

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

Навчально науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра теплової та альтернативної енергетики

«На правах рукопису»

УДК 697

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ” _____ 2023 р.

Магістерська дисертація на
здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Система опалення та вентиляції спортивного комплексу»

Виконав студент ІІ курсу, групи ТУ – 21мп

Теличко Ігор Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник: доц., к.т.н. Володимир СЕРЕДА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н. Сергій КАШТАНОВ

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

з економіки: ст. викл. Наталка БОЙЧУК

(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 цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент(ка) _____

(підпис)

Київ – 2023 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітки
1			Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	МД23144.00219 ПЗ	Пояснювальна записка	92	
3	A1	МД23144.00219 001 ОВ	Система опалення. План 1-го поверху.	1	
4	A1	МД23144.00219 002 ОВ	Система опалення. План 2-го поверху.	1	
5	A1	МД23144.00219 003 ОВ	Система опалення. План 1-го поверху.	1	
6	A1	МД23144.00219 004 ОВ	Система опалення. План 2-го поверху.	1	
7	A1	МД23144.00219 005 ОВ	Система вентиляції. План 1-го поверху	1	
8	A1	МД23144.00219 006 ОВ	Система вентиляції. План 2-го поверху.	1	
9	A1	МД23144.00219 007 ОВ	Система вентиляції. План підвалу та горища.	1	
10	A1	МД23144.00219 008 ОВ	Аксонетричний вид. інженерних мереж 1 го, 2-го поверхів.	1	

				МД.23.144.00219		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розроб.	Теличко			Відомість магістерської дисертації	Арк.	Аркушів
Керівн.	Середа				1	92
Н. контр.	Соломаха				НТУУ «КПІ ім Ігоря Сікорського» каф. ТАЕ гр. ТУ-21мп	
Тех.контр.	Сірий					
Зав.каф.	Черноусенко					

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут і
мені Ігоря Сікорського»

Інститут Атомної та теплової енергетики

Кафедра Теплової та альтернативної енергетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

ОПП «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ”

2023 р

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Теличко Ігор Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Система опалення та вентиляції спортивного комплексу»

науковий керівник дисертації доц., к.т.н. Володимир СЕРЕДА

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

затверджені наказом по університету від «__» _____ 2023 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації .12.2023 р.

3. Об'єкт дослідження Підбір теплонасосного обладнання

4. Вихідні дані: місто Ромни , Сумська область ; Призначення приміщення- громадське;
кількість мешканців у будинку-15;

5 Перелік завдань, які треба виконати: 1.)Розрахунок теплових втрат приміщень,
розрахунок втрат ГВП 2.)Розрахунок надходжень тепла 3.)Розрахунок кліматконтролю
приміщень 4.)Вибір обладнання для системи теплопостачання.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 1.Вентиляція перший
поверх 2.Вентиляція другий поверх 3.Розташування радіаторів перший поверх 4.
Розташування радіаторів другий поверх. 5.Розташування фанкойлів другий поверх.
6Розташування фанкойлів перший поверх. 7. Вентиляція підвал та дах. 8.Аксометрія

7. Орієнтовний перелік публікацій: відсутні.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сергій КАШТАНОВ, доцент		
Економіка	Наталка БОЙЧУК, ст. викладачка		

9. Дата видачі завдання 27.10.2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунок теплових втрат приміщення	30.10.2023	
2	Розрахунок витрат теплоти на ГВП	1.11.2023	
3	Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період	7.11.2023	
4	Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період	8.11.2023	
5	Аеродинамічний розрахунок повітропроводів	10.11.2023	
6	Вибір обладнання для теплопостачання будівлі	15.11.2023	
	-підбір радіаторів	20.11.2023	
	-підбір фанкойлів	20.11.2023	
	-вибір ТН	20.11.2023	
	-підбір припливної установки	22.11.2023	
7	Охорона праці	25.11.2023	
8	Економічна частина	30.11.2023	
9	Графічна частина	15.12.2023	
10	Оформлення додатків	18.12.2023	
11	Оформлення пояснювальної записки	19.12.2023	

Студент(ка)

(підпис)

Ігор ТЕЛИЧКО
(м'я, ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Володимир СЕРЕДА
(м'я, ПРІЗВИЩЕ)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Система опалення та вентиляції спортивного комплексу в м. Суми

Київ – 2023 року

Анотація

Магістерський дипломний проект на тему "Система опалення та вентиляції спортивного комплексу в м. Суми" представляє собою ретельно розроблену пояснювальну записку обсягом 92 сторінок, доповнену 25 рисунками, 42 таблицями та бібліографічним списком із 17 джерел. До проекту також додається великий обсяг графічних матеріалів - 8 аркушів формату А1.

Основна мета проекту полягає в проектуванні системи вентиляції і опалення для спортивного комплексу в місті Суми. Здійснено аналіз тепловтрат приміщень у зимовий період та теплового надходження в літній період, враховуючи специфіку кліматичних умов міста. Використовуючи каталоги виробників та відповідні нормативи, розроблено та розраховано механічну систему припливної та витяжної вентиляції, а також підібрано необхідне обладнання.

Опалення приміщень вирішується індивідуально для кожного приміщення чи групи, з використанням підібраних радіаторів та фанкойлів. Проект також враховує основні аспекти з організаційно-технічного забезпечення охорони праці. Креслення надають загальний вигляд на систему вентиляції будівлі, схему розташування обладнання та повітропроводів.

Ключові слова, що визначають основні аспекти проекту, включають тепловтрати, надходження теплоти, вентиляція, повітропроводи, опалення, теплові насоси та охорона праці. Всі ці складові роблять дану розробку комплексною та високоякісною у розрізі інженерного проектування.

Abstract

The master's degree diploma project on the topic "Heating and Ventilation System for a Sports Complex in Sumy City" is a comprehensive explanatory note spanning 92 pages, accompanied by 25 figures, 42 tables, a bibliography with 17 references, and 4 appendices. Additionally, there are 8 sheets of A1-sized drawings.

The primary objective of the project is to design a ventilation and heating system for a sports complex in Sumy. An analysis of heat losses in the premises during the winter period and heat influx during the summer period has been conducted, considering the specific climatic conditions of the city. Utilizing manufacturers' catalogs and relevant standards, a mechanical supply and exhaust ventilation system has been developed and calculated, and the necessary equipment has been selected.

Heating for the premises is individually addressed for each room or group, using selected radiators and fan coils. The project also incorporates essential measures for organizational and technical support of labor protection. Drawings provide an overview of the ventilation system of the building, the layout scheme of equipment, and air ducts.

Key terms defining the main aspects of the project include heat losses, heat influx, ventilation, air ducts, heating, heat pumps, and labor protection. All these components make this development comprehensive and high-quality in terms of engineering design.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	10
ВСТУП	13
1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОДЖЕННЯМИ	15
1.1 Вихідні дані для розрахунку.....	15
1.2 Розрахунок теплових втрат через конструкційні огородження	16
1.3 Розрахунок теплових втрат на ГВП	21
2 РОЗРАХУНОК НАДХОДЖЕНЬ ТЕПЛА ТА ВОЛОГИ	23
3 РОЗРАХУНОК КЛІМАТ КОНТРОЛЮ ПРИМІЩЕНЬ.....	26
3.1 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період	26
3.2 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період.....	26
3.3 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів	28
4 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	30
4.1 Розрахунок біметалевих радіаторів	34
4.2 Розрахунок фанкойлів для обігріву приміщень.	40
4.3 Підбір теплового насоса для системи опалення.	44
4.4 Підбір припливно-витяжної установки.	46
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
5.1. Виявлення та аналіз негативних та потенційно небезпечних виробничих факторів на об'єкті проектування. Заходи з охорони праці.	52
5.2. Пожежна безпека.....	55
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	59
6 СТАРТАП-ПРОЄКТ	65
6.1. Резюме проєкту	65
6.2. Організація проєкту	66
6.3. Канва моделі стартап-проєкту.....	67
6.4. Ключові види діяльності проєкту.....	68
6.5. Ціннісні пропозиції та споживачі.....	70
6.6. Взаємовідносини зі споживачами та канали збуту.....	71
6.7. Обґрунтування ресурсів та витрат проєкту.....	72
6.8. Грошовий потік та оцінка вартості стартап-проєкту.....	75

				МД 23.144.00219 ПЗ			
		№ докум.	Підпис				
Студент	Теличко			Система опалення та вентиляції спортивного комплексу в м. Суми. Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Середа				МД	8	92
Н. контр.	Соломаха				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІАТЕ, каф-ра ТАЕ, група ТУ-21 мп		
Т. контр.	Сірий						
Зав. каф.	Черноусенко						

6.9. Економічне обґрунтування вибору теплового насосу	76
ВИСНОВКИ	83
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	84
Додаток А	
Розрахунок теплових втрат зовнішніми огороженнями.....	85
Додаток Б	
Надходження теплоти і вологи в приміщення.....	88
Додаток В	
Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції	91
Додаток Г	
Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність.....	92

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;

φ – відносна вологість;

η – коефіцієнт корисної дії;

δ – товщина ізоляційного шару;

λ – коефіцієнт теплопровідності, коефіцієнт опору тертя;

l – довжина;

V – об'ємна витрата повітря;

v – швидкість повітря;

F – площа поперечного перерізу;

Δp – гідравлічний опір;

ξ – коефіцієнт гідравлічного опору, коефіцієнт місцевих опорів;

ρ – густина;

P – тиск;

σ – допустиме напруження, поверхневий натяг;

S – товщина стінки;

ℓ – 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;

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			11

з – завіса.

Скорочення

СНиП – Строительные нормы и правила;

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСН – державні санітарні норми;

ГОСТ – государственный стандарт.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			12

ВСТУП

Системи опалення та вентиляції важливі для численних аспектів життя та забезпечення комфорту і безпеки в будь-яких приміщеннях, будь то житлові, комерційні чи промислові. Важливість цих систем включає в себе наступні аспекти:

Комфорт: Опалення та вентиляція допомагають створювати комфортні умови для проживання і роботи. Правильно налаштована система опалення забезпечує приємну температуру в приміщенні навіть в холодну пору року. Вентиляція регулює якість повітря, запобігаючи перегріву і переохолодженню, а також видаленню забруднень та запахів.

Здоров'я: Вентиляція допомагає підтримувати якість повітря в приміщенні, видаляючи шкідливі речовини, такі як вуглекислий газ, вологість, бактерії, грибки та інші алергени. Це сприяє здоров'ю мешканців та користувачів приміщень.

Ефективність енергоспоживання: Ефективні системи опалення і вентиляції можуть допомагати зменшувати енергоспоживання і витрати на опалення та кондиціювання повітря, що сприяє зменшенню екологічного впливу та зменшенню витрат на комунальні послуги.

Безпека: Системи опалення повинні бути правильно встановлені та обслуговувані, щоб уникнути можливих пожежних і аварійних ситуацій. Вентиляція також може бути важливою для вентиляції продуктів згоряння та зменшення ризику від отруєння вуглекислим газом.

Зручність та продуктивність: Комфортні умови, створені завдяки системам опалення та вентиляції, позитивно впливають на зручність та продуктивність працівників у комерційних приміщеннях.

Усі ці аспекти свідчать про важливість систем опалення та вентиляції для забезпечення комфортного, безпечного та здорового життя і роботи в будь-якому типі будівлі.

Також при проектуванні систем опалення не варто забувати чи нехтувати питаннями екології та енергоефективності цих систем тому що енергоефективні методи опалення мають важливу роль у сучасному світі з огляду на кілька ключових аспектів:

Зменшення витрат енергії: Використання енергоефективних методів опалення дозволяє значно зменшити витрати енергії, що використовується для опалення приміщень. Це сприяє зменшенню витрат на комунальні послуги для жителів та власників приміщень і може значно зменшити суму грошей, витрачених на опалення протягом року.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			13

Зниження викидів вуглекислого газу: Енергоефективні методи опалення допомагають знижувати викиди вуглекислого газу та інших парникових газів, що сприяє боротьбі з глобальним потеплінням та забрудненням навколишнього середовища.

Збільшення комфорту: Енергоефективні системи опалення можуть створювати комфортніші та стабільніші температурні умови в приміщенні. Це дозволяє забезпечити більший комфорт для мешканців та користувачів приміщень, зменшити варіацію температури і покращити якість життя.

Збереження ресурсів: Енергоефективні методи опалення допомагають зменшити використання природних ресурсів, таких як газ, нафта, дрова і електрика, що зазвичай використовуються для опалення. Це сприяє збереженню цих ресурсів для майбутніх поколінь та зменшенню негативного впливу видобутку та використання цих ресурсів на навколишнє середовище.

Економічна вигода: Встановлення енергоефективних систем опалення може призвести до зменшення витрат на енергію та покращення фінансової стабільності для домогосподарств та бізнесів. Зменшення витрат на опалення може окупити витрати на модернізацію системи досить швидко через зменшення комунальних витрат.

Загалом, енергоефективні методи опалення є важливими для забезпечення сталого розвитку, зменшення споживання енергії та покращення життя людей, при цьому вони допомагають зберегти навколишнє середовище та скоротити витрати.

1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОДЖЕННЯМИ

1.1 Опис об'єкту проектування та вихідні данні для розрахунку

Об'єкт проектування являє собою спортивний комплекс готелю, що розташований в місті Суми. Це є двоповерхова будівля з підвалом котрий знаходиться нижче рівня землі.

Внутрішні температури в середині приміщень будівлі приймаємо відповідно до норм наведених у [1].

Розташування будівлі: місто Суми, географічне положення – 50°53' пн. ш.

По заданому населеному пункті знаходимо параметри зовнішнього повітря необхідні для подальших розрахунків по [3]:

- теплий період $t_{\text{зов.л.}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $w_{\text{зов.л.}} = 72\%$;

- холодний період $t_{\text{зов.з.}} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $w_{\text{зов.з.}} = 86\%$;

- продовжуваність опалювального періоду – 187 діб.

Характеристики шарів зовнішніх огорожень та покриття показані в табл. 1.1 та 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Характеристики шарів зовнішніх огорожень

Назва шару огороження	Товщина шару, м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°C)	Коефіцієнт термічного опору, м²·°C/Вт
Силікатна цегла	0,12	0,87	0,3571
Пінобетон	0,3	0,26	0,1645
Утеплюючі плити	0,1	0,038	2,6318
Сітка	-	-	-
Штукатурка	0,02	0,70	0,0286

Таблиця 1.2 – Характеристики шарів покриття

Назва шару огороження	Товщина шару, м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°C)	Коефіцієнт термічного опору, м²·°C/Вт
Штукатурка	0,02	0,7	0,029
Залізобетон	0,1	2,04	0,05
Стяжка	0,02	0,7	0,029
Утеплюючі плити	0,25	0,055	4,54

1.2 Розрахунок теплових втрат через конструкційні огороження

Для прикладу проведемо розрахунок теплових втрат для кабінету салону краси, схема якого показана на рис. 1.3.

