$Q_{\kappa}^{осн} = \frac{1}{0,93} \cdot 1,82 \cdot (20 - (-20)) = 78,28 \text{ Вт}.$$

1.2.3.12 Визначаю сумарні втрати теплоти в приміщенні, Вт:

$$Q_{\kappa} = \sum Q_{\kappa}^{осн} + \sum Q_{\kappa}^{\partial \partial \partial}, \quad (1.10)$$

Додаткові втрати теплоти  $Q_{\kappa}^{\partial \partial \partial}$  залежать від швидкості вітру та її повторюваності.  $Q_{\kappa}^{\partial \partial \partial}$  враховується тоді, коли швидкість вітру перевищує 4,5 м/с, а її повторюваність – більше за 15% [3].

При розрахунку для м. Луцьк для орієнтації огороження на північний схід швидкість вітру менше ніж 4,5 м/с, тоді для цих огорожень  $Q_{\kappa}^{\partial \partial \partial} = 0$  [3].

1.2.3.12 Сумарні втрати теплоти в приміщенні за формулою (1.10):

$$Q_{\kappa} = 89,8 + 101,9 + 78,28 = 269,72 \text{ Вт}.$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2.4 Розрахунок теплових втрат за допомогою безкоштовного інтернет ресурсу [4].

1.2.4.1 Вікно початкових даних програми показано на рис. 1.4.

**Початкові дані:**

Місто

Мінімальна температура, °C

Середня температура повітря у найхолоднішу п'ятиденку року

Температура в приміщенні, °C

Бажана температура повітря в приміщенні. Наприклад, 20°C

Рисунок 1.4. – Вікно вводу вхідних даних

1.2.4.2 Вікно вхідних даних по конструкції зовнішнього огороження показано на рис.1.5.

**Тепловтрати через стіни**

Вид фасаду:

Площа зовнішніх стін, м<sup>2</sup>

За винятком площі віконних і дверних прорізів

**Перший шар**

Матеріал:

Товщина, см

**Другий шар**

Матеріал:

Товщина, см

**Третій шар**

Матеріал:

Товщина, см

**Розрахувати**

Тепловтрати через стіни, Вт **89**

Рисунок 1.5. – Вікно вводу вхідних даних по зовнішній стінці

1.2.4.3 Вхідні дані по шарам перекриття показано на рис.1.6.

-

Тепловтрати через стелю

Вид стелі:

Стеля під неопалюваним горищем

Площа стелі, м<sup>2</sup>

13,48

Перший шар

Матеріал:

Деревина

Товщина, см

8

Другий шар

Матеріал:

Мінеральна вата

Товщина, см

25

Третій шар

Матеріал:

Цементно-піщаний розчин

Товщина, см

4

Розрахувати

Тепловтрати через стелю, Вт

101

Рисунок 1.6. – Вікно вводу даних шарів стелі

1.2.4.4 Вхідні данні по вікну показані на рис.1.7.

-

Тепловтрати через вікна

Вікна першого типу

Вид засклення:

Двокамерний склопакет 4-10-4-10-4К

Площа вікон, м<sup>2</sup>

1,82

Вікна другого типу

Розрахувати

Тепловтрати через вікна, Вт

78

Рисунок 1.7. – Вікно вводу даних прозорії огорожувальної конструкції

1.2.4.5 Сумарні теплові втрати приміщення показані на рис.1.8.

Результати розрахунку:	
Сумарні тепловтрати, Вт	<b>268</b>
- через стіни, Вт	<b>89</b>
- через вікна, Вт	<b>78</b>
- через стелю, Вт	<b>101</b>
- через підлогу, Вт	

Рисунок 1.8. – Вікно результатів розрахунку

1.2.4.6 Похибка розрахунку теплових втрат за допомогою програми [4] та за формулами (1.1 - 1.10) становить:

$$\partial = \frac{[Q_{вт} - Q_{вт}^{np}]}{Q_{вт}} \cdot 100\% = \frac{[269,72 - 268]}{269,72} = 0,63\%.$$

Так, як похибка невелика, то розрахунки теплових втрат для всіх приміщень проведемо за допомогою програми [4].

### 1.3 Висновки за розділом 1

В данному розділі було розраховано теплові втрати для всіх приміщень за допомогою методики [3] та перевірено за допомогою програми [4]. Сумарні втрати для всіх приміщень наведено в Додатку А.

## 2 РОЗРАХУНОК НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ І ВОЛОГИ В ПРИМІЩЕННЯ

### 2.1 Вихідні данні

2.1.1. Виконую для прикладу розрахунок надходження теплоти і вологи в приміщенні корекції ваги з наступними вихідними даними:

- а) населений пункт – Луцьк;
- б) орієнтація по сторонах світла – на північний схід;
- в) площа поверхні вікон  $F = 1,82 \text{ м}^2$ ;
- г) кількість людей, які перебувають у приміщенні 2 жінки;
- д) температура повітря усередині приміщення:
  - теплий період  $t_{нов} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
  - холодний період  $t_{нов} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- е) електричне устаткування – відсутнє;

### 2.2 Розрахунок надходження теплоти і вологи

#### 2.2.1 Розрахунок надходження теплоти в приміщення

2.2.1.1 Надходження теплоти від сонячної радіації через світлові прорізи в приміщенні і різниці температур зовнішнього й внутрішнього повітря визначаємо по формулі [3], Вт:

$$Q_{c.p} = (q' F_o' + q'' F_o'') \cdot \beta_{c.з} \cdot k_{ск} \cdot k_o + \frac{t_{зов} - t_{вн}}{R_o} \cdot F_o' \quad (2.1)$$

де  $q'$ ,  $q''$  – густина теплового потоку, який проходить через одинарне скло в самому жаркому місяці (липні), Вт/м<sup>2</sup>;

$R_o$  – опір теплопередачі заповнення світлового прорізу, (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$F_o'$ ,  $F_o''$  – площі світлових прорізів, які опромінюються і неопромінюються прямою сонячною радіацією, м<sup>2</sup>. Оскільки вікна не затемнені із зовнішньої сторони нічим, то  $F_o'' = 0$ . За конструктивним даними визначаємо  $F_o' = F_g = 1,82 \text{ м}^2$

$\beta_{c.з}$  – коефіцієнт пропускання теплоти через сонцезахисні пристрої,  $\beta_{c.з} = 0,7$  по [3] – внутрішні жалюзі;

$k_{ск}$  – коефіцієнт, який залежить від виду скла,  $k_{ск} = 0,9$  по [3] – для подвійного скла;

$k_o$  – коефіцієнт, яким враховують акумуляцію тепла внутрішніми конструкційними огороженнями,  $k_o = 1$  по [3] – при наявності сонцезахисних пристроїв у приміщенні.

2.2.1.2 Для вертикально заскленого прорізу, Вт/м<sup>2</sup>

$$q' = (q_n + q_p) \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (2.2)$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $q_n, q_p$  – густина теплового потоку відповідно прямої і розсіяної сонячної радіації, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $k_l$  – коефіцієнт, який враховує затінення скла переплетінням і забруднення атмосфери. По [3]  
 $k_l = 0,72$ ;

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує забруднення скла. Для незначного забруднення по [3]  $k_2 = 0,95$ .

По [1] знайдемо максимальне значення  $q_n + q_p$  по географічній широті заданого у вихідних даних населеного пункту рівної 50°45' і орієнтації світлового прорізу на північний схід:

$$\frac{q_n}{q_p} = \frac{370}{92}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}, \quad (2.3)$$

$$q' = (370 + 92) \cdot 0,72 \cdot 0,95 = 316 \text{ Вт/м}^2.$$

2.2.1.3 За формулою (2.1) знаходимо надходження теплоти від сонячної радіації:

$$Q_{c.p} = 316 \cdot 1,82 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 + \frac{23-22}{0,93} \cdot 1,82 = 364,3 \text{ Вт}.$$

2.2.1.4 Надходження теплоти від людей визначаємо по формулі [3], Вт:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n_{\text{ч}} + q \cdot n_{\text{ж}} \cdot 0,85 + q \cdot n_{\text{д}} \cdot 0,75, \quad (2.4)$$

де  $n_{\text{ч}}, n_{\text{ж}}, n_{\text{д}}$  – відповідно кількість чоловіків, жінок і дітей у приміщенні  
 $q$  – надходження повної теплоти від одного дорослого чоловіка, Вт/чол (залежить від температури всередині приміщення і характеру виконуваної роботи).

Для легкої роботи і для температури всередині приміщення рівної 20°C для одного чоловіка по [3]  $q = 151$  Вт. Приймаємо, що в приміщенні перебуває дві жінки. Тоді:

$$Q_{\text{л}} = 151 \cdot 0,85 \cdot 2 = 256,7 \text{ Вт}.$$

2.2.1.5 Надходження теплоти від припливного повітря по формулі, Вт:

$$Q_{\text{пр.пов}} = 3 \cdot V \cdot k_{\text{кр}} \cdot q_x, \quad (2.5)$$

де  $V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;  
 $k_{\text{кр}}$  – коефіцієнт кратності циркуляції повітря в приміщенні, приймаємо по [3];  
 $q_x$  – витрата холоду на охолодження 1 м<sup>3</sup>/год припливного повітря, приймаємо  $q_x = 5$  Вт/(м<sup>3</sup>/год).

$$Q_{\text{пр.пов}} = 3 \cdot 46 \cdot 4 \cdot 5 = 2760 \text{ Вт}.$$

2.2.1.6 Надходження теплоти від електричного устаткування за формулою [3] яке розміщене в приміщенні і штучного освітлення, Вт:

$$Q_e = N_e, \quad (2.6)$$

де  $N_e$  – електрична потужність устаткування і освітлювальних приладів, Вт.

У приміщенні немає ніякого електричного устаткування, але розміщено штучне освітлення.

Тоді:

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$Q_e = 22,8 \text{ Вт}.$$

2.2.1.6 Сумарне надходження теплоти в приміщення за формулою [3], Вт:

$$\sum Q_{над} = Q_{с.р} + Q_l + Q_e + Q_{пр.пов}, \quad (2.7)$$

$$\sum Q_{над} = 364,3 + 256,7 + 22,8 + 2760 = 3403,8 \text{ Вт}.$$

## 2.2.2 Розрахунок надходження вологи в приміщення

2.2.2.1 Надходження вологи від людей за формулою [3],  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ :

$$W_l = \frac{g \cdot n_{\text{ч}} + g \cdot n_{\text{жс}} \cdot 0,85 + g \cdot n_{\text{д}} \cdot 0,75}{1000 \cdot 3600}, \quad (2.8)$$

де  $g$  – кількість вологи, яка виділяється одним чоловіком, г/год.

Надходження вологи від людей розраховуємо по формулі (2.8), враховуючи кількість людей в приміщенні. Для легкої роботи і для температури всередині приміщення рівної 20 °С для одного чоловіка по [3]  $g = 75$  г/год. Тоді:

$$W_l = \frac{75 \cdot 0,85 \cdot 2}{1000 \cdot 3600} = 3,541 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

## 2.3 Висновки до розділу 2

В данному розділі було розраховано надходження теплоти та вологи в приміщення. Аналогічні розрахунки виконано для всіх приміщень і наведено результати у Додатку Б.

### 3 РОЗРАХУНОК КЛІМАТ КОНТРОЛЮ ПРИМІЩЕНЬ

У будинку передбачена система вентиляції. Приплив підготовленого зовнішнього повітря в приміщення здійснюється системами припливної вентиляції П1 і П2, які розміщуються за підшивною стелею, а витяжка повітря із приміщень системами В1, В2, В5 - В10, які встановлені за підшивною стелею в коридорі та у додаткових приміщеннях, В3 і В4 у вентиляційній камері.