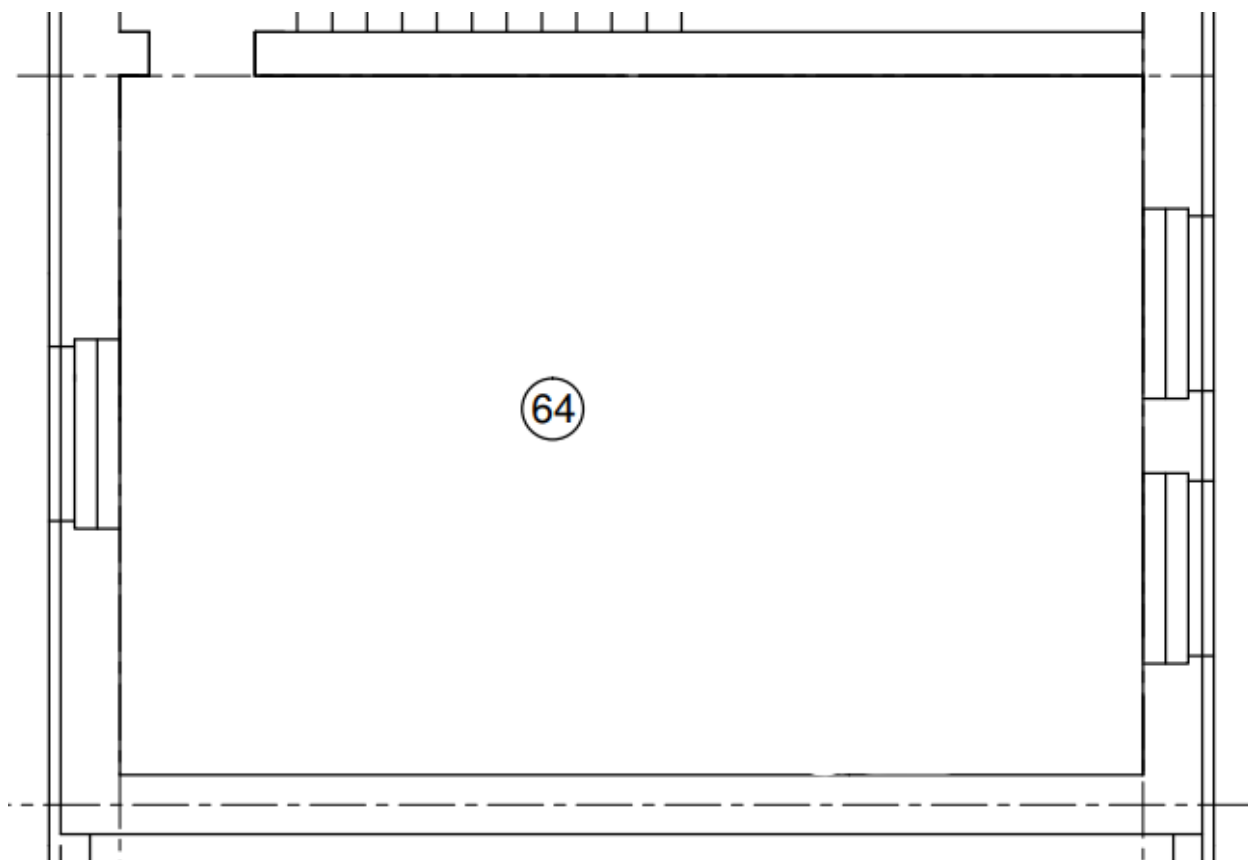


Рисунок 1.3 – Схема приміщення салону краси

Вихідні дані:

- товщина зовнішньої стіни – $\delta = 540 \text{ мм}$;
- товщина перекриття – $\delta = 390 \text{ мм}$;
- висота приміщення – $h = 3,2 \text{ м}$;
- ширина і висота вікон – $a \times h = 1,3 \times 1,4 \text{ м}$.

Розрахунок:

Основні втрати теплоти

Втрати теплоти через зовнішні конструкційні огороження даного приміщення:

Знаходимо за [1] температурну зону, в якій знаходиться м. Суми – І зона. Для зовнішнього конструкційного огороження громадської будівлі мінімальний термічний опір теплопередачі за [1] складає $R_{q\min} = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$.

Опір теплопередачі $R_o, \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$ зовнішнього конструкційного огороження:

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

де R_k – термічний опір конструкції огородження, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, який визначається по наведеній формулі (1.2);

$\alpha_{\text{зов}}$ – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції огородження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. прийнятий по [2].

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції огородження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. прийнятий по [2].

Термічний опір $R_k (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, конструкції огородження з послідовно розташованими однорідними шарами визначають як суму термічних опорів окремих шарів:

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

де R_i – термічний опір i -х шарів конструкції огородження, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, див. таб.1.1.;

δ_i – товщина i -того шару, див.1.1.;

λ_i – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу i -го шару, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, див.таб.1.2.

Термічний опір стіни огородження за формулою (1.2):

$$R_{cm} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,87} + \frac{0,3}{0,26} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,11 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт},$$

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

Основні втрати теплоти через зовнішнє конструкційне огородження:

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

де F_{cm}^∂ дійсна площа стіни без урахування вікон, м^2

$$F_{cm}^\partial = F_{cm} - F_{\text{в}} \quad (1.4)$$

де F_{cm} площа стіни, м^2

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

$$F_{cm} = 12 \cdot 3,2 = 38,4 \text{ м}^2.$$

де $F_{\text{в}}$ площа вікна, м^2

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

$$F_{\text{в}} = 3 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 5,46 \text{ м}^2.$$

Дійсна площа стіни за формулою (1.4):

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			17

$$F_{cm}^{\partial} = 65,34 - 5,46 = 59,9 \text{ м}^2.$$

Основні втрати теплоти через зовнішню стіну за наступною формулою (1.2):

$$Q_{cm}^{осн} = \frac{1}{4,11} \cdot 59,9 \cdot (20 - (-25)) = 655,6 \text{ Вт}.$$

Тепловтрати через перекриття з горищем яке не опалюється:

Для горища громадської будівлі мінімальне значення термічного опору складає $R_{q\min} = 4,95 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт}$, [1].

$$R_{пер} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + R_{\kappa} + \frac{1}{\alpha_{зов}}. \quad (1.10)$$

Термічний опір перекриття за формулою (1.10):

$$R_{пер} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,1}{2,04} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,3}{0,055} + \frac{1}{23} = 5,72 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт},$$

Це значення є вищим за мінімальне можливе $R_{q\min} = 4,95 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт}$.

$$Q_{пер}^{осн} = \frac{1}{R_o} \cdot F_{пер} \cdot (t_{вн} - t_{зов}), \quad (1.11)$$

де $F_{пер}$ площа перекриття (знаходиться з креслення), м^2

$$Q_{пер}^{осн} = \frac{1}{5,72} \cdot 50,5 \cdot (20 - (-25)) = 397,22 \text{ Вт}. \quad (1.12)$$

Тепловтрати через світлопрозорі конструкції:

Для громадської будівлі огорожувальні світлопрозорі конструкції мають мінімальний термічний опір становить $R_{q\min} = 0,75 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт}$, [1]. Згідно [3] підбираємо двокамерний енергозберігаючий склопакет 4і-10-4М1-10-4і з термічним опором $R_g = 0,93 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт}$.

$$Q_g^{осн} = \frac{1}{R_g} \cdot F_g \cdot (t_{вн} - t_{зов}), \quad (1.13)$$

$$Q_g^{осн} = \frac{1}{0,93} \cdot 5,46 \cdot (20 - (-25)) = 264,19 \text{ Вт}.$$

Додаткові тепловтрати:

$$Q_{вт}^{дод} = \frac{k_1}{100} \cdot Q_{вт}^{осн}, \quad (1.14)$$

де k_1 – добавка на додаткові втрати теплоти, %.

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни кімнати:

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			18

$$Q_{\text{вт}}^{\text{доо}} = \frac{10}{100} \cdot 655,6 = 65,5 \text{ Вт}.$$

Розрахуємо загальні тепловтрати в приміщенні:

$$Q_{\text{вт}} = \sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}} + \sum Q_{\text{вт}}^{\text{доо}}, \quad (1.15)$$

$$Q_{\text{вт}} = 655,6 + 397,22 + 264,19 + 65,5 \approx 1382,51 \text{ Вт}.$$

Проведемо аналогічний розрахунок тепловтрат наведеного приміщення за допомогою доступного інтернет сервісу [4]. Вікно для введення початкових умов зображено на рис. 1.4.

Оберіть місто $t_{\text{зов}} = -25$ °C ?

Введіть температуру повітря у приміщенні; $t_{\text{вн}} = +20$ °C ?

Рисунок 1.4. – Вікно для вводу вхідних даних

Вікно для введення початкових даних по конструкції зовнішнього огородження зображено на рис. 1.5.

Тепловтрати через стіни згорнути

Вид фасаду $\alpha = 23$?

Площа зовнішніх стін, кв.м. ?

Матеріал першого шару $\lambda = 0.87$?

Товщина першого шару, м.

Матеріал другого шару $\lambda = 0.26$

Товщина другого шару, м.

Матеріал третього шару $\lambda = 0.038$

Товщина третього шару, м.

Тепловтрати через стіни, Вт

Рисунок 1.5. – Вікно для вводу початкових даних для зовнішньої стінки

Вікно введення початкових даних для шарів перекриття зображено на рис. 1.6.

Тепловтрати через стелі [згорнути](#)

Оберіть вид стелі

Стеля під горищем, що не опалюється $\alpha = 12$

Введіть площу стелі, кв.м. 50.5

Матеріал першого шару [Оберіть матеріал](#) $\lambda = 0.7$

Товщина першого шару, м. 0.02

Матеріал другого шару [Оберіть матеріал](#) $\lambda = 0.055$

Товщина другого шару, м. 0.3

Матеріал третього шару [Оберіть матеріал](#) $\lambda = 2.04$

Товщина третього шару, м. 0.1

Прибрати шар

Порахувати

Тепловтрати через стелю 397

Рисунок 1.6. – Вікно вводу початкових даних для шарів стелі

Початкові дані для вікон наведені на рис 1.7.

Тепловтрати через вікна [згорнути](#)

Оберіть скління

Двокамерний склопакет $k = 1.075$

Введіть площу вікон, кв.м. 5.46

Порахувати

Тепловтрати через вікна 264

Рисунок 1.7. – Вікно вводу початкових даних для світлопрозорої конструкції

Загальні тепловтрати даного приміщення наведені на рис. 1.8.

Результати розрахунку:	
Сумарні тепловтрати, Вт	1321 Вт
- через стіни, Вт	660 Вт
- через вікна, Вт	264 Вт
- через стелю, Вт	397 Вт

Рисунок 1.8. – Вікно результатів розрахунку

Похибка при розрахунку тепловтрат за допомогою інтернет-сервісу [4] та відповідно до формул (1.2 - 1.15) складає:

$$\partial = \frac{[Q_{\text{ем}} - Q_{\text{ем}}^{\text{np}}]}{Q_{\text{ем}}} \cdot 100\% = \frac{[1382,2 - 1321]}{1382,2} = 4,4\%.$$

Зважаючи на те що похибка незначна, то подальші розрахунки втрат тепла для всіх інших приміщень виконаємо за допомогою інтернет сервісу [4], а результати розрахунків буде наведено у Додатку А.

1.3 Розрахунок теплових втрат на ГВП

Виконаємо розрахунок теплових втрат на ГВП за методикою наведеною в [17]

Щоб розрахувати середні витрати теплоти на ГВП за опалувальний період скористаємося наступною формулою:

$$Q_{\text{г.в.}}^{\text{cp}} = K_{\text{т.п.}} M_{\text{г.в.}} c_{\text{в}} (t_{\text{г.в.}} - t_{\text{х.з.}}), \quad (1.16)$$

де $K_{\text{т.п.}}$ – коефіцієнт, що передбачає втрати теплоти від трубопроводів системи ГВП та витрати теплоти на опалення ванних кімнат, $K_{\text{т.п.}} = 1,2$ за [17];

$c_{\text{в}}$ – теплоємність води,

$c_{\text{в}} = 4187 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$;

$t_{\text{г.в.}}$ – температура гарячої води у споживача, $t_{\text{г.в.}} = 55^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{х.з.}}$ – температура холодної водопровідної води в зимовий період, $t_{\text{х.з.}} = 5^{\circ}\text{C}$;

Значення масової витрати гарячої води визначається за наведеною формулою:

$$M_{\text{г.в.}} = \frac{m \cdot a}{24}, \quad (1.17)$$

де m – кількість людей, які користуються гарячою водою в будівлі спорткомплексу, $m = 16 \text{ чол.}$;

a – норма витрати гарячої води на одну людину за добу, $a = 90 \text{ кг/добу}$ [8].

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			21

$$M_{\text{з.б.}} = \frac{16 \cdot 90}{24} = 60 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

За формулою (1.16) визначаємо середні витрати теплоти на ГВП за опалювальний період:

$$Q_{\text{з.б.}}^{\text{ср}} = 1,2 \cdot 16 \cdot 4187 (55 - 5) = 40 \text{ кВт.}$$

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			22

2 РОЗРАХУНОК НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ І ВОЛОГИ В ПРИМІЩЕННЯ

Для прикладу типового розрахунку виконаємо розрахунок надходження теплоти і вологи в приміщення № 52 що являє собою кабінет.

Дані для розрахунку:

- а) заданий населений пункт – Суми;
- б) орієнтація в просторі – на південь;
- в) площа світлопрозорих конструкцій $F = 3,64 \text{ м}^2$;
- г) загальна кількість людей в приміщенні - 1 чоловік;
- д) температурні умови в середині даного приміщення:
 - теплий період $t_e = 22 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - холодний період $t_e = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- е) інші джерела надходження тепла – прилади освітлення;

Виконаємо розрахунок за методикою наведеною в [3]

Надходження теплоти від сонячної радіації через світлопрозорі конструкції в приміщення розраховуємо по формулі (2.1).

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

де q' , q'' – густини теплового потоку, який потрапляє через одинарне скло в самому жаркому місяці (липні), Вт/м^2 ;

R_o – опір теплопередачі заповнення світлопрозорих конструкцій;

F_o' , F_o'' – площі світлопрозорих конструкцій, які опромінюються і неопромінюються прямою сонячною радіацією;

Так як вікна нічим не затемнені зі сторони вулиці, тоді $F_o'' = 0$.

Визначаємо згідно з конструктивною інформацією. $F_o' = F_e = 3,64 \text{ м}^2$

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

k_{ck} – коефіцієнт, який залежить від виду скла, $k_{ck} = 0,9$ 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.

Для вертикально заскленого прорізу:

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

де q_n , q_p – густина теплового потоку відповідно прямої і розсіяної сонячної радіації, Вт/м^2 ;

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			23

k_1 – коефіцієнт, який враховує затінення скла переплетінням і забруднення атмосфери. По [3] $k_1 = 0,72$;

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

Густину потоку теплоти розраховуємо по формулі (2.2).

По [1] визначимо максимальне значення $q_n + q_p$ по географічній широті даного у початкових даних міста рівної $50^\circ 53'$ а також орієнтації вікон на південь:

$$\frac{q_n}{q_p} = \frac{374}{136}, \frac{Bm}{m^2}, \quad (2.3)$$

$$q' = (374 + 136) \cdot 0,72 \cdot 0,95 = 348,8 \text{ Bm} / m^2.$$

За наведеною формулою (2.1) визначаємо надходження теплоти від сонячної радіації:

$$Q_{c.p} = 348,8 \cdot 3,64 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 + \frac{24 - 22}{0,93} \cdot 3,64 \cong 807,2 \text{ Bm}.$$

Надходження теплоти від людей розраховуємо по формулі (2.4) за [3].

а) Надходження теплоти від людей за [3]:

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

де $n_{\text{ч}}$, $n_{\text{ж}}$, $n_{\text{д}}$ – відповідно кількість чоловіків, жінок і дітей у приміщенні

q – надходження теплоти від дорослого чоловіка, $Bm/чол$ (в залежності від температури в середині і типу виконуваної роботи людиною).

б) Надходження вологи від людей за [3]:

$$W_{\text{л}} = \frac{g \cdot n_{\text{ч}} + g \cdot n_{\text{ж}} \cdot 0,85 + g \cdot n_{\text{д}} \cdot 0,75}{1000 \cdot 3600}, \quad (2.5)$$

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

Припускаємо, що в приміщенні кабінету перебуває пара представників чоловічої статі.

Для легкої роботи і для заданої температури всередині кабінету рівної 20°C для одного чоловіка по [1] $q = 151 \text{ Bm}$. Тоді:

$$Q_{\text{л}} = 151 \cdot 2 = 302 \text{ Bm}.$$

Розраховуємо вологу, вироблену людьми, згідно з визначеною у формулі (2.5), враховуючи кількість осіб у приміщенні.

Для легкої роботи і для температури всередині приміщення рівної 20°C для одного чоловіка по [1] $g = 75 \text{ г/год}$. Тоді:

$$W_{\text{л}} = \frac{75 \cdot 2}{1000 \cdot 3600} = 4,2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

2.1.5 Теплові надходження від припливного повітря по вказаній формулі (2.6):

$$Q_{np.пов} = 3 \cdot V \cdot k_{кр} \cdot q_x, \quad (2.6)$$

де V – об'єм приміщення, m^3 ;

$k_{кр}$ – коефіцієнт кратності циркуляції повітря в приміщенні;

q_x – витрата холоду для охолодження $1 m^3/год$ припливного повітря, задаємо $q_x = 5 Bm/(m^3/ч)$.

$$Q_{np.пов} = 3 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 5 = 1200 Bm.$$

2.1.6 Передачу тепла від розташованого в приміщенні електричного обладнання та штучного освітлення розраховуємо згідно з формулою (2.7).

$$Q_e = N_e, \quad (2.7)$$

де N_e – потужність обладнання а також приладів освітлення, Вт.