#### 3.1 Вихідні данні

3.1.1 Виконаю розрахунок повітрообміну використовуючи методику, яка викладена в [3], для приміщення кабінету директора з наступними вихідними даними:

а) температура зовнішнього та внутрішнього повітря, °С:

- розрахункова для опалення  $t_{p.o} = -20$  °С [3]

б) відносна вологість зовнішнього повітря [3], %:

- взимку –  $\varphi_z = 86$  %;

- влітку –  $\varphi_l = 74$  %.

Температура всередині приміщень будівлі  $t_{вн} = 20$  °С [1].

Відносна вологість внутрішнього повітря  $\varphi_{вн} = 50$  % [1].

#### 3.2 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період

##### 3.2.1 Розрахунок масової витрати повітря

Для приміщень промислових і громадських будинків у які надходить теплота і волога, для яких задана нормативна кратність повітрообміну і внутрішній об'єм, масову витрату зовнішнього повітря розраховують по формулі [3], м<sup>3</sup>/год:

$$L = m \cdot V_n \cdot \rho \quad (3.1)$$

де  $m$  – нормативна кратність циркуляції повітрообміну, 1/год;

$V_n$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – густина навколишнього повітря, яке перебуває в приміщенні в теплий період [3], кг/м<sup>3</sup>.

Розрахунок масової витрати повітря по формулі (3.1):

$$L = 2 \cdot 50 \cdot 1,205 = 120,5 \text{ м}^3/\text{год}.$$

У теплий період року зовнішнє повітря в приміщення подається без охолодження. Для охолодження повітря в приміщеннях встановлюються кондиціонери.

#### 3.3 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період

##### 3.3.1 Побудова процесів в h–d діаграмі на рис. 3.1 [3]

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

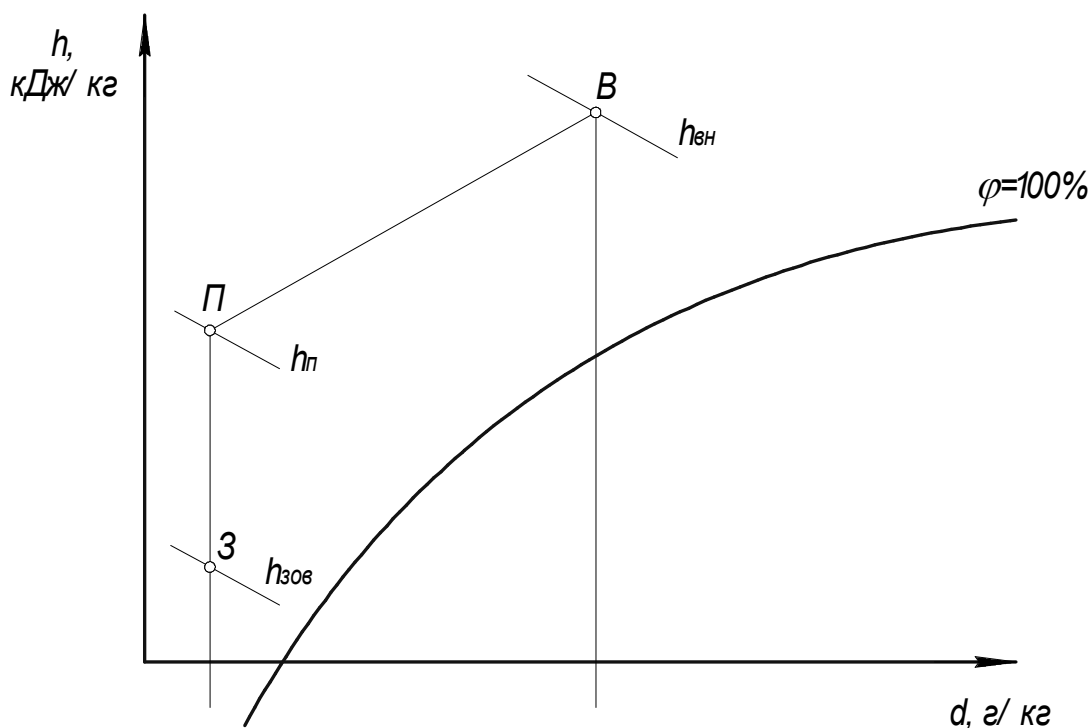


Рисунок 3.1 – Побудова процесів в h–d діаграмі для холодного періоду

3.3.1.1 Наношу на h–d діаграму точку 3, яка характеризує стан зовнішнього повітря і лежить на перетині ліній  $t_{\text{зов.з.}} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $\varphi_3 = 86\%$ , також знаходимо ентальпію  $h_{\text{зов}} = -18,86$  кДж/кг [3].

3.3.1.2 Визначаю в точці 3 вологовміст зовнішнього повітря [3]:

$$d_{\text{зов}} = 0,54 \text{ г/кг с.п.}$$

3.3.1.3 Обчислюю асимілюючу здатність припливного повітря по волозі за формулою [3], г/кг с.п.:

$$\Delta d = \frac{\sum W_{\text{прим}}}{L_n} \cdot 1000 \quad (3.2)$$

$$\Delta d = \frac{3,54 \cdot 10^{-5}}{\frac{120,5}{3600}} \cdot 1000 = 1,06 \text{ г/кг с.п.}$$

3.3.1.4 Визначаємо вологовміст внутрішнього повітря за формулою [3], г/кг с.п.:

$$\Delta d = d_{\text{вн}} - d_{\text{зов}} \quad (3.3)$$

$$d_{\text{вн}} = \Delta d + d_{\text{зов}} = 1,06 + 0,54 = 1,6 \text{ г/кг с.п.}$$

3.3.1.5 На перетині вологовмісту  $d_{\text{вн}}$  із прийнятою температурою внутрішнього повітря  $t_{\text{нов}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  отримаємо точку В, яка характеризує стан внутрішнього повітря [3].

3.3.1.6 Визначаємо промінь процесу, який характеризує зміну стану припливного повітря в приміщенні за формулою [3], кДж/кг вологи :

$$\varepsilon_{np} = \frac{\sum Q_{np}}{\sum W_{np}} \quad (3.4)$$

$$\varepsilon_{np} = \frac{0,1219}{3,54 \cdot 10^{-5}} = 3443 \text{ кДж/кг вологи.}$$

3.3.1.7 Через Точку В проводимо промінь процесу до перетину з лінією постійного вологовмісту  $d_{зов} = 0,54 \text{ г/кг с.п.}$  Отримаємо точку П (припливне повітря для холодного періоду), у якій визначаємо температуру і ентальпію:  $t_n = 9 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $h_n = 22,14 \text{ кДж/кг}$  [3].

Так як  $t_n < 15 \text{ }^\circ\text{C}$ , то її потрібно прийняти  $t'_n = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ , і визначити по h–d діаграмі дійсну ентальпію припливного повітря:  $h'_{нов} = 28,26 \text{ кДж/кг}$  [3].

### 3.3.2 Розрахунок витрат теплоти на підігрів повітря в калорифері [3], Вт:

$$Q_{нов} = L \cdot (h'_{нов} - h_{зов}) \quad (3.5)$$

$$Q_{нов} = 120,5 \cdot (28,26 - (-18,86)) = 5677,96 \text{ Вт.}$$

Результати розрахунку повітрообміну в приміщеннях і витрати теплоти на підігрів припливного повітря в холодний період приведемо в Додатку В.

## 3.4 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Схеми припливних систем П1 і П2 та витяжних систем В1–В10 наведені в графічній частині дипломного проекту.

### 3.4.1 Розрахунок виконаємо по методу питомих втрат тиску [5].

На схемі визначаємо магістраль і відгалуження. Магістраллю вважають найбільш довгий повітропровід, який прокладений від самого далекого припливного отвору до вентилятора [5]. Магістраль розбиваємо на ділянки з однаковою витратою повітря і постійним перерізом повітропроводу. При визначенні втрат тиску в прямокутних повітропроводах використовують таблиці і номограми, які складені для круглих повітропроводів, при цьому некруглість повітропроводів враховують визначенням еквівалентних діаметрів [5].

3.4.1.1 Розрахунок з використанням еквівалентного діаметра за формулою [5], м:

$$d_{екв} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}, \quad (3.6)$$

де  $a, b$  – сторони прямокутного повітропроводу.

3.4.1.2 Питомі втрати на тертя для повітропроводів визначаємо по формулі [5], Па/м:

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R = n \cdot \lambda \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot \frac{1}{d_e}, \quad (3.7)$$

де  $n$  – коефіцієнт шорсткості повітропроводу, для оцинкованих повітропроводів  $n = 1$ ;  
 $\lambda$  – коефіцієнт опору тертя;  
 $\rho$  – густина повітря, по [4]  $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$  при  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 $V$  – дійсна швидкість повітря, м/с;  
 $d_e$  – еквівалентний діаметр повітропроводу, м.

3.4.1.3 Коефіцієнт опору тертя визначаємо по формулі [5]:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k_e}{d_e} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, \quad (3.8)$$

де  $k_e$  – коефіцієнт абсолютної шорсткості стінки повітропроводу, для матеріалу сталь –  $k_e = 0,001 \text{ м}$ .

3.4.1.4  $\text{Re}$  – число Рейнольдса [5]:

$$\text{Re} = \frac{V \cdot d_e}{\nu_{\text{нов}}},$$

де  $\nu_{\text{нов}}$  – кінематична в'язкість,  $\text{м}^2/\text{с}$ . По [5] визначаємо:

$$\nu_{\text{нов}} = f(t_{\text{нов}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}) = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

3.4.1.5 Втрати тиску на тертя на ділянці прямокутного перерізу [5]:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l, \quad (3.9)$$

де  $R$  – питомі втрати тиску на тертя,  $\text{Па/м}$ ;  
 $l$  – довжина ділянки, м.

По таблицях з [5] визначаємо на ділянках повітропроводів коефіцієнти місцевих опорів  $\xi$ .

3.4.1.6 Втрати тиску на місцеві опори визначаємо по формулі [5]:

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}, \quad (3.10)$$

$\rho$  – густина повітря, по [5]  $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$  при  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 $\sum \xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці;  
 $V$  – швидкість повітря на ділянці, м/с.

По таблицях з [5] визначаємо на ділянках повітропроводів коефіцієнти місцевих опорів  $\xi$ .

3.4.1.7 Опір всієї мережі [5],  $\text{Па}$ :

$$\Delta P_{\text{м}} = \sum (R \cdot l + Z). \quad (3.11)$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції виконаємо в табличній формі. Результати наведені в Додатку Г

### 3.5 Вибір вентиляційного обладнання

#### 3.5.1 Вибір устаткування для припливної вентиляції П1

3.5.1.1 За отриманим даними (див. Додаток Е) для забезпечення вентиляції 1 і 2 поверхів будинку, виконаємо розрахунок припливної вентиляційної установки фірми «Systemair» (система П1) по каталогу [6], яка складається з:

- кишенькового фільтру;
- повітронагрівача водяного;
- канального вентилятора;
- секції поглинання шуму.

3.5.1.2 Об'ємна продуктивність вентилятора [6]:

$$V_{\text{вент}} = 5110 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

3.5.1.3 Загальні втрати тиску в мережі повітропроводів:

$$\Delta P_{\text{м}} = 1880 \text{ Па}.$$

1) Фільтр для очищення повітря [6]

Фільтр для вентиляції кишеньковий використовується для очищення атмосферного повітря, захисту елементів систем припливної вентиляції від забруднення. Фільтруючий елемент складається з декількох мішечків або кишень, жорстко закріплених на корпусі з оцинкованої сталі. Корпус виготовлений з оцинкованої сталі [6]. Відкидна кришка фільтру обладнана важільними замками для швидкого доступу до змінного фільтруючого елементу. Фільтруючий елемент кишенькового типу виготовлений з нетканого полотна з синтетичних волокон і виготовляються з матеріалів з класом очищення G4. Швидкість повітря вимірюється перед фільтром (чистий фільтр).