У приміщенні відсутнє будь яке електричне обладнання, але встановлено штучне освітлення у вигляді світлодіодних ламп в кількості 5 штук.

Тоді:

$$Q_e = 47,5 Bm.$$

2.1.7 Сумарні теплові надходження в приміщення за наступною формулою:

$$\sum Q_{над} = Q_{с.р} + Q_{л} + Q_e + Q_{np.пов}, \quad (2.8)$$

$$\sum Q_{над} = 807,2 + 302 + 47,5 + 1200 = 2356,7 Bm.$$

Аналогічні обчислення будемо проводити для всіх приміщень та подамо отримані результати у Додатку Б.

3 РОЗРАХУНОК КЛІМАТ КОНТРОЛЮ ПРИМІЩЕНЬ

У будівлі передбачена система вентиляції.

3.1 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період

Проведемо розрахунок повітрообміну застосовуючи методику, яка наведена в [3], для кімнати кабінету.

Початкові дані

- параметри зовнішнього повітря $t_{\text{зов.л.}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{зов.л.}} = 72\%$;
- параметри внутрішнього повітря $t_{\text{вн}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{вн}} = 50\%$.

3.1.1 Знаходження масової витрати припливного повітря

Масову витрату зовнішнього повітря для кімнат промислових і громадських будівель у які потрапляє теплота і волога, і для котрих задана нормативна кратність повітрообміну і внутрішній об'єм, розраховують по наведеній формулі за [3]:

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

де m – нормативна кратність циркуляції повітрообміну, $1/\text{год}$;

V_n – об'єм приміщення, м^3 ;

ρ – густина навколишнього повітря, яке перебуває в приміщенні в теплий період, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Визначення масової витрати повітря по наступній формулі (3.1):

$$L = 2 \cdot 42 \cdot 1,205 = 101,22 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

У теплу пору року зовнішнє повітря буде постачатися без охолодження. Застосовуючи цей підхід, виконуємо розрахунок повітрообміну для всіх приміщень та включаємо його до Додатка В.

3.2 Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період

3.2.1 Вихідні дані

- 1) параметри зовнішнього повітря $t_{\text{зов.з.}} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{зов.з.}} = 86\%$;
- 2) параметри всередині приміщення $t_{\text{вн}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{вн}} = 50\%$.

б) Витрата зовнішнього повітря складають $101,22 \text{ м}^3/\text{год}$.

3.2.2 Побудова процесів в h–d діаграмі за [3]

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			26

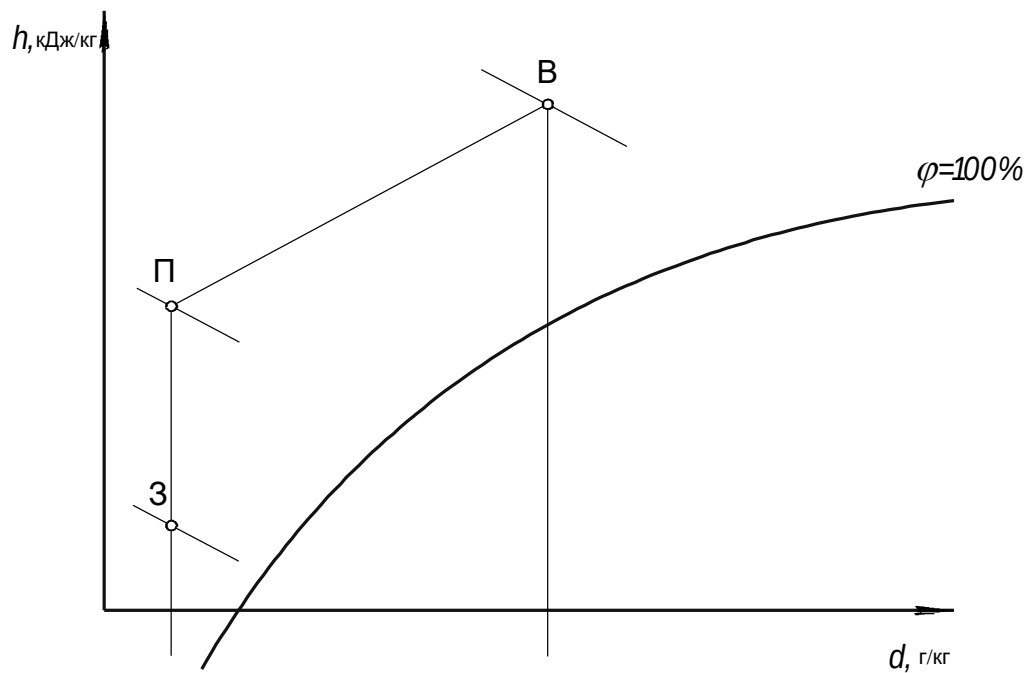


Рисунок 3.1 – Побудова процесів в h–d діаграмі для холодного періоду

1) Позначаємо на h–d діаграму точку 3, яка описує стан зовнішнього повітря і знаходиться на перетині ліній $t_{\text{зов.з.}} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і $\varphi_{\text{зов.з.}} = 86\%$, також визначаємо ентальпію повітря $h_{\text{зов}} = -24,30 \text{ кДж/кг}$.

2) Знаходимо в точці 3 вологовміст зовнішнього повітря:

$$d_{\text{зов}} = 0,33 \text{ г / кг с.п.}$$

3) Обчислюємо асимілюючу здатність припливного повітря по волозі за [3]:

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

$$\Delta d = \frac{2,08 \cdot 10^{-5}}{\frac{77,1}{3600}} \cdot 1000 = 0,97 \frac{\text{г}}{\text{кг. с.п.}}$$

4) Визначаємо вологовміст внутрішнього повітря за [3]:

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

$$d_{\text{вн}} = \Delta d + d_{\text{зов}} = 0,97 + 0,33 = 1,3 \text{ г / кг с.п.}$$

5) На перетині лінії вологовмісту $d_{\text{вн}}$ з температурою внутрішнього повітря $t_{\text{нов}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ знаходимо точку В, яка описує стан внутрішнього повітря.

6) Визначаємо промінь процесу, який опимує зміну стану припливного повітря в приміщенні за [3]:

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

$$\varepsilon_{np} = \frac{0,1336}{2,08 \cdot 10^{-5}} = 6423 \frac{\text{кДж}}{\text{кг вл.}}$$

7) Через Точку *B* проводимо лінію проміну процесу допоки вона не перетнеться з лінією постійного вологовмісту $d_{зov} = 0,33 \text{ г/кг с.п.}$ Знайдемо точку *П* (припливне повітря для холодного періоду), у котрій визначаємо температуру і ентальпію: $t_n = -10 \text{ }^\circ\text{C}$, $h_n = -10,54 \text{ кДж/кг.}$

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: $h'_{нов} = 16,3 \text{ кДж/кг.}$

3.2.3 Розрахунок тепловитрат на нагрівання повітря в калорифері за [3]:

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

$$Q_{нов} = 101,22 \cdot (16,3 - (-24,3)) \cong 4109,5 \text{ Вт.}$$

Результати проведеного розрахунку повітрообміну в приміщеннях спортивного комплексу і витрати теплоти на підігрів припливного повітря в холодний період наведено в Додатках.

3.3 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Розрахунок системи вентиляції виконаємо по методу питомих втрат тиску, який наведено в [1].

При реальному проектуванні зачасту застосовують метод який називають еквівалентний діаметр:

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

де *a*, *b* – це сторони 4 кутного повітропроводу.

Питому величину втрат при терті для повітропроводів розраховуємо по наведеній формулі формулі:

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

де *n* – це коефіцієнт який враховує шорсткість повітропроводу, в нашому випадку для повітропроводів виконаних з оцинковки $n = 1$;

λ – це коефіцієнт який враховує опір на тертя;

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			28

ρ – це густина повітря, по [1] $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$ при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;

V – це дійсна швидкість повітря, м/с ;

d_e – це еквівалентний діаметр повітропроводу, м .

Коефіцієнт що враховує опір на тертя розраховуємо по формулі яка наведена нижче:

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

де k_e – це коефіцієнт який вказує на абсолютну шорсткість стінки повітропроводу, для такого матеріалу як сталь він рівний – $k_e = 0,001 \text{ м}$;

Re – число Рейнольдса:

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

де $\nu_{\text{нов}}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості. По [1] визначаємо:

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

Втрати тиску які виникають при терті на ділянках з прямокутним перерізом за [3]:

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

де R – питомі втрати тиску на тертя, Па/м ;

l – довжина ділянки, м .

За допомогою таблиць з [1] знаходимо коефіцієнти місцевих опорів на необхідних ділянках повітропроводів ξ .

Втрати тиску на місцеві опори визначаємо по формулі за [3]:

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

ρ – густина повітря, по [1] $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$ при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці;

V – швидкість повітря на ділянці, м/с .

Сумарний опір всієї мережі знаходимо за формулою за [3]:

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

Результати розрахунку системи вентиляції наведені в додатку В.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			29

4 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

4.1 Розрахунок біметалевих радіаторів

4.1.1 Опис конструкції біметалевих радіаторів

Серед найефективніших опалювальних пристроїв для систем водяного опалення виділяються біметалеві радіатори. Комбінація алюмінію та сталі надає їм ряд переваг. За тепловою потужністю вони конкурують з алюмінієвими та сталевими батареями, а за надійністю можуть зрівнятися з чавунними. Типовий вигляд звичайного біметалевого радіатора показано на рис 4.1.



Рисунок 4.1. Біметалевий радіатор

Конструктивні особливості біметалевих радіаторів. Унікальність біметалевих радіаторів обумовлена їхньою конструктивною особливістю, яка полягає в поєднанні двох відмінних матеріалів - алюмінію та сталі. Це влаштовує їх у вигляді зовнішніх та внутрішніх панелей, де алюміній відповідає за ефективну тепловіддачу, а сталь - за міцність та надійність.

Біметалеві радіатори - це теплообмінні пристрої, які ефективно передають тепло від теплоносія до повітря у приміщенні. Вони складаються з каркасу зі сталевих труб, який знаходиться в алюмінієвій оболонці. Однак за їхньою тепловою потужністю приходится заплатити вищу ціну у порівнянні з іншими типами радіаторів, оскільки їхнє виготовлення вимагає більш складної технології та використання двох різних металів. Внутрішня конструкція біметалевого радіатора показана на рис. 4.2



Рисунок 4.2. Біметалевий радіатор в розрізі

У разі вибору біметалевого радіатора для будинку з центральним опаленням, де якість теплоносія може коливатися, важливо врахувати непередбачуваність тиску в системі. У таких умовах можливі різкі перепади тиску, зокрема, під час промивання або опресування системи. У приватних будинках чи багатоквартирних будівлях з автономною котельнею встановлення біметалевих радіаторів не є обов'язковим, особливо якщо їхня ціна вища, а ефективність роботи схожа на алюмінієві чи сталеві радіатори.

Серед вагомих переваг можна відзначити той факт, що сталевий каркас надає радіаторам велику надійність, особливо в порівнянні з алюмінієвими аналогами. Сталь виявляється менш вразливою до змін рівня рН теплоносія та володіє вищими показниками міцності порівняно з алюмінієм.

У біметалевих радіаторах алюміній, завдяки своєму високому коефіцієнту теплопровідності, забезпечує швидку тепловіддачу, витісняючи тепло з теплоносія та передаючи його в приміщення. Це значно підвищує ефективність пристроїв та дозволяє їм оперативно реагувати на зміни температури, що важливо для економії енергії.

Проте, на жаль, існують деякі недоліки. Різне температурне лінійне розширення матеріалів може призводити до слабкого потріскування при різкому нагріванні, але цей ефект зазвичай зникає при входженні радіатора в робочий режим. Головним недоліком біметалевих радіаторів є їхня вища вартість, що пов'язана із складнішою технологією виробництва.

Критерії вибору біметалевого радіатора:

- Тип біметалу:

Існують дві основні конфігурації біметалевих радіаторів - повний та неповний. У повному біметалевому радіаторі використовується цілком сталевий каркас із вертикальними трубами, які не зазнають прямого контакту з теплоносієм з алюмінію. Горизонтальні колектори у такому радіаторі виготовлені повністю з алюмінію. Виробники раціоналізують таку конструкцію, стверджуючи, що саме вертикальні канали є найбільш вразливими.

- Товщина сталі:

Надійність біметалевого радіатора прямо залежить від товщини його сталеві труби. Чим вона товща, тим більша стійкість та довговічність пристрою. Звісно, це також впливає на вартість, зробивши його більш високоцінним. На ринку представлені біметалеві радіатори з товщиною стінки труб від 0,8 до 4 мм.

Логічно, що пристрої з тоншою стінкою є більш доступними з економічної точки зору, але вони компромітують на надійності. Розрізнити батареї з різною товщиною стінки сталевих каркасів можна за їхньою масою. Чим товща стінка труби, тим важчий радіатор, що є важливим критерієм якості та довговічності.

- Теплова потужність:

Розмір батареї опалення визначається його тепловою потужністю, і важливо враховувати особливості порівняння різних моделей. Для об'єктивної оцінки ефективності різних радіаторів рекомендується проводити порівняння за однаковими експлуатаційними умовами, відповідно до нормативного документа.

Оскільки стандартизація в Україні відповідає європейським стандартам, цілком логічно використовувати стандарт EN442 і режим експлуатації 75/65/20 (де 75 °C - температура подачі, 65 °C - температура звороту, 20 °C - температура у приміщенні). Звертаючи увагу на ці параметри, можна об'єктивно порівняти теплові характеристики різних батарей.

- Тиск:

Зазвичай виробники надають дані щодо робочого тиску, випробувального та тиску на розрив батареї опалення. Зрозуміло, що чим вищі ці значення, тим краще. Проте важливо підкреслити, що призначення великої значущості цим показникам може бути непродуктивним. Наприклад, вказані 100 або 150 атм на розрив можуть ввести в оману, оскільки такий тиск мало ймовірно виникне в реальній експлуатаційній системі.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			32

4.1.2 Тип та конструктивні розміри обраних біметалевих радіаторів

Вибір і розташування радіаторів наведено в таблиці 4.1. Радіатори підбиралися за каталогом [5]

Таблиця 4.1 – Кількість радіаторів по кімнатах будівлі

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Втрати тепла, Вт	Кількість секцій радіатора
3	Вентиляційна	8,3	936	10
4	Кабінет	10,6	802	8
8	Кабінет інструктора	8,7	795	8
9	Душова	6,9	315	4
10	Душова	6,8	315	4
11	Роздягальня	11,1	1060	12
17	Роздягальня	11,1	1085	12
18	Коридор	16,6	1005	12
20	Вентиляційна	5,8	545	6
21	Кабінет	7,2	765	8
26	Вентиляційна	5,2	580	6
28	Роздягальня	17,7	7230	18
29	Душова	6,9	720	8
36	Душова	6,9	720	8
37	Роздягальня	17,8	1570	18
45	Хол	109,4	7230	18*4 та 4
46	Кладовка	8,3	360	4
61	Санвузол	6,6	395	4
62	Санвузол	6	405	4
63	Коридор	3,4	330	4
51	Вентиляційна	20	1000	10
44	Сходові клітини	13	924	10

Система опалення біметалевими радіаторами виконана двохтрубною тупиковою з прокладкою підвідних труб у підлозі з використанням теплоізоляції товщиною 6 мм. Самі трубопроводи зроблені з поліпропіленових труб ППР PN20 та PN25. Укладка труб здійснюється від колекторів, розташованих у котельному приміщенні.