Таблиця 3.1 – Характеристика фільтра

Характеристика	Фільтр
Тип	G4
Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	4000
Опір, $\text{Па}$	96
Початковий опір, $\text{Па}$	42
Рекомендований кінцевий опір, $\text{Па}$	150



Рисунок 3.2 – Касета фільтра для прямокутних каналів

## 2) Секція нагрівання повітря [6]

Корпус виготовляється з гальванізованої сталі, теплові нагрівальні елементи являють собою мідні трубки з алюмінієвими ребрами і з мідними патрубками для приєднання по вхідному і вихідному водяному тракту [6].

Теплоносієм є вода, яка подається з теплового пункту ТП, у якому температури теплоносія в зовнішній мережі, у місцевій системі опалення, у системі вентиляції рівні 150 – 70 °С, а гаряче водопостачання здійснюється через теплообмінник ТО. Для покращення теплообміну вода і повітря повинні рухатися по водяному нагрівачу в різних напрямках. Для покращення обдування потік води повинен рухатись знизу вгору, рис. 3.3.

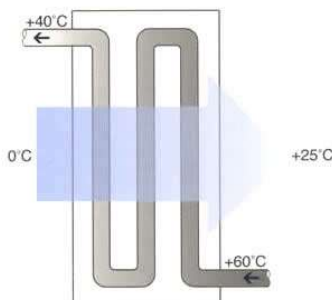


Рисунок 3.3 – Схема руху теплоносіїв по нагрівачу повітря

Технічні характеристики повітрянагрівача [6]:

- витрата повітря 4000 м³/год;
- температура повітря на вході -20 °С;
- температура повітря на виході 20 °С;
- відносна вологість на вході  $\varphi_{\text{зов.з.}} = 86\%$ ;
- відносна вологість на виході  $\varphi_{\text{ви}} = 50\%$ ;
- температура води на вході 80 °С;
- температура води на виході 60 °С;
- ентальпія повітря на вході в повітрянагрівач  $h = -18,86 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;
- ентальпія повітря на виході з повітрянагрівача  $h_n = 34,87 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо припливну вентиляційну установку КТ–70–40–4, виробництва фірми "Systemair", із секцією підігріву повітря VBR 70–40–3 [6].



Рисунок 3.4 – Секція підігріву повітря VBR 70–40–3 і VBR 60–35–3

Технічні характеристики повітронагрівача [6]:

- висота повітронагрівача  $h = 0,438$  м;
- кількість ходів  $n_x = 1$  і кількість рядів  $n_p = 3$ ;
- площа перерізу для проходження теплоносія  $f_{вод} = 0,00137$  м<sup>2</sup>;
- площа фронтального перерізу по повітрю  $f_{пов} = 0,45$  м<sup>2</sup>;
- площа поверхні теплообміну  $F = 30,6$  м<sup>2</sup>.

3.5.1.4 Знаходжу теплове навантаження на повітронагрівач по формулі [7], кВт:

$$Q_1 = \frac{L_o}{3600} \cdot \rho_{пов} \cdot (h_n - h), \quad (3.5)$$

де  $\rho_{пов}$  – густина повітря,  $\rho_{пов} = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

$$Q_1 = \frac{4000}{3600} \cdot 1,2 \cdot (34,87 - (-18,86)) = 71,63 \text{ кВт}.$$

3.5.1.5 Визначаю швидкість води формулі [7], м/с:

$$\omega_g = \frac{Q_1}{C_g \cdot \rho_g \cdot (t_1 - t_2) \cdot f_{вод}}, \quad (3.5)$$

де  $\rho_{вод}$  – густина води,  $\rho_{вод} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;

$C_{вод}$  – теплоємність води,  $C_{вод} = 4,187$  кДж/кг;

$t_1$  і  $t_2$  – температури прямої і зворотної води з теплообмінника.

$$\omega_{вод} = \frac{71,63}{4,187 \cdot 1000 \cdot (80 - 60) \cdot 0,00137} = 0,62 \text{ м/с}.$$

3.5.1.6 Масова швидкість повітря формулі [7], кг/(м<sup>2</sup>·с):

$$\nu = \frac{L_o \cdot \rho_{пов}}{3600 \cdot f_{пов}}; \quad (3.5)$$

$$\nu = \frac{4000 \cdot 1,2}{3600 \cdot 0,45} = 2,96 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$



3.5.1.7 Коефіцієнт теплопередачі формулі [7],  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ :

$$K_1 = 25,22 \cdot \nu^{0,515} \cdot \omega_6^{0,17}; \quad (3.5)$$

$$K_1 = 25,22 \cdot 2,96^{0,515} \cdot 0,62^{0,17} = 40,66 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

3.5.1.8 Визначення температурного напору формулі [7],  $^{\circ}\text{C}$ :

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_{\text{м}}}}; \quad (3.5)$$

де  $\Delta t_{\bar{\theta}} = 60 - (-20) = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , див. рис. 3.4;

$\Delta t_{\text{м}} = 80 - 20 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , див. рис. 3.4.

$$\Delta t_1 = \frac{80 - 60}{\ln \frac{80}{60}} = 69,5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

3.5.1.9 Площа поверхні теплообміну формулі [7],  $\text{м}^2$ :

$$F_1 = \frac{Q_1 \cdot 10^3}{K_1 \cdot \Delta t_1}; \quad (3.5)$$

$$F_1 = \frac{71,63 \cdot 10^3}{40,66 \cdot 69,5} = 25,34 \text{ м}^2.$$

3.5.1.10 Запас поверхні нагріву формулі [7]:

$$\delta F = \frac{F_{\bar{\theta}} - F_1}{F_{\bar{\theta}}} \cdot 100; \quad (3.5)$$

$$\delta F = \frac{30,6 - 25,34}{30,6} \cdot 100\% = 17\%.$$

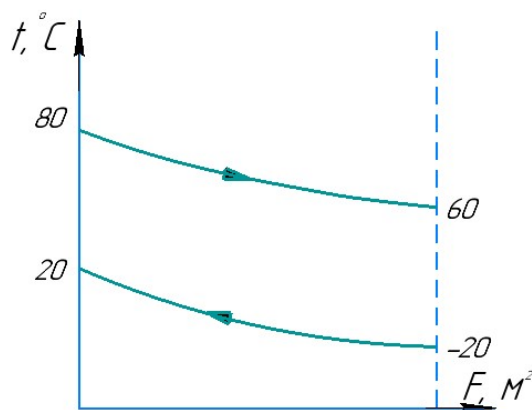


Рисунок 3.5 – Схема руху теплоносіїв

3.5.1.11 Аеродинамічний опір повітрянагрівача формулі [7], Па:

$$\Delta P_{\text{ноб1}} = 2,25 \cdot v^{1,75}; \quad (3.5)$$

$$\Delta P_{\text{ноб1}} = 2,25 \cdot 2,96^{1,75} = 15 \text{ Па} .$$

3.5.1.12 Гідрравлічний опір повітронагрівача формулі [7], кПа:

$$\Delta P_{\text{г1}} = 5,9 \cdot \omega_{\text{г}}^{1,8}; \quad (3.5)$$

$$\Delta P_{\text{г1}} = 5,9 \cdot 0,45^{1,8} = 1,4 \text{ кПа} .$$

3) Секція припливного вентилятора [6]:

- тип вентилятора КТ–70–40–4;
- продуктивність вентилятора –5110 м³/год;
- повний тиск вентилятора 1900 Па;
- число обертів  $n = 1295$  об/хв;
- тип регулятора швидкості, п'ятиступеневий RTRD 7;
- споживана потужність 3,02 кВт,



Рисунок 3.6 – Канальний вентилятор КТ 70–40–4 і КТ–60–35–4

4) Секція поглинання шуму [6]

Призначена для зниження рівня шуму після вентилятора. Секція складається з листа гальванізованої сталі, рами і шарів шумопоглинальної мінеральної вати з мінімальною густиною 80 кг/м³ [6]. Товщина і кількість шарів з мінеральною ватою залежать від акустичних характеристик і типорозміру установки. Геометричні розміри секції LDR 70–40, див. рис. 3.8 [6]:

- $B = 700$  мм;
- $H = 400$  мм;
- Вага 27 кг

Між припливним вентилятором і секцією поглинання шуму передбачено порожню секцію довжиною 500 мм для стабілізації повітряного потоку і запобігання його турбулізації [5].

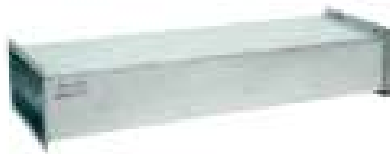


Рисунок 3.7 – Секція поглинання шуму LDR 70–40 і LDR 60–35

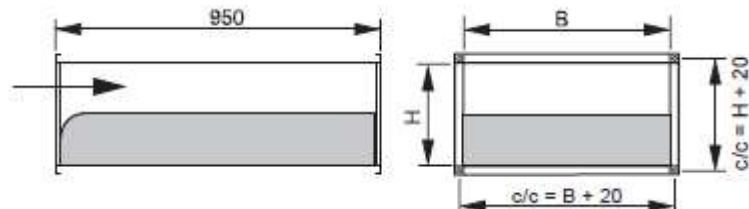


Рисунок 3.8 – Геометричні розміри секцій

### 3.5.2. Вибір устаткування для припливної вентиляції П2

3.5.2.1 За отриманим даними (див. Додаток Е), для забезпечення вентиляції 1 і 2 поверхів будинку, виконаємо розрахунок припливної вентиляційної установки фірми «Systemair» (система П2) по каталогу [6], яка складається з:

- касети з фільтруючим елементом;
- повітрянагрівача водяного;
- канального вентилятора;
- секції поглинання шуму.

3.5.2.2 Об'ємна продуктивність вентилятора [6]:

$$V_{\text{вент}} = 4430 \text{ м}^3/\text{год}.$$

3.5.2.3 Загальні втрати тиску в мережі повітропроводів:

$$\Delta P_{\text{м}} = 1053 \text{ Па}.$$

1) Фільтр для очищення повітря [6]

Характеристика фільтра наведена в таблиці 3.1. Загальний вигляд фільтра показаний на рисунку 3.4.

2) Секція нагрівання повітря [6]

Технічні характеристики повітрянагрівача VBR 60–35–4, загальний вигляд якого показаний на рис. 3.6:

- витрата повітря 3000 м<sup>3</sup>/год;
- температура повітря на вході 20 °С;
- температура повітря на виході 20 °С;
- відносна вологість на вході  $\varphi_{\text{зов.з.}} = 86\%$ ;
- відносна вологість на виході  $\varphi_{\text{вн.}} = 50\%$ ;

- температура води на вході 80 °С;
- температура води на виході 60 °С;
- ентальпія повітря на вході в повітронагрівач  $h = -18,86$  кДж/(кг·К);
- ентальпія повітря на виході з повітронагрівача  $h_n = 34,54$  кДж/(кг·К).

Вибираю припливну вентиляційну установку КТ-60-35-4, виробництва фірми "Systemair", із секцією підігріву повітря VBR 60-35-4 [6].

Технічні характеристики повітронагрівача [6]:

- висота повітронагрівача  $h = 0,388$  м;
- кількість ходів  $n_x = 1$ , кількість рядів  $n_p = 4$ ;
- площа перерізу для проходження теплоносія  $f_{вод} = 0,0013$  м<sup>2</sup>;
- площа фронтального перерізу по повітрю  $f_{нов} = 0,35$  м<sup>2</sup>;
- площа поверхні теплообміну  $F = 23,1$  м<sup>2</sup>.