У якості самих приладів було обрано радіатори Global Style. Вони призначені для встановлення у всі можливі системи опалення в Україні. Їх якість та технічні характеристики дозволяють витримувати високий тиск і працювати без проблем навіть з найбільш агресивним теплоносієм. Модель Global Style абсолютно унікальна і відрізняється від інших моделей від заводу Global. Вибір секцій Style можливий у висоту 500 або 350 мм. Головною перевагою цієї моделі є її дизайн і мінімалізм. Саме такий стиль можна вважати основним при першому погляді на опалювальний прилад Global Style. Зустрічний, без направляючих, з плоскою верхньою частиною радіатор чудово впишеться у дизайн

сучасних стилів. Радіатор Global Style не лише має відмінний візуальний вигляд, але і висока тепловіддача дозволить обігріти навіть найбільше приміщення. Зовнішній вигляд радіатора показано на рис. 4.3.



Рисунок 4.3. Біметалевий радіатор Global Style 500

Технічні характеристики радіаторів серії Style взяті за [5] наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.2 - Технічна характеристика обладнання

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	Style 500
Висота	мм	575
По осям	мм	500
Ширина	мм	80
Глибина	мм	80
Тепловіддача (при $T_1 = 50$)	Вт	102

4.2 Розрахунок фанкойлів для обігріву приміщень

4.2.1 Опис конструкції фанкойлів

Фанкойл – це спеціалізоване обладнання, яке використовується для регулювання клімату в приміщеннях, забезпечуючи як охолодження, так і обігрів повітря. Функціонально він виконує подібні завдання, що й кондиціонери для побутового або промислового використання. Однак відрізняється від них за своєю конструкцією та принципом дії. Зовнішній вигляд фанкойлів показано на рис. 4.4.



Рисунок 4.4. Загальний вигляд фанкойлів

Фанкойл – це внутрішній блок водяної системи кондиціонування повітря (СКП). Цей пристрій також відомий як вентиляторний доводчик. З англійської його назва дослівно перекладається як "вентилятор-змійовик" (fan - вентилятор, coil - змійовик), що точно відображає його конструкцію. Основними компонентами фанкойлу є вентилятор, який нагнітає повітря, та радіатор у формі змійовика з пластинами для збільшення площі теплообміну. До складу пристрою також входять:

- корпус з повітрязабірними ґратами, які можуть прикриватися або відкриватися жалюзі;
 - фільтр грубої очистки повітря;
 - електромагнітний клапан, що регулює витрату води в контурі теплообмінника – це один з елементів системи температурного регулювання;
 - електронний модуль управління, який контролює оберти вентилятора та положення клапана;
 - ємність для збору конденсату та дренажна труба для відведення його за межі блоку.
- Фанкойли можуть бути додатково обладнані дренажним насосом для відведення конденсату на великі відстані;
- панель керування на корпусі або пульт дистанційного керування.

Основна відмінність фанкойла від внутрішнього блоку спліт-системи полягає в використанні в якості холодоносія не фреон, який змінює агрегатний стан, а чистої води або антифризу – води із додаванням етиленгліколю та інших речовин, що запобігають її замерзанню. Рух розчину етиленгліколя забезпечується зовнішнім насосом, при цьому сам водяний насос не входить до конструкції фанкойла.

Класифікація фанкойлів базується на способі монтажу, існують такі види пристроїв:

- настінні (консольні), що є найпростішим варіантом і практично ідентичні внутрішнім блокам настінних спліт-систем, встановлюються аналогічним чином;
- каналні, зазвичай, не мають корпусу та пластикової обшивки, лише металева рама, до якої кріпляться всі деталі агрегату. Це аналог каналного кондиціонера, до якого підведені водяні трубки та система повітроводів для постачання прохолодного повітря та відведення теплого повітря;
- касетні, вбудовані в підвісну стелю, із видимою лише лицьовою панеллю;
- напольні (колонні), що існують у декоративному корпусі для відкритої підлогової установки або без пластикової обшивки для захованого монтажу за стіновими панелями;
- універсальні, які можуть бути підлоговими або стельовими, з фронтальним забором повітря та двома ґратами, встановлюються як вертикально на підлозі, так і горизонтально під стелею.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			35

Основна функція фанкойлу полягає в ефективному теплообміні, де використовується тепло чи холод, що генерується зовнішньою установкою, такою як електричний або газовий котел, тепловий насос або чиллер. Фанкойл в основному відповідає за передачу цього тепла чи холоду через теплообмінник. Також, він відповідає за рециркуляцію повітря у приміщенні зі зміною його температури. У більш складних моделях фанкойлу може бути вбудована функція підмішування свіжого повітря. Робота такого кліматичного обладнання здійснюється за наступною схемою:

1. Фанкойл втягує повітря з приміщення.
2. Теплообмінник взаємодіє з теплоносієм (гаряча вода, холодна вода або антифриз), що постачається з зовнішньої установки.
3. У разі опалення теплообмінник нагріває повітря, а при охолодженні - охолоджує його.
4. Температурно-регулюючий клапан контролює витрату теплоносія для досягнення бажаної температури повітря.
5. Вентилятор розподіляє оброблене повітря по приміщенню.
6. При необхідності може використовуватися функція підмішування свіжого повітря для покращення якості внутрішнього середовища.

Ця схема дозволяє ефективно управляти температурою та якістю повітря у приміщенні за допомогою фанкойлу.

Зважаючи на те що в приміщенні спорткомплексу використовується система опалення з тепловими насосами можна відмітити наступне. Використання теплових насосів з фанкойлами є ефективним і економічно вигідним рішенням для опалення, охолодження та забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях. Такий комплексний підхід до кондиціювання повітря дозволяє оптимально використовувати ресурси та забезпечує енергоефективність системи. В основі цього процесу лежить принцип теплообміну теплового насоса та фанкойла.

Основні переваги використання теплових насосів з фанкойлами включають:

1. Ефективність енергоспоживання: Теплові насоси використовують відновлювальні джерела енергії, такі як ґрунтова теплоносійна рідина або атмосферне повітря, щоб створити тепло чи холод для приміщення.
2. Гнучкість системи: Фанкойли можна використовувати як для опалення, так і для охолодження повітря в одній системі, що робить їх гнучким рішенням для різноманітних кліматичних умов.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			36

3. Ефективний розподіл тепла чи холоду: Фанкойли дозволяють ефективно розподіляти тепло чи холод у приміщенні завдяки вентиляційній системі, що покращує комфорт і забезпечує однакову температуру у всьому просторі.
4. Низькі експлуатаційні витрати: Системи теплових насосів з фанкойлами можуть бути більш економічними для утримання порівняно з традиційними опалювальними та кондиціонувальними системами.
5. Зменшення викидів CO₂: Використання відновлювальних джерел енергії в теплових насосах сприяє зменшенню викидів вуглецю в атмосферу, роблячи таку систему більш екологічною.

Підсумовуючи, теплові насоси з фанкойлами стають все більш популярними варіантом для створення комфортних умов у приміщеннях, забезпечуючи ефективне використання енергії та зниження впливу на навколишнє середовище.

Продуктивність по холоду регулюється за допомогою вентилятора і електричного двигуна. Так само невід'ємною частиною є повітряний фільтр, який очищає повітря від забруднень. Піддон для конденсату збирає вологу з повітря. На додаток до системи вбудовані електронагрівач і система управління.

Для створення комфортних умов в літній період, передбачається система холодопостачання. Основним джерелом є теплові насоси які працюють в реверсивному режимі(зворотний цикл) охолоджують теплоносії в баку акумулятору.

5.2.2 Підбір фанкойлів для системи опалення

Перелік приміщень у яких будуть встановлені фанкойли наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Перелік приміщень в яких буде встановлено фанкойли

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Втрати тепла, Вт	Надходження тепла, Вт
27	Фос	57,1	2616,54	2400,1
39	Кабінет	10,5	538,56	1126,35
40	Кабінет	9,6	522,24	539,10
41	Вестибюль	50	2724,72	2522,85
6	Спортивний зал	350,9	10570,80	19577,21
64	Салон краси	50,5	1505,62	4139,54
53	Коридор	33,2	1826,19	2745,80
55	Адмін. приміщення	56,1	3672,26	3415,65
58	Медкабінет	14,3	972,50	879,90
52	Кабінет	30	1558,78	2592,20
59	Кабінет	13,1	772,55	1335,99
54	Спортивний зал	351,5	7947,14	21818,48
5	Роздаточна	36,4	3566	2300

В усіх приміщеннях окрім приміщень № 6 та № 5 планується встановити підлогові фанкойли. В свою чергу в приміщенні № 6 планується встановити каналні фанкойли і в приміщенні № 5 буде встановлений касетний фанкойл.

Виконаємо підбір фанкойлів для опалення приміщень, розглядати будемо фанкойли фірми Cooper&Hunter, за каталогом наведеним за [6]:

Приміщення № 27 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC30K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Характеристики фанкойла СН-FFC30K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC30K2
Продуктивність холод	кВт	3,05
Продуктивність тепло	кВт	3,15
Споживання	Вт	47,00
Рівень шуму	дБ	34,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	1200x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 39 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 40 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 4.6 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 41 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC30K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 4.7 – Характеристики фанкойла СН-FFC30K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC30K2
Продуктивність холод	кВт	3,05
Продуктивність тепло	кВт	3,15
Споживання	Вт	47,00
Рівень шуму	дБ	34,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	1200x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 64 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC30K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 53 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC30K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 55 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 2 шт за [6]. Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 58 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 42 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 2 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 59 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 1 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.4, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг

Приміщення № 54 – обираємо фанкойл підлогово-стельового типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FFC22K2 в кількості 5 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.5, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 – Характеристики фанкойла СН-FFC22K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FFC22K2
Продуктивність холод	кВт	2,25
Продуктивність тепло	кВт	2,35
Споживання	Вт	40,00
Рівень шуму	дБ	42,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	790x495x200
Країна виробник	-	Гонконг



Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд підлогово-стельового фанкойлу від фірми Cooper&Hunter

Приміщення № 6 – обираємо фанкойл каналного типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель CH-FDH020K2 в кількості 4 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.6, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 – Характеристики фанкойла CH-FDH020K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	CH-FDH020K2
Продуктивність холод	кВт	1,74
Продуктивність тепло	кВт	2,75
Споживання	Вт	45,00
Рівень шуму	дБ	31/37/41
Габарити внутрішнього блоку	мм	757x241x506
Країна виробник	-	Гонконг



Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд каналного фанкойлу від фірми Cooper&Hunter

Приміщення № 5 – обираємо фанкойл касетного типу від фірми Cooper&Hunter, а саме модель СН-FC030K2 в кількості 4 шт. за [6] Зовнішній вигляд фанкойла показано на рис 4.7, а технічні характеристики наведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Характеристики фанкойла СН-FC030K2.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	СН-FC030K2
Продуктивність холод	кВт	3,00
Продуктивність тепло	кВт	4,00
Споживання	Вт	35,00
Рівень шуму	дБ	36,00
Габарити внутрішнього блоку	мм	575x260x575
Країна виробник	-	Гонконг



Рисунок 4.7 – Зовнішній вигляд касетного фанкойлу від фірми Cooper&Hunter

4.3 Підбір теплового насоса для системи опалення.

Для початку порахуємо сумарні втрати тепла які варто компенсувати.

Загальні втрати тепла наведені в табл 4.17

Таблиця 4.17 – Загальні втрати тепла.

Загальні втрати тепла, кВт	
На вентиляцію	33,3
На опалення	60
На ГВП	40
Сумарно	133,3

Корпорація Mitsubishi Electric впроваджує на ринку передові технології в області опалення за допомогою теплових насосів серії ZUBADAN Inverter (які у японському перекладі означають "супер обігрів"). Відомо, що зазвичай продуктивність теплових насосів "повітря-вода" падає при екстремальних температурах, зокрема, при зниженні температури повітря навколо до -20°C . Такий спад може сягати 40% в порівнянні з номінальними значеннями, зазначеними в технічних характеристиках, які вимірюються при більш високих температурах, наприклад, при $+7^{\circ}\text{C}$. Зовнішній вигляд зовнішнього блоку зображено на рис. 4.8.

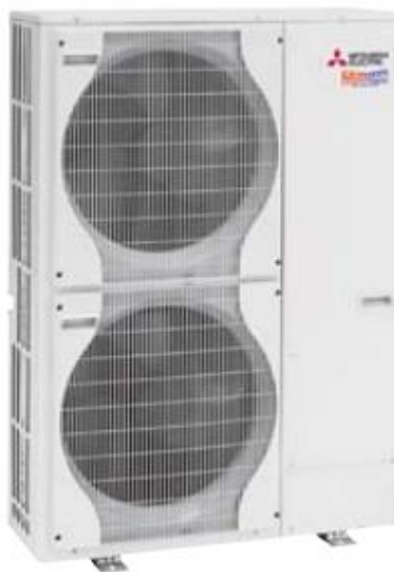


Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд ТН

Але з появою теплових насосів Mitsubishi Electric серії ZUBADAN Inverter ця тенденція радикально змінилася. Інноваційна технологія "супер обігріву" дозволяє зберігати високий рівень ефективності теплових насосів при екстремально низьких температурах, роблячи їх відмінним вибором для країн з холодними зимами. Mitsubishi Electric продовжує визначати нові стандарти в галузі опалення, створюючи продукти, які поєднують в собі високу продуктивність та інноваційні рішення.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			44

Висока теплова ефективність напівпромислових систем Mitsubishi Electric серії ZUBADAN Inverter демонструє свою ефективність, утримуючи номінальне значення при температурі зовнішнього повітря до -15°C . Навіть при екстремальних умовах (гарантовано виробником до -25°C), система зберігає свою працездатність, перевершуючи звичайні та енергоефективні системи з серії POWER Inverter.

Умови експлуатації не стають перешкодою для напівпромислових систем Mitsubishi Electric, і вони продовжують забезпечувати надійне та ефективне опалення навіть при низьких температурах. Це створює величезну перевагу порівняно з іншими системами, підкреслюючи вищий стандарт технологій та інновацій від Mitsubishi Electric. Графік залежності коефіцієнта корекції від зовнішньої температури на рис. 4.9.

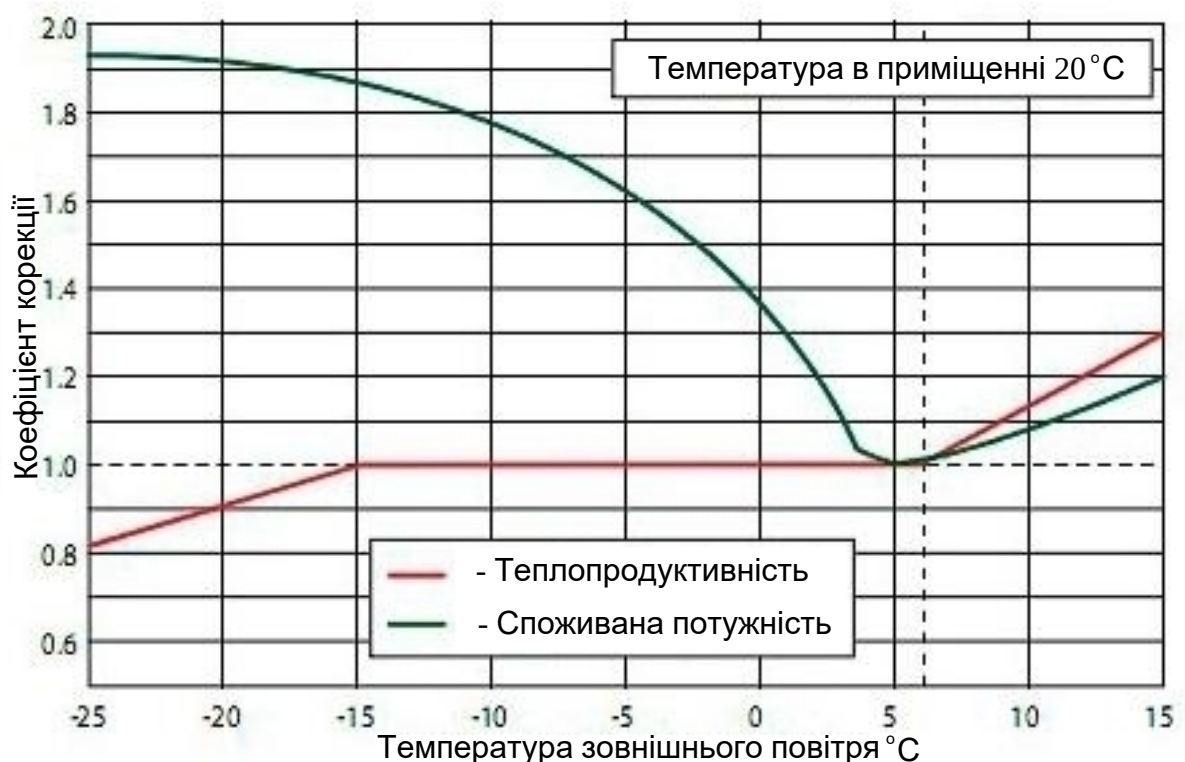


Рисунок 4.9 – Графік залежності коефіцієнта корекції від зовнішньої температури

Для покриття потреб спортивного комплексу було обрано теплові насоси у кількості 6 штук від фірми Mitsubishi а саме лінійка ZUBADAN Inverter. Технічні характеристики якого наведені в табл. 4.18.

Таблиця 4.17 – Технічні характеристики ZUBADAN Inverter

Модель		Одиниці вимірювання	Зовнішній блок - PUHZ-SHW230YKA2
			Внутрішній блок - PLA-RP100EA×2
Режим нагріву	Теплова потужність	кВт	23
	Споживана потужність	кВт	6,31
	Сезонний коефіцієнт	-	COP 3,65
	Рівень шуму	дБ	59
Режим охолодження	Потужність по холоду	кВт	20
	Споживана потужність	кВт	9,01
	Сезонний коефіцієнт	-	EER 2,22
	Рівень шуму	дБ	58

Розташування зовнішніх блоків показано на рис. 4.10

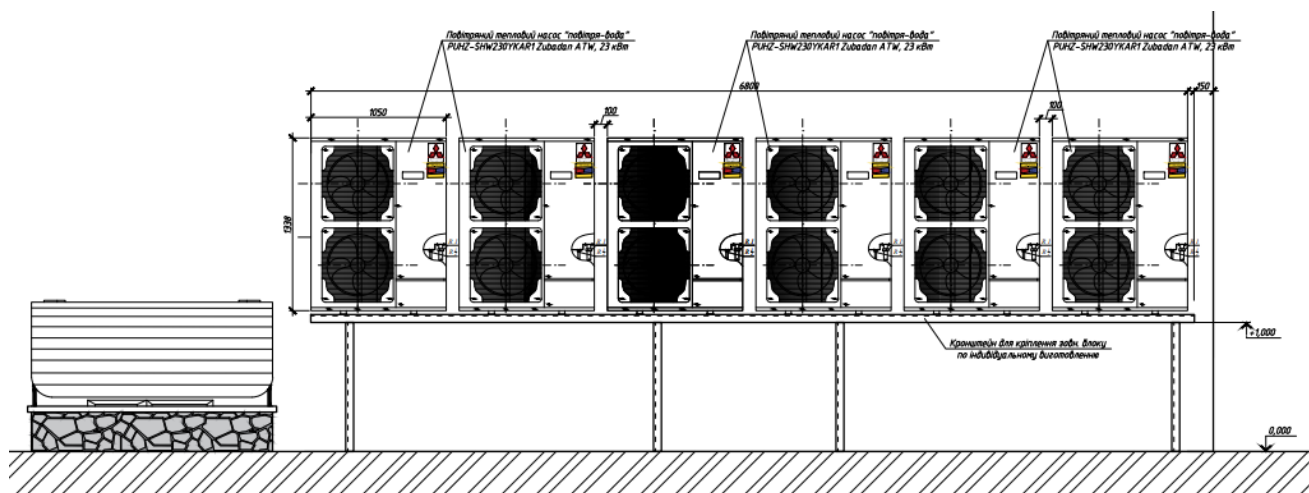


Рисунок 4.10 – Розташування зовнішніх блоків ТН

4.4 Підбір припливно-витяжної установки.

Припливно-витяжна установка (ПВУ) - це система, яка призначена для витягування забруднених або небажаних газів, парів чи аерозолів з робочого приміщення та подачі свіжого повітря. Така установка може бути використана в промисловості, лабораторіях, офісах, торгових центрах, а також в інших приміщеннях для покращення якості повітря та забезпечення здорових умов праці.

Основні компоненти припливно-витяжної установки включають:

1. Припливний вентилятор (ПВ):

- Забезпечує подачу свіжого повітря в приміщення.
- Може бути встановлений на зовнішній або внутрішній стіні будівлі.

2. Витяжний вентилятор (ВВ):

- Здійснює відведення відпрацьованого або забрудненого повітря з приміщення.
- Зазвичай встановлюється на даху або вентиляційному отворі.

3. Фільтри та очистка повітря:

- Використовуються для очищення повітря від пилу, бактерій, запахів та інших забруднень.
- Можуть включати механічні, електростатичні чи хімічні фільтри.

4. Дистриб'юційні коробки:

- Розподіляють свіже повітря або відпрацьоване повітря по вентиляційній системі в приміщенні.

5. Регулюючі клапани:

- Контролюють потік повітря в системі, регулюють його кількість та напрямок.

6. Система управління:

- Електронна або автоматизована система, яка керує роботою припливно-витяжної установки в залежності від параметрів повітря у приміщенні.

Припливно-витяжні установки мають значний вплив на комфорт та безпеку у приміщенні, забезпечуючи нормальний обмін повітря та видалення шкідливих забруднень. Оптимальне проектування та ефективна експлуатація таких систем важливі для забезпечення здорового та безпечного робочого середовища. Типова схема ПВУ показана на рис. 4.11.

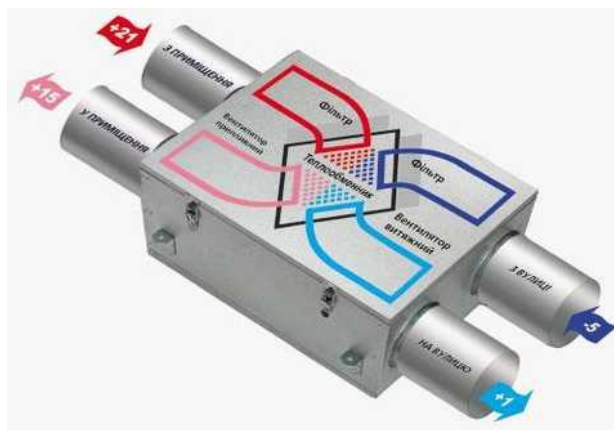


Рисунок 4.11 – Схема ПВУ

Підбір установки П1В1:

В результаті підбору було обрано наступну ПВУ фірми VERSO а саме модель VERSO-P-20-2,5-HV-PM/IE4/2/1.4-F7-M5-HW/5R/2-X-R2-C5.1-X. Схема установки зображена на рис. 4.12.

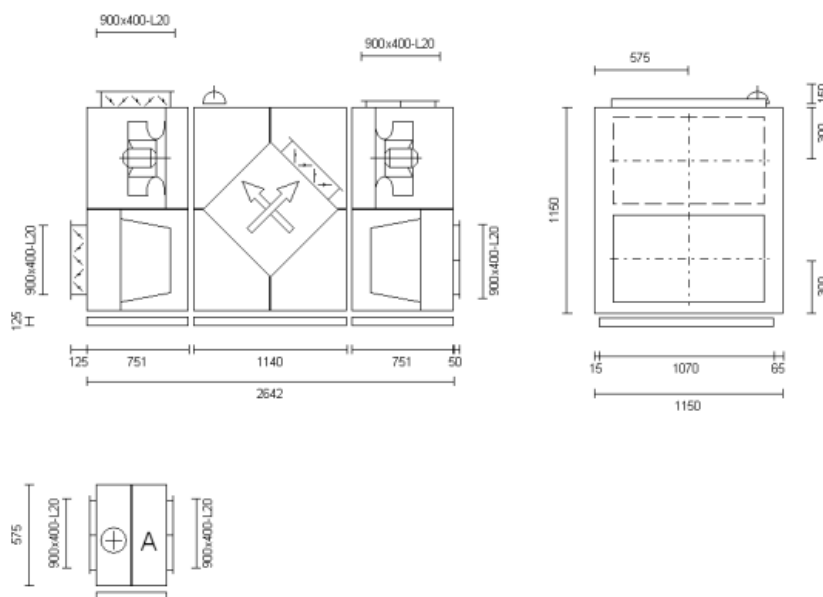


Рисунок 4.12 – Схема ПВУ

Технічні характеристики наведені в табл. 4.18.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	VERSO-P-20-2,5-HV-PM/IE4/2/1.4-F7-M5-HW/5R/2-X-R2-C5.1-X
Номінальна витрата повітря	м ³ /год	3200,00
Номінальний тиск	Па	500,00
Швидкість потоку	м/с	1,64
Зовнішня температура розрах.	°C	-24,00

Підбір установки П2В3:

В результаті підбору було обрано наступну ПВУ фірми VERSO а саме модель Verso-CF-3500-2.6-UV-PM/1.4-M5-M5-HW/2R/2.6-X-R1-C5.1-O. Схема установки зображена на рис. 4.13.

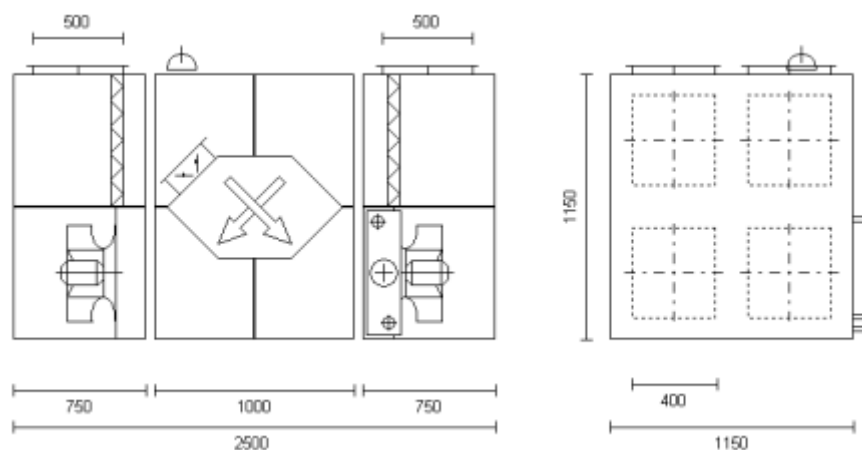


Рисунок 4.13 – Схема ПБУ

Технічні характеристики наведені в табл. 4.19.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	Verso-CF-3500-2.6-UV-PM/1.4-M5-M5-HW/2R/2.6-X-R1-C5.1-O
Номінальна витрата повітря	м³/год	2600,00
Номінальний тиск	Па	500,00
Швидкість потоку	м/с	1,64
Зовнішня температура розрах.	°C	-24,00

Підбір установки ПЗВ4:

В результаті підбору було обрано наступну ПБУ фірми VERSO а саме модель Verso-CF-3500-2.6-UV-PM/1.4-M5-M5-HW/2R/2.6-X-R1-C5.1-O. Схема установки зображена на рис. 4.14.

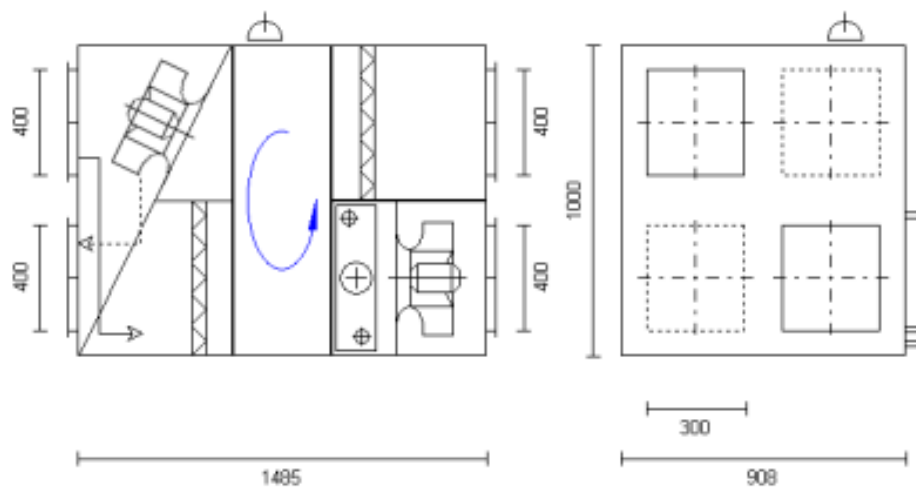


Рисунок 4.14 – Схема ПБУ

Технічні характеристики наведені в табл. 4.20.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	Verso-R-2500-L-UH-EC/0.66-M5-M5-HCW/4R/2.4-X-R1-C5.1-O
Номінальна витрата повітря	м³/год	2100,00
Номінальний тиск	Па	400,00
Швидкість потоку	м/с	1,64
Зовнішня температура розрах.	°C	-24,00

Підбір установки П4В2:

В результаті підбору було обрано наступну ПБУ фірми VERSO а саме модель Verso-R-4000-L-H-EC/1.1-M5-M5-HW/4R/3-X-R1-C5.1-O. Схема установки зображена на рис. 4.15.

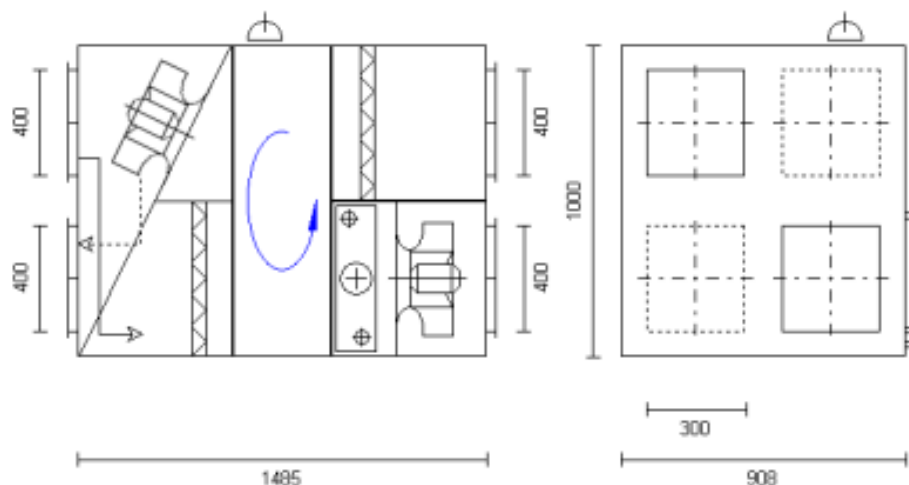


Рисунок 4.15 – Схема ПБУ

Технічні характеристики наведені в табл. 4.21.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	Verso-R-4000-L-H-EC/1.1-M5-M5-HW/4R/3-X-R1-C5.1-O
Номінальна витрата повітря	м³/год	3500,00
Номінальний тиск	Па	270,00
Швидкість потоку	м/с	2,08
Зовнішня температура розрах.	°C	-24,00

Підбір установки П5В6:

В результаті підбору було обрано наступну ПБУ фірми VERSO а саме модель Verso-R-4000-L-H-EC/1.1-M5-M5-HW/4R/3-X-R1-C5.1-O. Схема установки зображена на рис. 4.16.

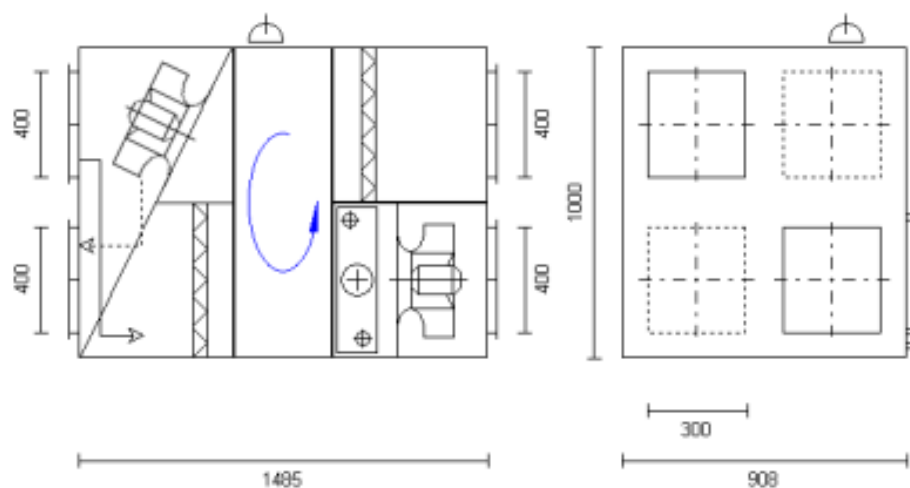


Рисунок 4.16 – Схема ПВУ

Технічні характеристики наведені в табл. 4.22.