3.5.2.4 Теплове навантаження на повітронагрівач за формулою (3.12):

$$Q_2 = \frac{3000}{3600} \cdot 1,2 \cdot (34,54 - (-18,86)) = 53,4 \text{ кВт}.$$

3.5.2.5 Швидкість води знайдемо за формулою (3.13):

$$\omega_{вод} = \frac{53,4}{4,187 \cdot 1000 \cdot (80 - 60) \cdot 0,0013} = 0,49 \text{ м/с}.$$

3.5.2.6 Швидкість повітря знайдемо за формулою (3.14):

$$\nu = \frac{3000 \cdot 1,2}{3600 \cdot 0,35} = 2,86 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

3.5.2.7 Коефіцієнт теплопередачі по формулі (3.15):

$$K_2 = 25,22 \cdot 2,86^{0,515} \cdot 0,49^{0,17} = 38,38 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

3.5.2.8 Визначення температурного напору по формулі (3.16):

$$\Delta t_2 = \frac{80 - 60}{\ln \frac{80}{60}} = 69,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

3.5.2.9 Площа поверхні теплообміну по співвідношенню (3.17):

$$F_2 = \frac{53,4 \cdot 10^3}{38,38 \cdot 69,5} = 20 \text{ м}^2.$$

3.5.2.10 Запас поверхні нагріву знайдемо за формулою (3.18):

$$\delta F = \frac{23,1 - 20}{23,1} \cdot 100\% = 13,4\%.$$

3.5.2.11 Аеродинамічний опір повітронагрівача по формулі (3.19):

$$\Delta P_{нов2} = 2,25 \cdot 2,86^{1,75} = 14 \text{ Па}.$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5.2.12 Гідравлічний опір повітрянагрівача по співвідношенню (3.20):

$$\Delta P_{e2} = 5,9 \cdot 0,36^{1,8} = 0,94 \text{ кПа}.$$

3) Секція припливного вентилятора [6]:

- тип вентилятора КТ–60–35–4;
- продуктивність вентилятора 4430 м<sup>3</sup>/год;
- повний тиск вентилятора 1100 Па;
- число обертів  $n = 1250$  об/хв;
- тип регулятора швидкості, п'ятиступеневий RTRD 7;
- споживана потужність 2,46 кВт,

Загальний вигляд вентилятора КТ–60–35–4 показаний на рис. 3.8 [6].

4) Секція поглинання шуму [6]

Загальний вигляд секції показаний на рис. 3.7. Геометричні розміри секції LDR 60–35, див. рис. 3.8: [6]

- $B = 600$  мм;
- $H = 350$  мм;
- Вага 23 кг.

Аналогічно було підібрано обладнання витяжних систем В1-В10 і занесені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Підбір вентиляторів витяжних систем

Система	Продуктивність системи $V$ , м <sup>3</sup> /год	Втрати тиску повітропроводів, Па	Тип вентилятора
В1	1950	557	KVK Slim 315
В2	1950	471	KVK Slim 315
В3	705	134	K 160 XL sileo
В4	320	86	K 125 XL
В5	530	136	KVK Slim 160
В6	530	101	KVK Slim 160
В7	1015	60	KVK Slim 250
В8	1585	803	KVK Slim 315
В9	530	82	KVK Slim 160
В10	530	55	KVK Slim 160

### 3.5 Висновки до розділу 3

В данному розділі було розраховано повітрообмін для теплового та холодного періодів. Також було проведено аеродинамічний розрахунок припливної та витяжної вентиляції ( див. Додаток Е). За цими даними було розраховано та обрано обладнання «Systemair» з каталогу [6]: вентилятори, повітрянагрівачі, фільтри та шумоглушники.

#### 4 СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Підбір устаткування здійснюється по надходженням теплоти (Додаток Б) по каталогу [8].

##### 4.1 Вибір обладнання

##### 4.1.1 Вибір внутрішніх та зовнішніх блоків

Для забезпечення комфортних умов в адміністративних приміщеннях установлюються каналні кондиціонери. Вони дозволяють підтримувати індивідуальні комфортні умови повітряного середовища на протязі року [8]. Підбір кондиціонерів наведений у табл. 4.1

Таблиця 4.1 - Устаткування для системи кондиціювання

Приміщення	Сумарні надходження теплоти в приміщення, кВт	Марка кондиціонера	Позначення системи	Номінальна продуктивність, кВт
Адміністратор, Бар, Зал очікування	9,888	GFH36K3FI	K1	Охолодження 10 Нагрівання 12
Перукарня	2,032	GFH09K3FI	K2	Охолодження 2,7 Нагрівання 2,9
Перукарня	4,914	GFH18K3FI	K3	Охолодження 5 Нагрівання 5,6
Манікюрний кабінет	4	GFH18K3FI	K4	Охолодження 5 Нагрівання 5,6
Магазин, Зал очікування	2,946	GFH12K3FI	K5	Охолодження 3,5 Нагрівання 3,8
Педікюрний кабінет	1,108	GFH09K3FI	K6	Охолодження 2,7 Нагрівання 2,9
Кабінет директора	2,316	GFH09K3FI	K7	Охолодження 2,7 Нагрівання 2,9
Кабінет корекції ваги	3,36	GFH12K3FI	K8	Охолодження 3,5 Нагрівання 3,8
Косметологічний кабінет	3,118	GFH12K3FI	K9	Охолодження 3,5 Нагрівання 3,8
Косметологічний кабінет епіляції	2,513	GFH09K3FI	K10	Охолодження 2,7 Нагрівання 2,9
Кабінет лікаря	3,428	GFH12K3FI	K11	Охолодження 3,5 Нагрівання 3,8
Приміщення	2,169	GFH09K3FI	K12	Охолодження 2,7 Нагрівання 2,9

##### 4.1.2 Технічні характеристики обраних внутрішніх блоків

Потужні напівпромислові системи з низьким споживанням електроенергії і корпусом, що повністю вбудовується, представлені GREE в лінійці U-Match Inverter - це каналні блоки [8]. Інверторні каналні внутрішні блоки U-Match призначені для обслуговування комерційних

об'єктів з високими естетичними вимогами [6]. Технічні характеристики внутрішніх блоків показані в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики внутрішніх блоків типу GFHK3FI

Модель	GFH09K3FI	GFH12K3FI	GFH18K3FI	GFH24K3FI	GFH36K3FI
Продуктивність (холод), кВт	2,7	3,5	5	7	10
Продуктивність (тепло), кВт	2,9	3,8	5,6	8	12
SEER/SCOP	5,6/3,8	5,6/4,0	5,6/3,8	6,1/4,0	5,6/4,0
Напруга живлення, Ph/V/Hz	1/220-240/50	1/220-240/50	1/220-240/50	1/220-240/50	1/220-240/50
Споживана потужність (холод), кВт	0,84	1,17	1,55	2,18	3,2
Споживана потужність (тепло), кВт	0,8	1,05	1,55	2,21	3,4
Номінальний струм(холод), А	3,9	5,4	7,5	10,1	15
Номінальний струм(тепло), А	3,7	4,9	7,4	10,2	15,5
Витрата повітря, м3/год	650	750	1000	1400	2100
Рівень шуму, дБ(А)	36/34/28/26	37/36/34/28	40/39/36/28	47/46/42/38	53/52/48/44
Габарити (ШхГхВ), мм	925x665x250	1037x721x266	1037x721x266	1279x558x258	1226x775x290
Вага, кг	27	33	33	34	46
Діаметр з'єднання (рідина), мм	6	9	6	9	9
Діаметр з'єднання (газ), мм	9	6	12	16	16
Максимальна довжина магістралі, м	20	20	20	30	30
Максимальний перепад висот, м	15	15	15	15	15

Внутрішні блоки вбудовуються в підвісні стелі, багаторівневі стельові конструкції або стельові короби з гіпсокартону (висота корпусу 250-350 мм). Вентиляційні решітки, за допомогою яких здійснюється рух повітряних мас, залишаються малопомітними. Працюють на

холодоагенті R410A, легкої і компактної конструкції, з максимально безшумною роботою. Загальний вигляд кондиціонерів показаний на рис. 4.1 [8].



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд кондиціонерів типу GFHK3FI

#### 4.1.2 Технічні характеристики обраних зовнішніх блоків

Зовнішній блок системи мульти-спліт типу GUHD60NM3FO має широкі можливості: до нього можна підключити до чотирьох внутрішніх блоків різної продуктивності, при цьому зберігається індивідуальне керування всіх внутрішніх блоків. Інверторна серія напівпромислових систем U-Match базується на використанні універсальних зовнішніх блоків з DC-інвертором [8]. Універсальними вони вважаються тому, що можуть працювати з внутрішніми блоками відповідної потужності різного типу: каналними, касетними або підлогово-стельовими. Залежно від типорозміру, висотний перепад становить 15-30 м при довжині траси 20-50 м. Як наслідок, зовнішні інверторні блоки можуть встановлюватися на комерційних об'єктах будь-якої конфігурації [8]. За продуктивністю по холоду обраних внутрішніх блоків обрано три зовнішні блоки. Технічні характеристики показані на табл. 4.3 [8]. Загальний вигляд зовнішнього блоку показаний на рис. 4.2.



Рисунок 4.2 – Загальний вигляд зовнішнього блоку типу GUHD60NM3FO



Таблиця 4.3 - Технічні характеристики обраного зовнішнього блоку GUHD60NM3FO

Модель	GUHD60NM3FO
Продуктивність (холод), кВт	16
Продуктивність (тепло), кВт	16,5
Напруга живлення, Ph/V/Hz	3/380-415/50
Споживана потужність (холод), кВт	5,6
Споживана потужність (тепло), кВт	4,57
Рівень шуму, дБ(А)	63
Габарити (ШхГхВ), мм	1085x427x1365
Вага, кг	126
Діаметр з'єднання (рідина), мм	9
Діаметр з'єднання (газ), мм	19
Максимальна довжина магістралі, м	30

#### 4.2 Висновки до розділу 4

В данному розділі було обрано інверторні внутрішні блоки [8]: GFH09K3FI – 5 шт., GFH12K3FI – 4 шт., GFH18K3FI – 2 шт., GFH36K3FI – 1шт. Обрано зовнішні блоки: GUHD60NM3FO – 3 шт.

## 5 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНО-ТЕПЛОВОЇ ЗАВІСИ

### 5.1 Вихідні данні

5.1.1 Вихідні данні до розрахунку [1]:

- а) температура зовнішнього повітря –  $t_{зов} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- б) густина повітря при його температурі –  $\rho_{зов} = 1,43\text{ кг/м}^3$ ;
- в) температура повітря усередині приміщення  $t_{вн} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- г) густина повітря при його температурі –  $\rho_{вн} = 1,21\text{ кг/м}^3$ ;
- д) висота сходової клітки від запланованої оцінки землі –  $h_{с.к} = 6\text{ м}$ ;
- е) висота стулки вхідних дверей –  $h_{ов} = 2,5\text{ м}$ .