Назва параметра	Одиниця	Значення параметра
Модель	-	VERSO-P-20-2,5-HV- EC/IE4/2.5/2.5-F7-M5-HW/5R/2-X- R2-C5.1-X
Номінальна витрата повітря	м ³ /год	4100,00
Номінальний тиск	Па	600,00
Швидкість потоку	м/с	2,02
Зовнішня температура розрах.	°C	-24,00

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Сучасне суспільство стикається з безпрецедентними викликами та загрозами, які наголошують на важливості системного підходу для забезпечення необхідного рівня безпеки на робочих місцях та готовності до надзвичайних ситуацій. Охорона здоров'я та безпека праці, а також ефективна реакція на аварійні ситуації стають фундаментальними аспектами, які гарантують забезпечення стабільності підприємства та благополуччя його працівників.

Існуюча статистика травматизму на робочих місцях та загроз, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями, свідчить про необхідність не тільки реагувати на вже виниклі небезпеки, але й активно працювати над їхньою попередженням. Діюча на Україні система охорони здоров'я та безпека праці дозволяє знижувати ризики та запобігати можливим аварійним ситуаціям, що, у свою чергу, сприяє якості праці та рівню безпеки працюючих.

Проект розроблено, враховуючи існуючі вимоги з охорони праці та цивільного захисту.

У спортивному комплексі виключено використання токсичних, хімічно агресивних, пожежо- та вибухонебезпечних речовин. Заплановано використання механічної, електричної, теплової енергії, а також енергії припливного повітря.

У даному розділі визначені основні ключові аспекти в сфері охорони праці та запропоновані необхідні технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації об'єкту проектування та визначені основні заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Також зазначено важливість відповідального підходу до цих питань та необхідність запровадження найсучасніших стратегій та технологій, які спрямовані на підвищення рівня безпеки працівників у всіх сферах діяльності.

Необхідно розуміти, що безпека праці – це не лише обов'язок влади чи керівництва підприємства, але й відповідальність кожного працівника. Тільки в єднанні зусиль можна забезпечити стабільну та безпечну працю, а також ефективну відповідь у надзвичайних ситуаціях.

5.1. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації об'єкта.

Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації об'єкта грають вирішальну роль у забезпеченні надійності, стабільності та безпеки функціонування об'єкта. Нижче розглянуті ключові аспекти технічних та організаційних рішень для забезпечення безпеки експлуатації об'єкта.

Технічні рішення:

- 1. Автоматизація систем безпеки:** Впровадження сучасних систем моніторингу та керування, які забезпечують постійний контроль за об'єктом та можливість автоматичної реакції на виявлені загрози. Це включає в себе системи

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			52

відеоспостереження, датчики диму, газу, температури, тисків тощо. Все обладнання яке використовується в даному проєкті обладнане необхідними засобами для захисту від несправностей.

2. **Системи контролю доступу:** Встановлення ефективних систем контролю доступу до об'єкта, що обмежують вхід лише авторизованим особам. Використання карток, біометричних технологій або інших ідентифікаційних методів підвищує рівень безпеки.
3. **Захист інформаційних систем:** Забезпечення надійного захисту інформаційних систем об'єкта від несанкціонованого доступу та кібератак.
4. **Аварійно-відновлювальні системи:** Встановлення систем, які дозволяють швидко виявляти та усувати несправності, а також забезпечують можливість швидкого відновлення роботи об'єкта в разі аварії.

Організаційні заходи:

1. **Планування евакуації та тренування персоналу:** Розроблення та практична реалізація планів евакуації в разі надзвичайних ситуацій. Проведення регулярних тренувань та навчань персоналу з дій в екстрених ситуаціях.
2. **Система внутрішнього контролю та аудиту:** Запровадження системи внутрішнього контролю, перевірок та аудиту з питань безпеки експлуатації об'єкта для своєчасного виявлення та виправлення можливих порушень.
3. **Стандартизація та сертифікація:** Використання стандартів безпеки та отримання сертифікацій для підтвердження відповідності об'єкта встановленим вимогам та нормативам.
4. **Система обміну інформацією з екстреними службами:** Встановлення ефективної системи співпраці та обміну інформацією з екстреними службами для оперативної реакції в надзвичайних ситуаціях.

Цілеспрямоване поєднання технічних та організаційних заходів дозволяє створити комплексну систему безпеки, забезпечуючи ефективний захист об'єкта та його персоналу в умовах різноманітних загроз.

5.1.1 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

При проектуванні спортивного комплексу були прийняті такі технічні рішення:

- Припливне та витяжне вентиляційне обладнання розташовані в спеціальних приміщеннях, вентиляційних камерах. Повітропроводи на кожному поверсі проходять у просторі між стелею на відстані 0,7 м. Зовнішні блоки, що постачають холод, розміщені на вулиці.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			53

– Витяжні повітропроводи виведені на висоту 0,5 м вище даху будівлі та оформлені архітектурною шахтою відповідно до [16].

– Всі повітропроводи, через які подається зовнішнє холодне повітря, обладнані ізоляцією. Це необхідно для запобігання конденсації вологи через температурний перепад між приміщеннями та оточуючим середовищем. Утворення конденсату може спричинити корозію металевих повітропроводів та призвести до небажаних наслідків, як вказано у [16].

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

– Для розташування електроапаратури і приладів щитового монтажу передбачені шафи щитового типу [16].

– Для забезпечення безпеки обслуговування передбачені люки для обслуговування, які можуть використовуватися при необхідності заміни фільтрів або перевірки роботи устаткування та повітропроводів.

5.1.2. Електробезпека

За рівнем небезпеки ураження персоналу електричним струмом приміщення двоповерхового оздоровчого центру віднесені до особливо небезпечних, оскільки вони характеризуються наявністю принаймні двох факторів підвищеної небезпеки:

- наявність струмопровідної підлоги;
- можливість одночасного контакту людини з металоконструкціями будинку, механізмами, що мають з'єднання з землею, а також з металевими корпусами електроустаткування і т. д.

Устаткування (кондиціонери, припливні установки, вентилятори, холодильники) живиться від трифазної, чотирьохпровідної електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю і робочою напругою 380/220 В. Застосована система захисного заземлення типу TN-C.

Заходи щодо уникнення електротравм при взаємодії зі струмопровідними деталями устаткування:

– Внутрішні електропроводки виконано на відстані від підлоги: 2,5 метра над робочими місцями і 3,5 метра над проходами.

– Струмопровідні частини електроустановок ізольовані, огорожені і розташовані в місцях які недоступних людям для доторкання до них (на недосяжній висоті або в спеціальних металевих шафах).

– Застосування низької напруги, відповідно до [14]:

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			54

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 розрахована установка мережі розеток 12 В;

г) норма опору ізоляції 1кОм/В;

д) використання подвійної ізоляції передбачає два рівні захисту: на першому рівні забезпечується ізоляція корпусу відносно струмопровідних частин, а на другому рівні – покриття корпусу електроустановок фарбою.

Забезпечено використання засобів орієнтації в електроустаткуванні, таких як написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація та різнобарвна ізоляція провідників окремих елементів електросхем. Це спрямовано на уникнення помилкових дій при обслуговуванні та експлуатації електроустаткування.

Застосовані заходи для уникнення електротравм при переході напруги на неструмопровідні елементи електроустановок, відповідно до вимог [14].

Оскільки вся мережа є трифазною чотирьохпровідною з глухозаземленою нейтраллю, для усунення ризику ураження людини струмом у випадку дотику до неструмопровідних металевих частин електроустановок, що опинились під напругою, проект передбачає використання системи захисного заземлення TN-C для металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф, що дозволяє усунути ризик ураження електричним струмом персоналу при пробі на корпус устаткування однієї фази мережі. Випадок короткого замикання спричиняє спрацювання системи захисту (автомату максимального струмового захисту, який відключає пошкоджене ЕУ від джерела електроживлення).

Система електрозахисних приладів виконується відповідно до [14].

У разі необхідності, для запобігання можливому ураженню електричним струмом додатково встановлюються переносні захисні бар'єри. Перелік додаткових заходів регламентується Правилами улаштування електроустановок споживачів (ПУЕ-2017).

Для безпечної роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал використовує діелектричні рукавички, гумові боти, кліщі для вимірювання струму та інструменти з ізольованими ручками. Також застосовують гумові килими та діелектричні підставки.

5.2. Виявлення та аналіз негативних та потенційно небезпечних виробничих факторів на об'єкті проектування. Заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.

5.2.1. Мікроклімат та склад повітря робочої зони.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, фізичні навантаження в оздоровчому комплексі за їхньою

					МД 23.144.00219 ПЗ	55
		№ докум.	Підпис			

інтенсивністю відносяться до категорії Іб (легкі).

Таблиця 5.1 – Стандарти санітарних показників 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 а 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	

З метою ефективного видалення повітря та подання чистого повітря в кожному приміщенні комплексу передбачено використання витяжної вентиляції та механічної загальнообмінної припливної вентиляції.

Регулярно здійснюють моніторинг параметрів мікроклімату за допомогою термометрів, психрометрів та анемометрів.

Розрахунок повітрообміну

У будинку передбачено систему вентиляції, що включає приплив зовнішнього повітря через системи вентиляції які розташовані за підшивною стелею, та витяжку повітря із приміщень за допомогою систем витяжки розташованих в коридорі та додаткових приміщеннях.

Для приміщення кабінету директора буде проведений розрахунок повітрообміну за методикою, описаною в [3].

Початкові дані

- зовнішнього повітря

$$t_{\text{зов.л.}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}, \varphi_{\text{зов.л.}} = 72\%;$$

- внутрішнього повітря

$$t_{\text{вн}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}, \varphi_{\text{вн}} = 50\%.$$

Масову витрату зовнішнього повітря для приміщень промислових та громадських будівель, де враховується тепло і волога, а також встановлена нормативна кратність повітрообміну та внутрішній об'єм, розраховують за наступною формулою:

$$L = m \cdot V_n \cdot \rho \quad (5.1)$$

де m – нормативна кратність циркуляції повітрообміну, $1/\text{год}$;

V_n – внутрішній об'єм даного приміщення, м^3 ;

ρ – густина навколишнього повітря, яке знаходиться в приміщенні в теплий період, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Визначення масової витрати повітря по формулі (3.1):

$$L = 2 \cdot 42 \cdot 1,205 = 101,22 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

У теплий період року зовнішнє повітря буде подаватися без охолодження.

5.2.2. Виробниче освітлення

Згідно [10], виконані роботи в комплексі відносяться до IV розряду зорових робіт (підрозряд «в»). Нормативи параметрів освітлення, згідно [10], подані в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Норми освітленості Е 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

Штучне освітлення реалізується за допомогою систем загального освітлення (рівномірного або локалізованого) та комбінованого освітлення, яке включає елементи місцевого освітлення додатково до загального.

В адміністративних приміщеннях забезпечується освітлення так, щоб працівники могли комфортно виконувати свої обов'язки без надмірного напруження зору.

Освітленість, вимірювана в люксах, нормується відповідно до [10].

Вибір джерел освітлення здійснено відповідно до призначення приміщень.

Обрано систему рівномірного загального освітлення, де припустиме значення освітленості для адміністративних приміщень складає 300 лк. Використовуються світильники типу люмінесцентних ЛБ, виконані у нормальному стандарті.

5.2.3. Виробничий шум і вібрація

Захист від шуму та його нормування забезпечуються відповідно до вимог [13].

Вихідні дані:

Нормовані параметри:

– Рівень звуку L_A , дБА:

$$L_A = 20 \cdot \lg \frac{P_{Ai}}{P_o}, \quad (5.4)$$

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 складе 40 дБА, що задовольняє вимогам.

У технічних приміщеннях, таких як вентиляційні камери, вентилятори стають джерелом шуму. Також в адміністративних приміщеннях вентилятори виступають як джерело шуму.

Для зменшення негативного впливу шуму передбачено наступні заходи:

- Вентиляційні установки встановлюються в окремих ізольованих приміщеннях та вентиляційних камерах.
- Обмеження швидкості обертання робочих коліс вентиляторів.
- Припливні вентилятори встановлюються на ізольованих від вібрації підставках.
- Повітропроводи, що з'єднуються з вентиляторами, мають гнучкі вставки.
- Витяжні вентилятори виконані у корпусі зі звукоізоляцією.
- Прямо за установками на припливних повітропроводах встановлені шумоглушники.

Нормовані параметри вібрацій:

- Швидкість вібрації – V , м/с;
- Прискорення вібрації – W , м/с².

Логарифмічний рівень швидкості вібрації:

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{V_i}{V_o}, \quad (5.5)$$

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.

Допустимі параметри вібрацій, що залежать від характеру, частоти та напрямку, регламентуються відповідно до [13].

Збудниками вібрації у даному проекті є вентиляційне обладнання.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			58

Для зменшення вібрації, що виникає від обладнання, передбачено використання вібродемпфуючого матеріалу для обшивки вентиляторів.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.3.1 Технічні та організаційні заходи щодо ліквідації /локалізації/ аварійних ситуацій.

Метою плану локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій є планування дій (взаємодії) персоналу підприємства, спецпідрозділів, населення, центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування щодо локалізації і ліквідації аварій та пом'якшення їх наслідків.

Аварії в залежності від їх масштабу можуть бути трьох рівнів: А, Б і В. На рівні "А" аварія характеризується розвитком аварії в межах одного виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці), яке є структурним підрозділом підприємства. На рівні "Б" аварія характеризується переходом за межі структурного підрозділу і розвитком її в межах підприємства. На рівні "В" аварія характеризується розвитком і переходом за межі території підприємства, можливістю впливу уражальних чинників аварії на населення розташованих поблизу населених районів та інші підприємства (об'єкти), а також на довкілля.

Розробка ПЛАС може виконуватися власником самостійно або із залученням спеціалізованих організацій за умови, що вони мають дозвіл на виконання такої роботи, отриманий в установленому порядку.

5.3.2 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС

Персонал у разі виникнення надзвичайної ситуації (НС) повинен діяти відповідно до ретельно розроблених планів та інструкцій, спрямованих на забезпечення безпеки працівників та максимально ефективного управління ситуацією. Нижче наведено загальні обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації:

Обов'язки:

1. Виявлення та повідомлення:
 - Негайне виявлення надзвичайної ситуації або загрози її виникнення.
 - Сповіщення відповідних служб, включаючи екстрені рятувальні служби та службу безпеки.
2. Захист життя та здоров'я:
 - Забезпечення власної безпеки та безпеки інших працівників.
 - Вживання заходів для уникнення травм та негайна допомога потерпілим.
3. Локалізація та ліквідація:
 - Здійснення заходів для локалізації поширення надзвичайної ситуації.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			59

- Допомога у ліквідації чи зменшенні наслідків аварії.
4. Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):
- Носіння та правильне використання засобів індивідуального захисту відповідно до встановлених вимог.
5. Дотримання інструкцій та планів:
- Дотримання вказівок та інструкцій, передбачених планами дій у надзвичайних ситуаціях.

Дії:

1. Евакуація:
 - Сприяння у проведенні евакуації персоналу та відвідувачів.
 - Відправлення на евакуацію усіх осіб, які можуть бути в зоні небезпеки.
2. Перевірка засобів безпеки:
 - Перевірка роботи систем безпеки та аварійних інструментів.
 - Забезпечення належної роботи систем виявлення та сигналізації.
3. Надання допомоги:
 - Надання першої допомоги потерпілим, якщо це можливо та без небезпеки для власного здоров'я.
4. Запобігання забруднення довкілля:
 - Мінімізація викидів та забруднення навколишнього середовища.
 - Застосування заходів для обмеження витоків речовин.
5. Комунікація із службами надзвичайних ситуацій:
 - Послідовна та ефективна комунікація із службами надзвичайних ситуацій та внутрішніми командами.