### 5.2 Розрахунок повітряно-теплової завіси

#### 5.2.1 Розрахунок завіси [7]

5.2.1.1 Розрахунок площі стулки зовнішніх дверей, яка відкривається,  $\text{м}^2$ :

$$F_{ex} = 0,8 \cdot h_{ов} \quad (5.1)$$

де  $h_{ов}$  – висота вхідних дверей,  $\text{м}$ .

$$F_{ex} = 0,8 \cdot 2,5 = 2\text{ м}^2.$$

5.2.1.2 Розрахунок відстані по вертикалі від центра прорізу, який обладнаний завісою, до рівня рівних тисків зовні й усередині будинку (висота нейтральної зони). Для будинків з числом поверхів три і менше її визначають по формулі,  $\text{м}$ :

$$h = h_{с.к} - 0,5 \cdot h_{ов} \quad (5.2)$$

де  $h_{с.к}$  – висота сходової клітки від запланованої відмітки землі,  $\text{м}$ ;

$h_{ов}$  – висота стулки вхідних дверей,  $\text{м}$ .

$$h = 6 - 0,5 \cdot 2,5 = 4,75\text{ м}.$$

5.2.1.3 Розрахунок різниці тисків повітря зовні й усередині приміщення на рівні прорізу, обладнаного завісою [7]:

$$\Delta p = h \cdot (\rho_{зов} - \rho_{вн}) \quad (5.3)$$

де  $\rho_{зов}$ ,  $\rho_{вн}$  – питома вага повітря відповідно при зовнішній і внутрішній температурі,  $\text{кг/м}^3$ ;

$h$  – відстань по вертикалі від центра прорізу, обладнаного завісою, до рівня рівних тисків зовні й усередині будинку,  $\text{м}$ .

$$\Delta p = 4,75 \cdot (1,43 - 1,21) = 1,045\text{ кг/м}^2.$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.1.4 Витрата повітря для повітряно–теплової завіси визначають по формулі [7], кг/год:

$$G_3 = \frac{16000 \cdot K \cdot \mu_{ex} \cdot F_{ex} \cdot (t_{вн} - t_{зов}) \cdot \sqrt{\Delta p \cdot \rho_{зов}}}{(t_3 - t_{зов})} \quad (5.4)$$

де  $K$  – поправочний коефіцієнт для обліку числа минаючих людей, місця забору повітря для завіси і типу вестибуля [7];

$\mu_{ex}$  – коефіцієнт витрати повітря через вхід, який залежить від його конструкції [7];

$F_{ex}$  – площа стулки зовнішніх дверей, яка відкривається, м<sup>2</sup>;

$t_{вн}, t_{зов}, t_3$  – температури повітря відповідно внутрішнього, зовнішнього повітря і повітряної завіси, °С;

$\Delta p$  – різниця тисків повітря зовні й усередині приміщення оздоровчого центру на рівні прорізу, кг/м<sup>2</sup>;

$\rho_{зов}$  – густина зовнішнього повітря при його температурі [1], кг/м<sup>3</sup>.

Витрата повітря для повітряно–теплової завіси за формулою (5.4):

$$G_3 = \frac{16000 \cdot 0,15 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot (20 - (-20)) \cdot \sqrt{1,045 \cdot 1,43}}{(50 - 18)} = 697 \text{ кг/год.}$$

5.2.1.5 Теплову потужність калориферів повітряно–теплової завіси визначають по формулі [5], Вт:

$$Q_3 = 0,24 \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{вн}) \quad (5.5)$$

$$Q_3 = 0,24 \cdot 697 \cdot (50 - 20) = 5323 \text{ Вт.}$$

## 5.3 Вибір обладнання

### 5.3.1 Вибір завіси

Виходячи з технічних характеристик, які приведені у каталозі [9], встановлюємо повітряно–теплову завісу з електроприводом фірми Thermoscreens марки C1000E з продуктивністю по повітрю 1250 кг/год і потужністю від 4,5 до 9 кВт. Технічні характеристики показані на табл. 5.1 .

Таблиця 5.1 - Технічні характеристики повітряної завіси

Повітряпродуктивність, кг/год	Потужність, кВт	Розмір (Д×Ш×В), мм	Висота установки, м	Тип живлення, Ф/В/Гц	Вага, кг
1250	4,5/9	1064×180×250 мм	до 3-х	1/220/50	16

### 5.3.2 Принцип роботи

Повітряна завіса розділяє внутрішній і зовнішній простір приміщення, виконуючи для повітряних потоків функцію закритих дверей – запобігає потраплянню зовнішнього холодного, гарячого або забрудненого повітря [9]. Для правильного застосування завіси, варто пам'ятати, що основне їхнє призначення – підтримка клімату в приміщенні та енергозбереження; обігрів є додатковою функцією. Продуктивність по повітрю (кг/год) є основним параметром будь-якої завіси. Призначена для установки над стандартними дверними прорізами, оригінальний сучасний дизайн. Завіса показана на рис. 5.2.



Рисунок 5.2 – Загальний вигляд повітряної завіси C1000E

### 5.4 Висновки до розділу 5

В данному розділі було розраховано та обрано повітряно-теплову завісу по каталогу [9] фірми Thermoscreens C1000E з продуктивністю по повітрю 1250 кг/год.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

В будівлі оздоровчого комплексу не використовуються токсичні, хімічно агресивні, пожежо- та вибухонебезпечні речовини; передбачено використання механічної, електричної, теплової енергії та енергії припливного повітря.

Проект виконано з урахуванням вимог охорони праці.

В даному розділі на основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблені заходи, спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та забезпечення пожежної безпеки на проектуваному об'єкті.

### 6.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

#### 6.1.1 Повітря робочої зони

Згідно [10], фізичні роботи в оздоровчому комплексі за важкістю належать до категорії Іб (легка).

Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °C					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж	Оптимальна, не більш ніж	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
			постійних	непостійних	постійних	непостійних				
Холодний	Легка ІБ	21 - 23	24	25	20	17	60 - 40	75	0,1	0,2
Теплий		22 - 24	28	30	22	20	60 - 40	60 – при 27 °C	0,2	0,3 – 0,1

У зв'язку з відсутністю шкідливих речовин у оздоровчому центрі, коротку санітарну характеристику подавати немає необхідності.

Для видалення повітря, та подання чистого повітря, в кожному приміщенні комплексу передбачені відповідно витяжна вентиляція та механічна загальнообмінна припливна вентиляція.

Періодично проводять контроль параметрів мікроклімату термометрами, психрометрами і анемометром.

#### 6.1.1.1 Розрахунок повітрообміну

В будівлі передбачено систему вентиляції. Приплив підготовленого зовнішнього повітря в приміщення здійснюється системами припливної вентиляції П1 і П2, які розміщуються за підшивною стелею, а витяжка повітря із приміщень системами В1, В2, В5 – В10, які встановлені за підшивною стелею в коридорі та у додаткових приміщеннях, В3 і В4 у вентиляційній камері.

Виконаємо розрахунок повітрообміну використовуючи методику, яка викладена в [3], для приміщення кабінету директора.

#### 6.1.1.2 Вихідні дані

а) температура зовнішнього та внутрішнього повітря, °С:

- розрахункова для опалення  $t_{p.o} = -20$  °С [3]

б) відносна вологість зовнішнього повітря [3], %:

- взимку –  $\varphi_z = 86$  %;

- влітку –  $\varphi_l = 74$  %.

Температура всередині приміщень будівлі  $t_{вн} = 20$  °С [1].

Відносна вологість внутрішнього повітря  $\varphi_{вн} = 50$  % [1].

Для приміщень промислових і громадських будинків у які надходить теплота і волога, для яких задана нормативна кратність повітрообміну і внутрішній об'єм, масову витрату зовнішнього повітря розраховують за формулою:

$$L = m \cdot V_n \cdot \rho \quad (6.1)$$

де  $m$  – нормативна кратність циркуляції повітрообміну, 1/год;

$V_n$  – об'єм приміщення,  $m^3$ ;

$\rho$  – густина навколишнього повітря, яке перебуває в приміщенні в теплий період,  $кг/м^3$ .

#### 6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно [11], роботи, що виконуються в комплексі, відносяться до IVв розряду зорових робіт. Норми параметрів освітлення, згідно [11], наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Норми освітленості і КПО приміщень

Розряд і підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %			
	Штучне		Природне		Суміщене	
	Комбіноване	Загальне	середнє	мінімальне	середнє	мінімальне
IVв	400	200	4	1,5	2,4	0,9

Критерієм природного освітлення прийнятий коефіцієнт природної освітленості (КПО):

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{зов}}} \cdot 100 \quad (6.2)$$

де  $E_{\text{вн}}$  – внутрішня природна освітленість, яка вимірюється відповідно в контрольній точці усередині приміщення і зовні, лк;

$E_{\text{зов}}$  – зовнішня природна освітленість дифузійним світлом усього неба, значення якої визначається одночасно з  $E_{\text{вн}}$ , лк.

Загальні роботи, які виконуються в приміщеннях, відносяться до IVв розряду зорових робіт. Нормативне значення коефіцієнта природної освітленості для III-го поясу світлового клімату дорівнює  $e^{\text{III}} = 1,28\%$  для бічного освітлення по [11].

Для світлового клімату:

$$e^{\text{IV}} = e^{\text{III}} \cdot m \cdot c \quad (6.3)$$

де  $m = 0,9$  і  $c = 0,95$  – відповідно коефіцієнт світлового клімату і коефіцієнт сонячності клімату, значення яких приводиться в [11].

$$e^{\text{IV}} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 1,71\%.$$

Штучне освітлення здійснюється системами загального (рівномірного або локалізованого) і комбінованого освітлення (до загального додається місцеве).

В адміністративних приміщеннях освітлення передбачається таким, щоб працюючі люди могли без напруги зору виконувати свої обов'язки.

Нормується величина освітленості  $E$  в люксах, згідно [11].

Вибір мінімальної освітленості виконано у відповідності до ПУЕ [11]. Вибір джерел освітлення виконано відповідно до призначення приміщень.

Систему освітлення прийнято загальну рівномірну, припустиме значення величини освітленості для адміністративних приміщень – 300 лк. Світильники – люмінесцентні ЛБ, нормального типу виконання.

### 6.1.3 Виробничий шум і вібрація

6.1.3.1 Захист від шуму і нормування забезпечується згідно [12].

Вихідні дані:

Нормовані параметри:

– Рівень звуку  $L_a$ , дБА:

$$L_A = 20 \cdot \lg \frac{P_{Ai}}{P_o}, \quad (6.4)$$

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $P_{Ai}$  – середньоквадратичне значення звукового тиску з врахуванням корекції  $A$  шумоміра, Па;

$P_o$  – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі зі середньою геометричною частотою 1000 Гц.

Для умов, які розглядаються в проекті, допустимі рівні звуку  $L_A$  не повинні перевищувати 80 дБА для технічних приміщень, 60 дБА для адміністративних приміщень. Фактичне значення складає 40 дБА, що задовольняє вимогам [12].

У технічних приміщеннях (вентиляційні камери) джерелами шуму є вентилятори.

В адміністративних приміщеннях джерелами шуму є вентилятори.

Для зменшення шкідливого впливу шуму проектом передбачено наступні заходи:

- Вентиляційні установки встановлюються в ізольованих окремих приміщеннях, вентиляційних камерах.
- Обмежені швидкості обертання робочих коліс вентиляторів;
- Припливні вентилятори обертання встановлюють на підставках, які ізольовані від вібрації;
- Повітропроводи з вентиляторами з'єднуються гнучкими вставками;
- Витяжні вентилятори В1, В2, В5–В10, облаштовано в ізольованому корпусі;
- Безпосередньо за установками на припливних повітропроводах встановлюються шумоглушники.

#### 6.1.3.2 Нормовані параметри вібрацій [13]:

- Швидкість вібрації –  $V$ , м/с;
- Прискорення вібрації –  $W$ , м/с<sup>2</sup>.

Логарифмічний рівень швидкості вібрації:

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{V_i}{V_o}, \quad (6.5)$$

де  $V_i$  – середньоквадратичне значення швидкості вібрації за повний період часу, м/с;  
 $V_o = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с – вихідне значення швидкості вібрації [13].