Ці обов'язки та дії повинні бути чітко визначені в планах безпеки та регулярно переглядатися та тренуватися персоналом для забезпечення високого рівня готовності до реагування на надзвичайні ситуації.

5.3.3 Вимоги щодо оповіщення персоналу при НС

Ефективне оповіщення персоналу під час надзвичайних ситуацій (НС) є критично важливим елементом для забезпечення безпеки та швидкого реагування на потенційні загрози. Вимоги щодо оповіщення персоналу повинні бути чітко визначені в планах безпеки та враховувати конкретні особливості об'єкта чи підприємства. Ось кілька загальних вимог:

1. Система оповіщення:
 - Встановлення ефективної системи оповіщення, яка включає в себе звукові, візуальні та можливо текстові сигнали.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			60

- Використання різноманітних засобів оповіщення, таких як дзвінки, гучмові та світлові сигнали, системи голосового оповіщення.

2. Тестування та обслуговування систем:

- Регулярне тестування систем оповіщення для перевірки їхньої працездатності.
- Своєчасне обслуговування та ремонт обладнання для запобігання можливим відмовам у роботі.

3. Чіткі інструкції для персоналу:

- Розробка інструкцій та протоколів для персоналу щодо дій при отриманні сигналу оповіщення.
- Забезпечення доступу до інформації щодо того, як і коли слід реагувати на сигнали оповіщення.

4. Інтеграція із системами безпеки:

- Інтеграція систем оповіщення з іншими системами безпеки, такими як системи виявлення газів, пристрої автоматичного вимикання, системи пожежогасіння.

5. Резервні засоби оповіщення:

- Встановлення резервних засобів оповіщення в разі відмови основних систем.
- Забезпечення надійної системи збереження електропостачання для оповіщувального обладнання.

6. Навчання та тренування персоналу:

- Проведення навчань та тренувань персоналу щодо коректної реакції на сигнали оповіщення.
- Періодичне оновлення знань та навичок персоналу у сфері оповіщення та евакуації.

7. Інформування громадськості:

- Передача інформації щодо процедур оповіщення та дій в надзвичайних ситуаціях громадськості та іншим зацікавленим сторонам.

Ці вимоги слід адаптувати до конкретних умов та потреб конкретного об'єкта чи підприємства. Оповіщення повинно бути систематично перевіряним і актуалізованим для врахування змін у структурі підприємства чи об'єкта, а також для вдосконалення його ефективності.

5.3.4 Пожежна безпека

В технічних та адміністративних приміщеннях будинку ризик виникнення пожеж пов'язаний з функціонуванням електрообладнання.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			61

Пожежі можуть виникати з різних причин, і ось кілька можливих:

1. Коротке замикання електромережі: Неправильна ізоляція електропроводки або пошкодження ізоляції може спричинити коротке замикання, що призводить до пожежі.
2. Перевантаження електромережі: Підключення занадто багатьох електроприладів до однієї розетки або ланцюга може спричинити перевантаження, що викликає перегрів і може призвести до загоряння.
3. Несправності електроприладів: Пошкоджені або некоректно експлуатовані електроприлади можуть викликати перегрів та пожежі.
4. Користування побутовою технікою неправильно: Неправильна експлуатація електроприладів, наприклад, залишення їх увімкненими без нагляду або підключення несумісних пристроїв, може стати причиною пожежі.
5. Погана електроізоляція будівельних матеріалів: Використання матеріалів із слабкою електроізоляцією може сприяти поширенню пожежі.
6. Неполадки в електричній системі будівлі: Проблеми у внутрішній електричній системі будівлі, такі як несправності в електрощитках чи розетках, можуть призвести до пожежі.
7. Кухонні пожежі: Неналежна експлуатація газових або електричних плит, печей та іншого обладнання в кухні може бути причиною пожежі.
8. Зовнішні фактори: Блискавка, удари електричним струмом або інші природні фактори також можуть спричинити пожежу.

Ці причини не є вичерпним списком, і для запобігання пожежам важливо дотримуватися правил безпеки, ретельно обслуговувати електрообладнання та дотримуватися норм і вимог щодо електробезпеки.

Технічні приміщення (вентиляційні камери) та адміністративно-побутові зони мають класифікацію як категорія Д з пожежонебезпеки П-Па.

Заходи для попередження пожеж включають в себе різноманітні технічні рішення, які розроблені відповідно до вимог [3, 4, 11, 12, 13].

1. З метою запобігання пожеж у приміщеннях, обладнаних системами сигналізації проти пожежі, передбачається автоматичне відключення всіх вентиляційних систем згідно з пунктом 4.28 [3].

2. Місцеву витяжну систему (систему TO1) спроектовано як окрему від загальнообмінної вентиляційної системи відповідно до пункту 4.28 [3].

3. Димові викиди в атмосферу від вентиляційних систем виносяться на відстань більше 10 м по горизонталі або 6 м по вертикалі від приймальних пристроїв зовнішнього повітря згідно з пунктом 7.5 [3].

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			62

4. Для запобігання поширенню вогню транзитні повітропроводи обладнані клапанами затримки вогню у місцях їх перетинання з протипожежними стінами.

5. Повітропроводи систем В1 і В2, розташовані в існуючих каналах житлового будинку, виготовлені з листової сталі товщиною 1,0 мм для забезпечення вогнестійкості протягом 1 години.

6. Заземлення вентиляційного обладнання реалізовано для захисту від статичної напруги.

7. Усі повітропроводи в технічних приміщеннях ізолювані, при цьому ізоляція складається з двошарового матеріалу: перший шар – мінеральна вата, а покривний матеріал – фольга.

8. Всі повітропроводи заземлені, а на фланцевих з'єднаннях передбачені електропровідні перемички.

9. Проект включає заходи як захист від короткого замикання, такі як плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі і прилади захисного відключення.

10. Електрична проводка прокладена в трубах і металевих рукавах для забезпечення безпеки експлуатації.

Технічні рішення спрямовані на запобігання розповсюдженню пожежі, забезпечення безпеки людей та матеріальних цінностей, а також створення умов для ефективної ліквідації пожежі.

Передбачається автоматичне відключення систем вентиляції та кондиціонування повітря при спрацьовуванні систем повідомлення або гасіння пожежі, а також активація вентиляційного обладнання для забезпечення подачі повітря на сходах. Для розміщення первинних засобів пожежогасіння на об'єкті встановлені спеціальні пожежні щити з набором:

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

Щити розташовані на видних і легкодоступних місцях, найближче до виходів з приміщень.

У всіх адміністративно-побутових приміщеннях передбачено систему пожежної сигналізації.

Здійснюється постійний контроль за станом засобів пожежогасіння. Персонал регулярно проходить протипожежні тренування з відпрацюванням навичок пожежогасіння, які проводяться двічі на рік.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			64

6. СТАРТАП-ПРОЄКТ

6.1. Резюме проєкту

Центральною концепцією цього проєкту є створення виробництва теплонасосних систем, використовуючи такі компоненти, як теплові насоси типу «повітря-повітря», рекуператор теплоти та систему рециркуляції повітря. Мета полягає в ефективному використанні тепла вентиляційних викидів для задоволення потреб споживачів у теплопостачанні.

Створюване підприємство спеціалізується на виробництві теплових насосів типу «повітря-повітря», рекуператорів теплоти, і здійснює забезпечення рециркуляції повітря.

З метою впровадження даного проєкту передбачається створення нового виробництва, спрямованого на використання альтернативних джерел енергії, зокрема теплових насосів. Для досягнення поставленої мети необхідно орендувати приміщення для зборки та підготовки систем до встановлення на об'єкти. Також важливо створити ефективну робочу команду, що складатиметься з одного проєктувальника, трьох монтажників та одного менеджера по проєкту.

Основними консументами виробленої продукції є приватні житла та житлові комплекси, включаючи компанії, які спеціалізуються на будівництві житлових об'єктів та ті, що займаються модернізацією систем теплопостачання будинків і переходом до альтернативних джерел енергії. Крім того, ці продукти знайдуть своє застосування в державних та громадських спорудах, таких як органи державної влади, житлові об'єкти та комерційні підприємства у різних регіонах країни. Протягом першого року реалізації проєкту планується виготовлення 6 одиниць продукції, що складатиме приблизно 13% частку на ринку даного сектору.

Наше підприємство володіє конкурентною перевагою, оскільки на сьогодні в Україні відсутнє будь-яке підприємство, яке спеціалізується на розробці теплових насосів, здатних забезпечувати стабільну ефективність у холодний період року, не використовуючи централізовану систему теплопостачання. Типово теплові насоси "повітря-повітря" використовуються в місцях з помірним кліматом і залишаються залежними від централізованого теплопостачання. Ми використовуємо моделі насосів потужністю 6, 10, 12 та 16 кВт від виробника "CHOFU" (Японія) і оснащуємо їх додатковими повітрянагрівачами для ефективної роботи навіть у найхолодніший період року. Це гарантує стабільну функціональність теплових насосів у будь-яких погодних умовах.

Для успішної реалізації даного проєкту потрібно здійснити інвестиції в розмірі 2531 тис. грн. Термін окупності витрат складає лише 2,05 років, індекс рентабельності інвестицій

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			65

за 5 років становить 6 одиниці, а досягнення рівня беззбитковості можливо вже протягом першого року функціонування проєкту.

6.2. Організація проєкту

Основна мета даного проєкту полягає в зниженні реліантності на традиційні джерела енергії, такі як природний газ та нафта, шляхом переходу до використання більш екологічно чистих та продуктивних джерел енергії, зокрема теплових насосів. Це сприятиме зменшенню негативного впливу на екологію та зниженню витрат на опалення та вентиляцію будівель. Крім того, створення таких систем дозволить забезпечити стабільний та ефективний режим опалення та вентиляції приміщень, що має особливе значення в умовах холодних періодів року.

Позитивний вплив на довкілля є ключовим аспектом цього проєкту. Використання теплових насосів сприятиме значному зменшенню викидів CO₂ та інших шкідливих речовин, які виникають при спалюванні традиційних видів палива. Це дозволить нашій ініціативі внести вагомий внесок у стратегію збереження природи та зниження впливу на зміни клімату.

Додатково, використання теплових насосів сприяє диверсифікації джерел енергії, зменшуючи залежність від нестабільних ринків традиційного палива. Це важливо з точки зору енергетичної безпеки та забезпечення стійкості енергетичного сектору країни.

Крім того, наш проєкт відкриває нові можливості для створення робочих місць та розвитку високотехнологічного виробництва в Україні. Впровадження сучасних технологій у виробництві теплових насосів сприятиме розвитку наукового потенціалу та підвищить конкурентоспроможність нашої країни на міжнародному ринку в сфері енергоефективних технологій.

Основною сферою діяльності нашого підприємства є виробництво інноваційних систем опалення, заснованих на повітряних теплонасосах з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря.

Для успішної реалізації цього проєкту передбачається створення нового виробництва, через оренду відповідного приміщення та закупівлю необхідних компонентів для монтажу систем теплопостачання та вентиляції. Наше виробництво буде спиратися на передові технології, що дозволить зменшити залежність від традиційних джерел теплоти, здійснити економію порівняно з централізованим теплопостачанням та скоротити витрати енергоресурсів.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			66

6.3. Канва моделі стартап-проєкту

У табл. 6.1 показано зведені позиції, з яких складається модель даного стартап-проєкту. Кожна наведена позиція окремо описується у наступних пунктах цього розділу МД.

Таблиця 6.1 – Канва моделі стартап-проєкту

КЛЮЧОВІ ПАРТНЕРИ	КЛЮЧОВІ ВИДИ ДІЯЛЬНОСТІ	ЦІННІСНІ ПРОПОЗИЦІЇ	ВЗАЄМОВІДНОСИНИ ЗІ СПОЖИВАЧАМИ	СПОЖИВЧІ СЕГМЕНТИ
Ключовими партнерами є різноманітні підприємства, які активно взаємодіють у сфері запуску проєктів. Це включає як конкуруючі, так і неконкуруючі компанії, спеціалізовані в паливно-енергетичному секторі та зайняті у питаннях утилізації та переробки побутових відходів. Зокрема, наші партнери включають безпосередніх споживачів, що сприяє розширенню сфери впливу.	Створення новітньої технології утилізації теплоти вентиляційних викидів; створення ринкових відносин з виробниками; модернізація вітчизняної тех. бази; введення ТН в житловий сектор країни.	Оптимізація комунальних витрат є важливим кроком у нашій стратегії, спрямованій на сталі покращення ефективності. Наша ініціатива спрямована на створення умов для більш раціонального використання природних ресурсів, що в свою чергу сприяє зменшенню навантаження на екосистему та поліпшенню екологічної ситуації.	Кожна категорія споживачів висуває високі вимоги до стійкості системи, в яку вони інвестують. Окрім цього, споживачі прагнуть отримати надійний, прибутковий і екологічно чистий продукт, щоб відчувати повну впевненість у виборі передової технології.	Багатопрофільні підприємства, багатосторонні платформи (державні підприємства та забудови; підприємства теплопостачання та виробництва електроенергії)
	КЛЮЧОВІ РЕСУРСИ		КАНАЛИ ЗБУТУ	
	Розташування недалеко від стратегічних транспортних вузлів та інженерних комунікацій – це один із ключових аспектів нашого місцезнаходження. Ми активно використовуємо цю перевагу для забезпечення ефективної логістики та швидкого доступу до ринків.		Канали збуту є нульового рівня та однорівневими.	

Продовження табл. 6.1

СТРУКТУРА ВИТРАТ	ПОТОКИ НАДХОДЖЕННЯ ДОХОДІВ
Стартап-проект передбачає значні витрати як у сфері інвестицій, так і виробництва, і при цьому особливу вагу і витрати придбання необхідного обладнання визначаються як ключовий та витратний компонент. Запуск проекту та налагодження його операцій виявляються одними з найвитратніших і складних етапів у порівнянні з іншими ключовими напрямками.	Проект генерує позитивні потоки доходів, що відображаються у чистому присутньому значенні ($NPV = 81121 > 0$). Індекс рентабельності інвестицій у проект представляє собою високо привабливий показник, досягаючи $ROI = 13,75$, що перевищує мінімальний рівень та вказує на ефективність вкладених коштів ($ROI > 1$).

6.4. Ключові види діяльності проекту

6.4.1. Тип проекту за типом інновації:

- Впровадження новітньої технології – розробка системи повітряного опалення та вентиляції з використанням теплових насосів, продемонструвало вражаючі позитивні результати під час зимового періоду року. Використання теплових насосів для задоволення власних потреб у теплопостачанні стало не лише ефективним, але й передовим рішенням у галузі опалювальних систем;
- Організаційні новації у формі впровадження цієї інноваційної технології не лише сприятимуть зменшенню техногенного впливу людства на планету, але й відкриють нові можливості для покращення умов проживання споживачів;

6.4.2. Направленість проекту:

- Виробництво теплопостачальних систем, що базуються на теплових насосах, має високий потенціал конкурентоспроможності на вітчизняному ринку. Основною метою проекту не є просто випуск таких систем, але й надання споживачеві можливості заощаджувати на придбанні енергоносіїв, які традиційно використовуються у централізованому теплопостачанні та є невідновлюваними джерелами теплоти;
- Модернізація вітчизняної технологічної бази передбачає не лише оновлення структури повітряних теплових насосів, але й впровадження нових методів для підвищення енергоефективності цих систем;
- Розширення обсягів виробництва передбачає поетапне зростання виробничих масштабів, де щорічно збільшується кількість виготовлених одиниць, з метою забезпечення зростаючого числа споживачів;
- Заощадження енергоресурсів внаслідок використання теплових насосів буде досягнуто шляхом оптимізації витрат палива, використовуючи тепло вентиляційних викидів для утилізації. Це сприятиме зменшенню енергозалежності

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			68

нашої країни та стане важливим кроком у створенні більш енергоефективного статусу;

- Покращення екологічного стану оточуючого середовища передбачає зменшення обсягів шкідливих викидів, які утворюються при процесі спалювання палива.