Допустимі параметри вібрацій, які залежать від виду вібрацій, частоти і напрямку, нормуються згідно [14].

Джерелами вібрацій у проекті є вентиляційне устаткування.

З метою зниження вібрації, яка створюється устаткуванням, передбачено застосування вібродемпферного матеріалу для кожухів вентиляторів.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



#### 6.1.4 Електробезпека

За ступенем небезпеки ураження персоналу електричним струмом приміщення двоповерхового оздоровчого центру відносяться до особливо небезпечних, тому що в цих приміщеннях є як мінімум два фактори підвищеної небезпеки [15]:

- наявність струмопровідної підлоги;
- можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будинку і механізмів, які мають з'єднання з землею, і т.д. і до металевих корпусів електроустаткування.

Тип електричної мережі, від якої живиться устаткування (кондиціонери, припливні установки, вентилятори, холодильники) – трифазна, чотирьохпровідна електрична мережа напругою 380×220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Технічні рішення щодо запобігання електротравм від контакту зі струмопровідними елементами устаткування:

- Внутрішні електропроводки виконано на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами.

- Струмопровідні частини електроустановок ізольовані, огорожені і розміщені в місцях недоступних для дотику до них (на недоступній висоті або в металевих шафах).

- Застосування малої напруги, у відповідності до [15,16]:

а) номінальна напруга не більше 42 В – для живлення ручного інструмента і місцевого освітлення;

б) напруга 12 В – для живлення ручного переносного освітлення;

в) проектом передбачається установка мережі розеток 12 В;

г) норма опору ізоляції 1 кОм/В;

д) застосування подвійної ізоляції: перший рівень – ізоляція корпусу відносно струмопровідних частин, другий рівень – покриття корпусу електроустановок фарбою.

Передбачено використання засобів орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація, різнобарвна ізоляція провідників окремих елементів електросхем, що попереджає помилкові дії при обслуговуванні та експлуатації електроустаткування.

Заходи для запобігання електротравм при переході напруги на неструмопровідні елементи електроустановок по [15].

Оскільки уся мережа є трифазна чотирьохпровідна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини током у випадку дотику до неструмопровідних металевих частин електроустановок, які опинились під напругою, проектом передбачено використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф. Метою захисного занулення є усунення небезпеки ураження електричним струмом персоналу

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при пробі на корпус устаткування однієї фази мережі. Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат з струменевого захисту) і ушкоджений провідник відключається від мережі.

Система електрозахисних засобів забезпечується відповідно до [15,16].

Для запобігання ураження електричним струмом при ушкодженні ізоляції, проводки і т.д. установлюються переносні захисні огороження і заземлення. Їхній перелік регламентується ПУЕ.

Для роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал забезпечується діелектричними рукавичками, гумовими ботами, кліщами для вимірювання струму, інструментами з ізольованими ручками; також використовують гумові килими і діелектричні підставки.

### **6.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання**

При проектуванні були прийняті такі технічні рішення:

- Припливне і витяжне вентиляційне устаткування розміщується в спеціальних приміщеннях, вентиляційних камерах. За підшивною стелею, у просторі між стелею 0,7 м, розташовані повітропроводи на кожному поверсі. Джерело холодопостачання – зовнішні блоки, які розміщені на вулиці.

- Витяжні повітропроводи виводяться на 0,5 м вище даху будинку і зашиваються архітектурною шахтою по [12,16].

- Усі повітропроводи подачі зовнішнього холодного повітря ізольовані, тому що через перепад температур у середині приміщення і навколишнього середовища може утворюватися конденсат на повітропроводах, що призводить до корозії металу і небажаних наслідків по [12,16].

- Датчики температури припливного повітря в системах вентиляції П1 і П2 розташовані в припливних повітропроводах.

- Для розміщення електроапаратури і приладів щитового монтажу передбачені шафові щити [17].

- Для забезпечення безпеки обслуговування передбачені обслуговуючі люки, для необхідності заміни фільтрів або перевірки роботи устаткування і повітропроводів.

### **6.2. Пожежна безпека**

У технічних і адміністративних приміщеннях будинку небезпека виникнення пожеж пов'язана зі споживачами електроенергії.

Можливі причини виникнення пожежі:

- загоряння електроустаткування в результаті короткого замикання;
- застосування вибухонебезпечних газів і сумішей;

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– порушення персоналом правил пожежної безпеки.

Приміщення технічного (вентиляційні камери) і адміністративно-побутового призначення відносяться до категорії Д, клас пожежонебезпеки П–Па.

Технічні рішення щодо запобігання пожеж передбачають наступні заходи, розроблені на підставі вимог [3,11,12,13]:

1 Для приміщень оснащених сигналізацією проти виникнення пожежі, передбачається автоматичне відключення всіх систем вентиляції [16]

2 Викиди в атмосферу від систем вентиляції передбачені далі чим на 10 м по горизонталі або 6 м по вертикалі від приймальних приладів зовнішнього повітря п. 7.5, [5]

3 Передбачено установку клапанів для затримки вогню на транзитних повітропроводах у місцях перетинання протипожежних стін приміщень

4 Повітропроводи систем В1 і В2, які закладені в існуючих каналах житлового будинку, виготовлено з листової сталі  $\sigma = 1,0$  мм для здійснення вогнестійкості на 1 годину

5 Реалізовано заземлення вентиляційного устаткування для захисту від статичної напруги

6 Усі повітропроводи в технічних приміщеннях ізолюють. Ізоляція виконана двошаровою: перший шар – з мінеральної вати, як покривний матеріал – фольга

7 Усі повітропроводи заземлені, на фланцевих з'єднаннях передбачені електропровідні перемички

8 У проекті передбачено як захист від короткого замикання: плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі і прилади захисного відключення

9 Електрична проводка виконана в трубах і металевих рукавах

Технічні рішення спрямовані на запобігання поширення пожежі, захист людей і матеріальних цінностей від пожежі, на створення умов для ліквідації пожежі.

Передбачається автоматичне відключення систем вентиляції і кондиціонування повітря при спрацьовуванні систем повідомлення або гасіння пожежі, а також запуск вентиляційного устаткування для підпору повітря на сходах.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння на об'єкті встановлені спеціальні пожежні щити з набором:

- пінні вогнегасники ОХП–10;
- вуглекислотні вогнегасники ОУ;
- пожежні гідранти;
- ящик для піску, щільна полотнона;
- сокира, лом, багор, лопата.

Щити розташовуються на видних і легкодоступних місцях, ближче до виходів із приміщень.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У всіх адміністративно–побутових приміщеннях проектом передбачено пожежну сигналізацію.

Контроль за станом засобів пожежогасіння.

Протипожежні навчання персоналу з відпрацюванням практичних навичок пожежогасіння передбачено 2 рази на рік.

### **6.3 Висновки до розділу 6**

В данному розділі було проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів, а саме: повітря в робочій зоні; виробниче освітлення, шум та вібрації; правила безпеки по обслуговуванню обладнання. Також, не менш важливо, були розглянуті заходи по пожежній безпеці.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розроблено систему вентиляції і кондиціювання повітря, виконані розрахунки повітряно-теплової завіси.

Рішення використовувати устаткування, яке випускається на заводах Systemair і Gree дозволило підвищити ефективність усіх запроектованих систем вентиляції і кондиціювання повітря. Якість і надійність комплектуючих виробів Systemair і Gree гарантується високим рівнем технології зборки і єдиною програмою контролю якості, якою охоплені всі постачальники комплектуючих.

У рамках дипломного проекту були здійснені розрахунки:

- теплових втрат зовнішніми огороженнями, через підлогу, стіни і стелю;
- надходження теплоти від сонячної радіації через світлові прорізи, від припливного повітря, електричного устаткування, від людей і надходження вологи від людей у приміщення;
- повітрообмін у приміщеннях був визначений по розрахунках кратності і на підставі технічного завдання.

Були виконані аеродинамічні розрахунки для системи вентиляції. На підставі розрахункових даних було підібрано устаткування для систем вентиляції і кондиціювання. Вентиляція передбачена припливна витяжна з механічним приводом. Видалення повітря здійснюється загальною обмінною вентиляцією і за допомогою місцевих відсмоктувачів відповідно до технічного завдання. Так само було проведено розрахунок повітряно-теплової завіси. У результаті яких було підібрано устаткування, яке задовольняє вимоги замовника і яке дозволяє підтримувати комфортні умови для роботи і відпочинку. Вибрана система U-Match володіє наступними перевагами:

- Інверсійне керування робить кондиціонер безшумним, економічним і довговічним, здійснює високоточну підтримку кліматичних параметрів у заданому режимі.
- Режим «Безшумний зовнішній блок» робить роботу зовнішнього блоку більш тихою - рівень шуму не перевищує 50 дБА.
- 4 типи внутрішніх блоків - від настінних до каналних, які використовуються в одній системі.
- Однофазне харчування і малі пускові струми.
- Магнітоелектричний двигун постійного струму (Reluctance DC Motor) зі зниженим споживанням електроенергії.
- Електронне керування потужністю кондиціонера (PAM control) скорочує енергетичні втрати.
- Централізоване керування дозволяє з єдиного пульта контролювати роботу як усієї системи кондиціювання в цілому, так і кожного блоку окремо.

					ТП 71 13 08 ПЗ	Лист
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Широкий діапазон робочих температур: від -5 до +46 °С у режимі охолодження і від -15 до +15 °С у режимі обігріву.

- Захисно-декоративне покриття корпусу і теплообмінника зовнішнього блоку підвищує його корозійну стійкість до впливу вологи й агресивних середовищ.

Застосування повітряно-теплової завіси істотно зменшує теплові втрати в навколишнє середовище, а як показує техніко-економічний розрахунок застосування каналних кондиціонерів дозволило знизити капітальні та експлуатаційні витрати. Крім того з точки зору дизайну використання каналних кондиціонерів набагато естетичніше ніж настінних кондиціонерів.

У зв'язку з тим, що будинок розташований у спальному районі міста були прийняті наступні міри з метою зменшення шуму від вентиляційних установок:

- вентиляційні установки встановлені в ізольованих окремих приміщеннях, вентиляційних камерах;
- обмежені швидкості обертання робочих коліс вентиляторів;
- припливні вентилятори встановлені на ізольованих від вібрації підставках;
- повітропроводи з вентиляторами з'єднуються гнучкими вставками;
- витяжні вентилятори В1, В2, В5-В10 обрані в ізольованому корпусі;
- безпосередньо за установками на припливних і витяжних повітропроводах установлюються шумоглушники.

Передбачено автоматичне регулювання, блокування і сигналізація:

- у системі теплопостачання нагрівачів припливних установок для регулювання температури припливного повітря шляхом установки регулювальних клапанів;
- у припливних установках захист від заморожування;
- відключення вентиляційної системи при спрацьовуванні сигналізації про виникнення пожежі.

Для забезпечення надійної та ефективної роботи опалювального вентиляційного устаткування передбачений комплекс заходів:

- періодичні (контрольні) іспити і налагодження їх під час експлуатації;
- планові ремонти.

У системах витяжної вентиляції відсутні шкідливі викиди, які вимагають очищення повітря. Тому шкідливі викиди ідуть без попередньої обробки. Викиди, які виділяються загальною обмінною вентиляцією це теплота і волога.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 ДБН В.2.5–67:2013 «Опалення вентиляція і кондиціонування». – Чинний від 2014 – 01 – 01. Київ: Інститут «УкрНДІспецбуд», 2014. – 174 с.
- 2 ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель». – Чинний від 2017 – 04 – 01. Київ: Мінрегіонбуд, 2017. – 31 с.
- 3 Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
- 4 Розрахунок теплових втрат приміщення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://calcul-on.pro/teplovtraty> (25.05.2021).
- 5 Внутренние санитарно–технические устройства / Под ред. И. Г. Старовойтова: Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1978.–509
- 6 Каталог вентиляційного обладнання Systemair. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.systemair-ukraine.com> (25.05.2021).
- 7 Теплотехнический справочник. Изд.2-е, перераб. / Под ред. В. Н. Юренева и П. Д. Лебедева. Т.2. М.: Энергия, 1975. 896 с.
- 8 Каталог кондиціонерів Gree. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gree.com.ua/upload/iblock/9e7/m1xyuzaz46zzahqbmew1uqhnafe9929/Gree.pdf> (25.05.2021).
- 9 Каталог теплових завіс Thermoscreens. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.thermoscreens.com.ua/thermoscreens.pdf> (25.05.2021).
- 10 ДСН 3.3.6.042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;
- 11 ДБН В2.5.–28–2018 «Природне і штучне освітлення»;
- 12 ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- 13 ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
- 14 ДСТУ ГОСТ 26568:2009 «Вибрация методы и средства защиты»;
- 15 ДСТУ ІЕС 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання»;з
- 16 ДБН В.1.1–7–2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

Додаток А

Таблиця А.1 – Розрахунок теплових втрат зовнішніми огороженнями

Приміщення	Температура всередині приміщення $t_{вн}, ^\circ\text{C}$	Температура зовнішнього повітря $t_{зов}, ^\circ\text{C}$	1-й поверх					Врати теплоті через вікна $Q_{в}, \text{Вт}$	Додаткові врати теплоті через стінку $\dot{Q}_{доб}, \text{Вт}$	Врати теплоті через перекриття $\dot{Q}_{пер}, \text{Вт}$	Врати теплоті через підлогу $\dot{Q}_{пд}, \text{Вт}$	Загальні врати теплоті $\dot{Q}_{от}, \text{Вт}$
			Врати теплоті через стінку $\dot{Q}_{ст}, \text{Вт}$									
3,4 Адмін + Бар	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	225,3	225,3
5 Зал очікування	20	-20	81,17	96,8	16,6	-	96,8	16,6	-	-	96,6	290,4
6 Перукарня	20	-20	132,4	96,8	23,3	-	96,8	23,3	-	-	149,1	391,6
7 Кімната персоналу	20	-20	37,18	96,8	8,8	-	96,8	8,8	-	-	105,7	243,4
9 Душ Шарко	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	107,8	107,8
10 Роздягальня	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	87,1	87,1
11 Доп. приміщення	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	98,3	98,3
12 Басейн	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	267,7	267,7
14 Римська парильня	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	56,3	56,3
15 Сауна	20	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	71,3	71,3
			2-й поверх									
18 Кабінет лікаря	20	-20	81,4	96,8	8,14	-	96,8	8,14	43,0	-	-	229,3
21 Кабінет директора	20	-20	183,4	193,6	18,34	-	193,6	18,34	99,7	-	-	495,1
22 Каб. корекції ваги	20	-20	81,4	96,8	8,14	-	96,8	8,14	88,1	-	-	274,5
23 Косметологічний каб.	20	-20	115,4	96,8	11,54	-	96,8	11,54	70,2	-	-	294,0
24 Косм. каб. епіляції	20	-20	71,2	96,8	7,12	-	96,8	7,12	50,7	-	-	225,9
27 Приміщення	20	-20	71,2	96,8	7,12	-	96,8	7,12	52,0	-	-	227,2
$\Sigma$												3585



**Додаток Б**

**Таблиця Б.1 – Надходження теплоти і вологи в приміщення**

Приміщення	Надходження теплоти від людей, Вт	Надходження теплоти від сонячної радіації, Вт	Надходження теплоти від штучного освітлення, Вт	Надходження теплоти від устаткування, Вт	Надходження теплоти від припливного повітря, Вт	Сумарне надходження теплоти, Вт	Надходження вологи від людей, кг/с	Кількість людей
3,4 Адмін + Бар	638	0	108	1080	4050	5876,2	$1,06 \cdot 10^{-4}$	6
5 Зал очікування	425	728,6	21	0	2838	4874	$7,08 \cdot 10^{-5}$	4
6 Перукарня	956	364,3	54	0	3540	6191	$1,59 \cdot 10^{-4}$	9
5а Зал очікування	531	0	37	300	825	1692,7	$8,85 \cdot 10^{-5}$	5
17 Виставка-продаж	213	728,6	12	300	0	979,9	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
18 Кабінет лікаря	213	364,3	13	0	2838	3428,2	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
20 Манікюрний кабінет	425	0	40	0	3540	4005	$7,08 \cdot 10^{-5}$	4
20а Педикюрний кабінет	213	0	25	0	870	1108	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
21 Кабінет директора	213	281,3	23	300	1500	2044,5	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
22 Каб. корекції ваги	213	364,3	23	0	2760	3401,8	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
23 Косметологічний каб.	213	364,3	21	0	2520	3404,2	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
24 Косм. каб. епіляції	213	364,3	17	0	1920	2555,5	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
25 Солярій	106	0	620	0	7920	8646	$3,54 \cdot 10^{-5}$	1
27 Приміщення	213	364,3	17	0	1575	2488	$3,54 \cdot 10^{-5}$	2
<b>Σ</b>						<b>50695</b>	<b><math>7,97 \cdot 10^{-4}</math></b>	<b>45</b>

# Додаток В

Таблиця В.2 – Витрата теплоти на підігрів припливного повітря

Приміщення	Витрата повітря $L$ , м³/год	Кратність циркуляції $m$ , 1/год	Об'єм приміщень, м³	Теплота на підігрів повітря $Q_{\text{вг}}$ , Вт
3,4 Адміністратор + Бар	325,35	2,7	100	8184,21
5 Зал очікування	227,99	4,3	44	5512,70
6 Перукарня	284,38	2	118	7338,43
7 Кімната персоналу	55,43	2	23	1329,49
9 Душ Шарко	144,6	4	30	3562,22
10 Роздягальня	22,9	1	19	549,14
11 Доп. приміщення	65,07	2	27	1560,70
12 Басейн	674,8	4	140	17413,21
14 Римська парильна	16,87	2	7	437,52
15 Сауна	38,56	2	16	924,86
5а Зал очікування	371,14	7	44	9915,00
18 Кабінет лікаря	65,07	2	27	1598,77
20 Манікюрний кабінет	113,27	2	47	3570,84
20а Педікюрний кабінет	69,89	2	29	2166,94
21 Кабінет директора	120,5	2	50	5677,00
22 Каб. корекції ваги	221,72	4	46	6197,07
23 Косметологічний каб.	202,44	4	42	5223,97
24 Косм. каб. епіляції	154,24	4	32	4120,52
25 Солярій	636,24	8	66	18899,51
26 Гідромасаж	180,75	3	35	5392,68
27 Приміщення	126,53	3	35	3264,98
28 Коридор	89,17	1	74	2619,81

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Аеродинамічний розрахунок системи ПП

Витрата повітря $L$ , м <sup>3</sup> /год	Витрата повітря $L$ , м <sup>3</sup> /с	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , м/с	Геометричні розміри повітропроводу				Опір тертя $R$ , Па/м	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $R_l$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_m$ , Па
				$F$ , м <sup>2</sup>	$a$ , мм	$b$ , мм	$d_e$ , мм						
80	0,0222	6,5	6,5	0,02	200	100	133	4,4037	0,023	28,62	63,95	2,51	92,57
175	0,0486	5,3	6,5	0,04	200	200	200	2,6528	0,0208	14,06	127,89	5,02	141,95
235	0,0653	0,4	6,5	0,075	250	300	273	1,8002	0,0193	0,72	2,55	0,1	3,27
835	0,2319	4	6,5	0,075	250	300	273	1,8002	0,0193	7,2	2,55	0,1	9,75
1885	0,5236	3,3	6,5	0,1	250	400	308	1,5483	0,0187	5,11	145,22	5,7	150,33
1885	0,5236	3,5	6,5	0,075	500	150	231	2,2183	0,0201	7,76	2,55	0,1	10,31
2690	0,7472	5	6,5	0,12	600	200	300	1,598	0,0188	7,99	63,95	2,51	71,94
95	0,0264	2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	7,6	63,95	2,51	71,55
60	0,0167	2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	7,6	2,55	0,1	10,15
315	0,0875	4,5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	17,1	63,95	2,51	81,05
100	0,0278	2,3	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	8,74	48,41	1,9	57,15
185	0,0514	2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	7,6	48,41	1,9	56,01
415	0,1153	2	6,5	0,04	200	200	200	2,6528	0,0208	5,31	2,55	0,1	7,85
600	0,1667	5,5	6,5	0,05	250	200	222	2,3254	0,0203	12,79	2,55	0,1	15,34
220	0,0611	2	6,5	0,03	200	150	171	3,2165	0,0216	6,43	2,55	0,1	8,98
170	0,0472	0,7	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	2,66	2,55	0,1	5,21
130	0,0361	5,5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	20,90	145,22	5,7	166,12
300	0,0833	0,5	6,5	0,03	200	150	171	3,2165	0,0216	1,61	2,55	0,1	4,16
520	0,1444	1,5	6,5	0,05	250	200	222	2,3254	0,0203	3,49	2,55	0,1	6,04
530	0,1472	1,5	6,5	0,0375	250	150	188	2,8756	0,0212	4,31	2,55	0,1	6,86
1050	0,2917	4	6,5	0,05	250	200	222	2,3254	0,0203	9,3	2,55	0,1	11,85
50	0,0139	9	6,5	0,015	150	100	120	5,0236	0,0237	45,21	242,03	9,5	287,24
135	0,0375	3	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	11,4	63,95	2,51	75,35
135	0,0375	3	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	11,4	63,95	2,51	75,35
190	0,528	5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	19	63,95	2,51	82,95
460	0,1278	1	6,5	0,03	150	200	171	3,2165	0,0216	3,22	2,55	0,1	5,76

Продовження таблиці Г.1

120	0,0333	4,5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	17,1	48,41	1,9	65,51
580	0,1611	2	6,5	0,03	200	150	171	3,2165	0,0216	6,43	2,55	0,1	8,98
55	0,0153	0,5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	1,9	2,55	0,1	4,45
635	0,1764	1	6,5	0,03	200	150	171	3,2165	0,0216	3,22	2,55	0,1	5,76
685	0,1903	5	6,5	0,0375	250	150	188	2,8756	0,0212	14,38	2,55	0,1	16,93
120	0,0333	8,5	6,5	0,02	200	100	133	4,4037	0,023	37,43	145,22	5,7	182,65
850	0,2361	6,5	6,5	0,045	300	150	200	2,6528	0,0208	17,24	63,95	2,51	81,19

Таблиця Г.2 – Аеродинамічний розрахунок системи П2

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , $\text{м}/\text{с}$	Геометричні розміри повітропроводу				Опір тертя $R$ , Па/м	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_{\Sigma}$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм	$d_e$ , мм						
105	0,0292	6,5	6,5	0,015	150	100	120	5,0236	0,0237	32,65	63,95	2,51	96,6
225	0,0625	0,5	6,5	0,03	200	150	171	3,2165	0,0216	1,61	2,55	0,1	4,16
375	0,1042	1,2	6,5	0,03	200	150	171	3,2165	0,0216	3,86	2,55	0,1	6,41
495	0,1375	5	6,5	0,0375	250	150	188	2,8756	0,0212	14,38	63,95	2,51	78,32
825	0,2292	4	6,5	0,06	400	150	218	2,3794	0,0204	9,52	48,41	1,9	57,92
1000	0,2778	4,5	6,5	0,06	300	200	240	2,1121	0,0199	9,5	48,41	1,9	57,91
1185	0,3292	3	6,5	0,06	300	200	240	2,1121	0,0199	6,34	145,22	5,7	151,55
120	0,0333	0,5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	1,9	2,55	0,1	4,45
150	0,0417	7	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	26,61	63,95	2,51	90,55
120	0,0333	1,5	6,5	0,02	200	100	133	4,4037	0,023	6,61	2,55	0,1	9,15
330	0,0917	3	6,5	0,06	400	150	218	2,3794	0,0204	7,14	63,95	2,51	71,08
100	0,0278	3	6,5	0,01	100	100	100	6,3094	0,0248	18,93	63,95	2,51	82,87
175	0,0486	1	6,5	0,02	200	100	133	4,4037	0,023	4,4	2,55	0,1	6,95
35	0,0097	3	6,5	0,01	100	100	100	6,3094	0,0248	18,93	63,95	2,51	82,87
100	0,0278	0,5	6,5	0,01	100	100	100	6,3094	0,0248	3,15	2,55	0,1	5,7
20	0,0056	1	6,5	0,01	100	100	100	6,3094	0,0248	6,31	2,55	0,1	8,86
60	0,0167	2,5	6,5	0,01	100	100	100	6,3094	0,0248	15,77	63,95	2,51	79,72
105	0,0292	4	6,5	0,025	250	100	143	4,0398	0,0227	16,16	63,95	2,51	80,11

Таблиця Г.3 – Аеродинамічний розрахунок системи В1

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , $\text{м}/\text{с}$	Геометричні розміри повітропроводу				Опір тертя $R$ , $\text{Па}/\text{м}$	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_{\text{м}}$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм	$d_{\text{е}}$ , мм						
125	0,0347	2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	7,6	48,41	1,9	56,01
250	0,0694	2,2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	8,36	2,55	0,1	10,91
590	0,1639	9	6,5	0,0375	250	150	188	2,8756	0,0212	25,88	112,35	4,41	138,23
770	0,2139	3,5	6,5	0,0625	250	250	250	2,0071	0,0197	7,02	63,95	2,51	70,97
65	0,0181	3	6,5	0,0156	125	125	125	4,7736	0,0234	14,32	48,41	1,9	62,73
125	0,0347	1	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	3,8	48,41	1,9	52,21
175	0,0486	5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	19	63,95	2,51	82,95
165	0,0458	2	6,5	0,02	200	100	133	4,4037	0,023	8,81	2,55	0,1	11,36
180	0,05	2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	7,6	63,95	2,51	71,55

Таблиця Г.4 – Аеродинамічний розрахунок системи В2

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , $\text{м}/\text{с}$	Геометричні розміри повітропроводу				Опір тертя $R$ , $\text{Па}/\text{м}$	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_{\text{м}}$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм	$d_{\text{е}}$ , мм						
150	0,0417	2	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	7,6	127,89	5,02	135,49
190	0,0528	6,5	6,5	0,015	150	100	120	5,0236	0,0237	32,65	112,35	4,41	145,01
950	0,2639	4	6,5	0,0625	250	250	250	2,0071	0,0197	8,03	48,41	1,9	56,43
40	0,0111	0,5	6,5	0,0225	150	150	150	3,8008	0,0224	1,9	127,89	5,02	129,79
760	0,2111	1	6,5	0,05	250	200	222	2,3254	0,0203	2,33	2,55	0,1	4,87

Таблиця Г.5 – Аеродинамічний розрахунок системи В3

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , $\text{м}/\text{с}$	Геометричні розміри повітропроводу				Опір тертя $R$ , $\text{Па}/\text{м}$	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_{\text{м}}$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм	$d_{\text{е}}$ , мм						
100	0,0278	6	6,5	0,0256	160	160	160	3,5062	0,022	21,04	112,35	4,41	133,39



Таблиця Г.6 – Аеродинамічний розрахунок системи В4

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , м/с	Геометричні розміри повітропроводу			Опір тертя $R$ , Па/м	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_m$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм						
60	0,0167	6	6,5	0,01	100	100	6,3094	0,0248	37,86	48,41	1,9	86,26

Таблиця Г.7 – Аеродинамічний розрахунок системи В5

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , м/с	Геометричні розміри повітропроводу			Опір тертя $R$ , Па/м	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_m$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм						
50	0,0139	5	6,5	0,0156	125	125	4,7736	0,0234	23,87	112,35	4,41	136,22

Таблиця Г.8 – Аеродинамічний розрахунок системи В6

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , м/с	Геометричні розміри повітропроводу			Опір тертя $R$ , Па/м	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_m$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм						
250	0,0694	9	6,5	0,0225	150	150	3,8008	0,0224	34,21	66,49	2,61	100,7

Таблиця Г.9 – Аеродинамічний розрахунок системи В7

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , м/с	Геометричні розміри повітропроводу			Опір тертя $R$ , Па/м	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , Па	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \xi$	Опір всієї мережі $\Delta P_m$ , Па
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм						
530	0,1472	1,5	6,5	0,0625	250	250	2,0071	0,0197	3,01	2,55	0,1	5,56
530	0,1472	2	6,5	0,0625	250	250	2,0071	0,0197	4,01	48,41	1,9	52,42



Таблиця Г.12 – Аеродинамічний розрахунок системи В10

Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{год}$	Витрата повітря $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Довжина $l$ , мм	Швидкість повітря $V$ , $\text{м}/\text{с}$	Геометричні розміри повітропроводу				Опір тертя $R$ , $\text{Па}/\text{м}$	Коеф. опору тертя, $\lambda$	Опір на ділянці, $Rl$ , $\text{Па}$	Втрати на місцеві опори, $Z$	$\Sigma \zeta$	Опір всієї мережі $\Delta P_{\text{м}}$ , $\text{Па}$
				$F$ , $\text{м}^2$	$a$ , мм	$b$ , мм	$d_e$ , мм						
220	0,0611	2	6,5	0,0256	160	160	160	3,5062	0,022	7,01	48,41	1,9	55,42



**Додаток Д**

Директор  
ТОВ «ОРІОН КОМПАНІЯ»  
01013, м. Київ,  
вул. Будіндустрії, буд. 9, оф.107  
Гончаренко О.Б.



**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**  
результатів дипломного проектування студента  
ТЕФ, «НТУУ» КПІ ім. Ігоря Сікорського  
**Тищенко Олександра Олександровича**

Дипломний проект бакалавра студента КПІ ім. Ігоря Сікорського Тищенко О.О. за темою: **«Система вентиляції і кондиціонування повітря оздоровчого центру в м. Луцьк»** виконаний на високому рівні та викликає практичний інтерес. Результати проектування використовуються у ТОВ «ОРІОН КОМПАНІЯ» під час розрахунку та розробки систем кондиціонування, повітряного опалення, припливної та витяжної вентиляції різних комерційних приміщень з метою підвищення теплової та енергетичної ефективності цих систем.

## Додаток Е

## Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність



Ім'я користувача:  
Богданів Максим Володимирович

ID користувача:  
1985279026

Дата оформлення:  
12.06.2021 17:07:37 GMT

Тип гуртожитку:  
Desire Internet + Library

Дата входу:  
12.06.2021 17:07:31 GMT

IP користувача:  
193.10.10.12

Назва документа: Титульний лист.docx

Кількість сторінок: 48 Кількість слів: 1045 Кількість символів: 58212 Розмір файлу: 1.01 MB ID файлу: 1000348318

**5.67%**  
**Схожість**

Найвища схожість: 2.70% з Інтернет-додатком <https://www.unicheck.ua/prof-est/kamini-internet-konfigurator-...>

4.67% Додаток з Інтернету

24

Сторінок 45

1.00% Додаток з БІБЛІОТЕКИ

12

Сторінок 48

**0% Цитат**

Вилучення цитат з Інтернету

Вилучення списку бібліографічних посилань з БІБЛІОТЕКИ

**0.53%**  
**Вилучень**

Додатково вилучено ігнорувати (фільтр вилучення) кількість знайдених слів з масивом на 18 слів та 9%

3.17% Вилучення з Інтернету

8

Сторінок 45

4.44% Вилучення списку з БІБЛІОТЕКИ

26

Сторінок 45

**Модифікації**

Виснавлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в електронній формі.

Вилучити символи

1

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл-сть	Примітки			
				<u>Документація</u>					
A4			ТП 71 13 08 ПЗ	Система вентиляції					
				і кондиціонування					
				<u>Обладнання</u>					
		1	П1	Установка припливна					
				в складі:					
				- вентилятор каналний з					
				електродвигуном					
				КТ 70-40-4	1				
				- нагрівач повітря водяний					
				VBR 70-40-3	1				
				- касета з фільтруючим					
				елементом FFK 70-40	1				
				- клапан повітряний					
				відсічний з електроприводом	1				
				SRK 70-40					
				- регулятор RTRD 7					
				трансформаторний	1				
				- комплект автоматики	1				
		2	П2	Установка припливна					
				в складі:					
				- вентилятор каналний з					
				електродвигуном					
				КТ 60-35-4	1				
				- нагрівач повітря водяний					
				VBR 60-35-3					
Інв. № подл.	Зам. інв. №	Пізн. і дата		ТП 71 13 08 ОВ					
			Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Інв. № подл.	Зам. інв. №	Пізн. і дата	Системи вентиляції і кондиціонування. Розташування обладнання				Стадія	Аркуш	Аркушів
							ДПБ	1	3
							«КПП» ім. Ігоря Сікорського ТЕФ, Кафедра ТПТ		
			Студент	Тищенко					
			Керівник	Середа					
			П. контр.						
			Н. контр	Боженко					
			Зав. каф.	Варламов					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл-сть	Примітки
				- касета з фільтруючим		
				елементом FFK 70-40	1	
				- клапан повітряний		
				відсічний з електроприводом	1	
				SRK 70-40		
				- регулятор RTRD 7		
				трансформаторний	1	
				- комплект автоматики	1	
		3	K1	Кондиціонер каналъний		
				GFH36K3FI	1	
		4	K2, K6, K7, K10, K12	Кондиціонер каналъний		
				GFH09K3FI	5	
		5	K3, K4	Кондиціонер каналъний		
				GFH18K3FI	2	
		6	K5, K8, K9, K11	Кондиціонер каналъний		
				GFH12K3FI	4	
		7	HB1, HB2, HB3	Блок компресорний		
				конденсаторний		
				GFH12K3FI	3	
		8	У1	Повітряно-теплова завіса		
				Thermoscreens C1000E	1	
		9	B1, B2	Вентилятор каналъний		
				діагональний KVK Slim 315	2	
		10	B8	Вентилятор каналъний		
Інв. N° подл.	Зам. інв. N°		Пізн. і дата		ТП 71 13 08 ОВ	
Зм.		Арк.	N° док.ум.	Пігнус	Дата	Арк.
						2

[illegible]

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 71 13 08 ПЗ	Пояснювальна записка	65	
3	A1	ТП 71 13 08 001 ОВ	Схеми припливних систем П1, П2		
4	A1	ТП 71 13 08 002 ОВ	Схеми витяжних систем В1-В10		
5	A1	ТП 71 13 08 003 ОВ	Компоновка обладнання. План першого поверху.	1	
6	A1	ТП 71 13 08 004 ОВ	Компоновка обладнання. План другого поверху.		
7	A4	ТП 71 13 08 ОВ	Специфікація	3	

				ТП 71 13 08		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Студентка	Тищенко					1
Керівн.	Середа				НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, Кафедра ТПТ	
П. контр..	-					
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Варламов					