6.4.3. Висновок стосовно науково-технічного рівня концепції.:

- На рівні найкращих світових аналогів (зазначена технологія не є новинкою у глобальному масштабі. Вже давно провідні країни впроваджують повітряні теплові насосні системи для опалення та вентиляції приміщень. Крім того, використання теплових насосів у промисловості має велике значення для країн Європи);
- Наявність обмеженої кількості аналогів в Україні (В Україні є обмежений досвід впровадження подібних систем, проте цей досвід є невеликим і вимагає активного розширення та подальшого розвитку);
- Вище за існуючі в Україні аналогічні розробки за окремими показниками (в нашій країні наявні схеми з утилізації вентиляційних викидів, але вони мають більш просту конфігурацію та виявляють недоліки у роботі теплових насосів при низьких температурах зовнішнього повітря).

6.4.4. Ключові етапи, що становлять складову частину стартап-проєкту, представлені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Основні процеси стартап-проєкту

Група процесів	Процес	Ступінь опрацювання процесу	
		реалізовано	буде реалізовано
Розробка систем	Розробка і конструювання систем		+
	Розробка і конструювання процесу		+
	Технологічна підготовка виробництва		+
Вимоги споживачів	Дослідження розвитку ринку	+	
	Організація маркетингу і продажів		+
Виконання замовлень	Забезпечення і матеріально-технічний збут		+
	Планування і управління виробництвом		+
	Виробництво систем		+
Обслуговування споживача	Післяпродажне обслуговування		+
	Повернення систем		+

6.5. Ціннісні пропозиції та споживачі

6.5.1. Процес створення споживчої цінності для проекту:

- Підвищення рівня задоволення існуючих потреб (пов'язане з тим, що наразі існує велика кількість житлових секторів, які залежать від ціноутвореної вартості газу, що на сучасний момент є нестабільною та завищеною. Застосування запропонованої системи дозволить зменшити цей недолік в енергетичному секторі нашої країни та дозволить житловому сектору зекономити на власних потребах у теплопостачанні);
- Здешевлення задоволення існуючих потреб (використання наведених систем сприятиме зниженню витрат на комунальні послуги у порівнянні із централізованим теплопостачанням);
- Формування та задоволення нових потреб (одним із векторів розвитку даного стартап-проекту полягає у задоволенні потреб у теплопостачанні за допомогою утилізації теплоти вентиляційних викидів за допомогою запропонованої теплової насосної установки та подальшого виробництва корисної теплової енергії).

6.5.2. Сутність концепції стартап-проекту відображено у вигляді таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Зміст ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Сегменти споживачів	Цінність для споживачів
1	2	3	4
Розробка передових систем опалення та вентиляції вирізняється неабиякою технологічною проривністю, що проявляється в підвищеній ефективності та застосуванні теплових насосів для задоволення власних потреб у системі теплопостачання. Одним із ключових акцентів нашого підходу є інноваційна стратегія утилізації теплоти викидів вентиляційних систем, що сприяє формуванню стабільних та вкрай ефективних енергозабезпечувальних систем.	1. Використання як джерела тепла для опалення житлових комплексів та громадських споруд.	Державні органи, установи з фінансуванням з державного бюджету та споживачі промислової продукції.	Ефективне зменшення фінансових витрат на житлово-комунальні послуги, сприяння екологічно стійкому розвитку, реальне скорочення енергетичної залежності та максимальна легкість у щоденній експлуатації.
	1. Застосування для систем вентиляції та кондиціонування в житлових комплексах та громадських спорудах.	Громадські установи, які діють у сфері державного управління, організацій, що операціонують на основі бюджетного фінансування, а також споживачі продукції промислового призначення.	Зниження фінансових витрат на комунальні послуги, акцент на екологічній стійкості, редукція енергетичної залежності та легкість у використанні.

6.5.3. Оцінка концепції стартап-проєкту представлена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Оцінка концепції стартап-проєкту

Техніко-економічні характеристики ідеї	Продукція конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проєкт	Конкурент (електронагрівач)	Аналог (ТН «повітря-повітря»)			
1	2	3	4	5	6	7
Розташування	Близьке	Близьке	Близьке	-	-	Відсутність проблем з транспортуванням
Характер поставок	Оптові поставки, прямі договори	Оптові поставки, прямі договори	Оптові поставки, прямі договори	-	-	Процес поставок не займає багато часу
Вид продукції	Теплова енергія	Теплова енергія	Теплова енергія	Необхідно додаткове обладнання	Однаковий вид продукції	Зменшення енергетичних витрат
Якість	Висока	Середня	Середня	-	-	Визначено за результатами попереднього аналізу
Ціна	0,5 грн/кВт	2,62 грн/кВт	0,6 грн/кВт	Ціна не є значно нижчою	Ціна знаходиться на рівні конкурента та аналога	Характер поставок нівелює вищу ціну продукції
Доля ринку	5% (визначено за попереднім аналізом)	18%	25%	На етапі становлення доля ринку буде низькою	-	-

6.5.4. Результати технологічного аудиту концепції стартап-проєкту представлені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Результати технологічного аудиту концепції стартап-проєкту

Ідея проєкту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Виробництво теплової енергії	Прямий нагрів повітря в приміщенні	Система укомплектовується з готових деталей. Збір відбувається при встановленні на обраному об'єкті	У якості основного технологічного комплексу будуть використовуватися теплові насоси типу «повітря- повітря»; рекуператори алюмінієві
Утилізація теплоти викидного повітря	Встановлення рекуператора та рециркуляції повітря		
Вибрана технологічна концепція для реалізації цього проєкту ґрунтується на застосуванні вже відомої та широко використовуваної технології, яка здобула популярність у провідних країнах світу. Оскільки ця технологія вже існує, не потрібно розробляти її заново, проте існує можливість її оптимізації та адаптації під українські умови. Завдяки вивченню та вдосконаленню цієї технології автори проєкту можуть оптимально використати її потенціал за наявності необхідного фінансування.			

6.5.5. Оцінка переваг і недоліків, а також визначення можливостей і загроз для стартап-проєкту представлені у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – SWOT-аналіз стартап-проєкту

Сильні сторони (S):	Слабкі сторони (W):
– Доступність комплектуючих	– Ціна не є значно нижчою за ціну конкурентів та аналогів
– Висока ефективність утилізації тепло-ти	– На етапі становлення доля ринку буде низькою
– Простота в використанні та реалізації	– Громісткість системи порівняно з ана-логом
– Великий термін експлуатації	
– Можливість використання нічного тарифу	

Можливості (О):	Загрози (Т):
– Виробництво конкурентоспроможної продукції	– Поломка обладнання – збільшення простоїв і затрат на ремонт
– Розвиток технології отримання корисної теплової енергії шляхом утилізації теплоти викидного повітря	– Новизна технології – збільшення затрат на освоєння, зниження об'ємів виробництва
– Залучення закордонних інвесторів для створення дослідницьких центрів	– Недостатня надійність – збільшення аварійності технології
– Створення інноваційних технологій у даній сфері, їх патентування	

6.6. Взаємовідносини зі споживачами та канали збуту

Взаємодія з клієнтами та стратегії розповсюдження для вказаного стартап-проєкту узагальнено в загальній таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – В Взаємодія з клієнтами та стратегії розповсюдження для вказаного стартап-проєкту

Сегмент споживачів	Особливості поведінки	Вимоги споживачів	Канали збути	Інші аспекти взаємовідносин
1	2	3	4	5
Житлові комплекси та об'єкти громадського призначення, які охоплюють спеціалізовані підприємства, що займаються будівництвом житлових комплексів, а також компаній, спеціалізовані на реконструкції громадських та житлових споруд.	Здатність населення встановлювати теплові насоси, що включені до цього проєкту, може залежати від загального економічного стану країни та стійкої фінансової спроможності громадян. З урахуванням цього фактору, у рамках цього проєкту розглядається можливість укладення договорів з підприємствами, оскільки не всі члени населення можуть фінансово дозволити собі встановлення теплових насосів.	Швидкість нагрівання приміщень, легкість у використанні, наявність альтернативних джерел теплового комфорту та стабільність цін на вироблену продукцію.	Відсутність торговельних посередників, що перекладається на прямий трансфер теплових насосів споживачеві, включаючи всі важливі компоненти впровадженої концепції.	Компанії, що спеціалізуються на будівництві житлових комплексів, можуть зіткнутися з технічними викликами при впровадженні систем; у разі такої ситуації ми гарантуємо доступ до висококваліфікованих фахівців для здійснення монтажних робіт.

6.7. Обґрунтування ресурсів та витрат проєкту

Обґрунтування ресурсів та витрат для проєкту подано у таблицях 6.6 – 6.12.

Таблиця 6.6 – Визначення ціни

					МД 23.144.00219 ПЗ	73
		№ докум.	Підпис			

Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на продукцію	Розрахункова ціна продукції
0,9-1,8 грн/кВт	0,4-0,6 грн/кВт	131255 грн/міс	0,5-5 грн/кВт	0,5 грн/кВт

Таблиця 6.9 – Визначення обсягу виробництва продукції здійснюється.

Показник	Значення по роках				
	2023	2024	2025	2026	2027
Загальна потреба в продукції	2001 шт	2550 шт	2850 шт	3050 шт	3250 шт
Можливі річні обсяги випуску	7 шт	11 шт	15 шт	21 шт	26 шт
в натуральних показниках					
Ціна одиниці продукції (грн/шт)	500500	500500	500500	500500	500500
Річні обсяги випуску в вартісних показниках (тис. грн.)	3500	5500	7500	10500	13000

Таблиця 6.10 – Обчислення загальних початкових інвестиційних витрат проводиться.

Назва етапу	Строки виконання	Обсяги фінансування, тис. грн.
1	2	3
Проведення досліджень	1 місяці	25
Придбання устаткування	2 місяці	200
Організація діяльності та запуск проєкту	6 місяців	200
Витрати на управління	1 місяць	50
Інші витрати	-	30
Разом	12 місяців	505

Таблиця 6.11 – Розрахунок виробничих витрат

Стаття витрат	Сукупні витрати за період, тис. грн.				
	2023	2024	2025	2026	2027
1	2	3	4	5	6
1 Загальногосподарські витрати	206	218	250	282	254
1.1 витрати на оренду	120	125	150	175	200
1.2 комунальні витрати	36	38	40	42	44
1.3 витрати на збут, просування та рекламу	50	55	60	65	70
2 Витрати на матеріальні ресурси	1500	2500	3500	5000	6250
3 Витрати на оплату праці	200	250	300	350	400
4 Інші витрати (якщо є)	120	120	120	120	120
Разом	2026	3088	4170	5752	7084

Таблиця 6.12 – Розрахунок загальних витрат на впровадження стартап-проєкту розглядається в розрізі років.

Показник	Значення по роках					Разом
	2023	2024	2025	2026	2027	
Інвестиційні витрати	505	-	-	-	-	505
Виробничі витрати	2026	3088	4170	5752	7084	22120
Обсяг загальних витрат, в тому числі за рахунок	2531	3088	4170	5752	7084	22625
– власних коштів	-	3088	4170	5752	7084	20094
– коштів інвестора	2531	-	-	-	-	2531

6.8. Грошовий потік та оцінка вартості стартап-проекту розглядаються в контексті фінансової динаміки та оцінювання цінності.

6.8.1. Створення грошового потоку внаслідок впровадження проекту.

Таблиця 6.13 – Створення грошового потоку від впровадження проекту.

Показник	Значення по роках					Разом
	2023	2024	2025	2026	2027	
Надходження від проекту (виручка від реалізації продукції, послуг – див. 2 п. 5.7) (D)	3500	5500	7500	15050	13600	35500
Загальні витрати (див. 5 п. 5.7) (I), в тому числі	2561	3188	4278	5866	7194	23825
Грошовий потік (3 = 1 – 2) (CF)	469	1912	2830	4248	5416	14875
Акумуляований грошовий потік (ACF)	480	2441	5321	9625	14725	-

6.8.2. Розрахунок собівартості даного стартап-проекту

Найменування методу	Умови застосування	Отримана оцінка	Частка венчурного інвестора	Рішення щодо інвестування в проект
Метод скорингу	1.Розрахунок середньої оцінки компаній в регіоні та в галузі.	7,9млн/грн	45%	4,08 млн/грн
	2.Визначення оцінки стартапу			

6.9 Економічне обґрунтування вибору ТН

Установка теплового насоса в якості базового джерела потребує обґрунтування потужності для його встановлення. Пікове джерело використовується для забезпечення потреб у періоди максимального навантаження. Це призводить до збільшених експлуатаційних витрат, проте в порівнянні з тепловим насосом характеризується меншими капітальними вкладеннями. Тоді як тепловий насос, навпаки, вимагає значних капітальних витрат, йому притаманні менші експлуатаційні витрати, порівняно з газовим чи електричним котлом, використовуваним для покриття пікових теплових навантажень.

Оптимальний вибір проектного рішення для встановлення повітряного теплового насоса передбачає ґрунтовний аналіз різноманітних факторів, що впливають на його ефективність та економічну обґрунтованість. Серед цих факторів важливо розглядати кліматичні, технологічні та цінові аспекти..

Для знаходження рішення даного питання потрібно вирішити наступні задачі:

- Визначення умов та критеріїв для оптимізації даного рішення, щодо доцільності переходу на теплопостачання від ТН;
- Встановити зв'язок між критеріями та кліматичними, техніко-технологічними й ціновими факторами, які впливають на доцільність встановлення теплового насоса;
- Розглянути вплив факторів щодо доцільності встановлення теплового насоса.

Ключовим критерієм оцінки економічної ефективності у вирішенні щодо встановлення теплового насосу є період окупності. Наявність терміну окупності визначається його відношенням до граничного значення, маючи на меті зробити його мінімальним порівняно з усіма альтернативними варіантами.

Оцінка ефективності впровадження теплового насоса в ролі основного джерела тепла передбачає ретельний аналіз обґрунтованості переходу з вже встановленого джерела теплопостачання, яке використовує природний газ, на нове джерело тепла, засноване на тепловому насосі.

Термін окупності інвестицій T_o за рахунок економії енергоресурсів визначається за формулою:

$$T_o = \frac{K}{\Delta_3}, \quad (6.1)$$

де K – капіталовкладення в будівництво, грн;

Δ_3 - прибуток за рахунок можливого скорочення річних експлуатаційних витрат при переході від існуючого джерела теплоти до джерела теплоти на основі теплового насоса.

$$\Delta_3 = 3 - 3_E, \quad (6.2)$$

де $3, 3_E$ – експлуатаційні витрати при теплопостачанні від існуючого та запропонованого джерела теплоти, грн/рік.

У свою чергу значення щорічного прибутку можна визначити за формулою:

$$\Delta_3 = 3 - [Q_{\text{РІК_ТН}} \cdot c_{\text{ел}} / K T_{\text{РІК}} + v_{\text{газу}} \cdot k + S_{\text{АМ}} + S_{\text{РЕМ}} + S_{\text{ІН}}], \quad (6.3)$$

де $c_{\text{ел}}$ – вартість електричної енергії, грн/кВт-год; ($c_{\text{ел}}=2,64$ грн/кВт-год станом на 01 червня 2023р) ;

$K T_{\text{РІК}}$ – середньорічний коефіцієнт трансформації теплового насоса;

$S_{\text{АМ}} + S_{\text{РЕМ}} + S_{\text{ІН}}$ – відповідно амортизаційні витрати, витрати на ремонт та інші витрати, грн/рік, визначаються як певний процент k_B від капітальних витрат K .

$Q_{\text{РІК}}$ – середньорічна кількість теплоти, яку необхідно подати споживачу, кВт-год/рік;

$$Q_{\text{РІК}} = \frac{Q_p \cdot D}{(t_{\text{ВН}} - t_p)}, \quad (6.4)$$

де $t_{\text{ВН}}, t_p$ - температура повітря всередині приміщення та розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, °C;

D – кількість градусо-днів на території розміщення об'єкта, град-днів (для міста Суми $D=3476$ град-днів згідно [2]);

Q_p - розрахункова (максимальна) потужність теплового навантаження, кВт

$$Q_p = Q_{\text{ВЕНТ}}^{\text{MAX}} + Q_{\text{ОП}}^{\text{MAX}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{MAX}} = 33 + 60 + 40 = 133 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{РІК}} = \left[\frac{133 \cdot 3476}{24 - (-25)} \right] \cdot 24 = 226436 \text{ кВт-год/рік,}$$

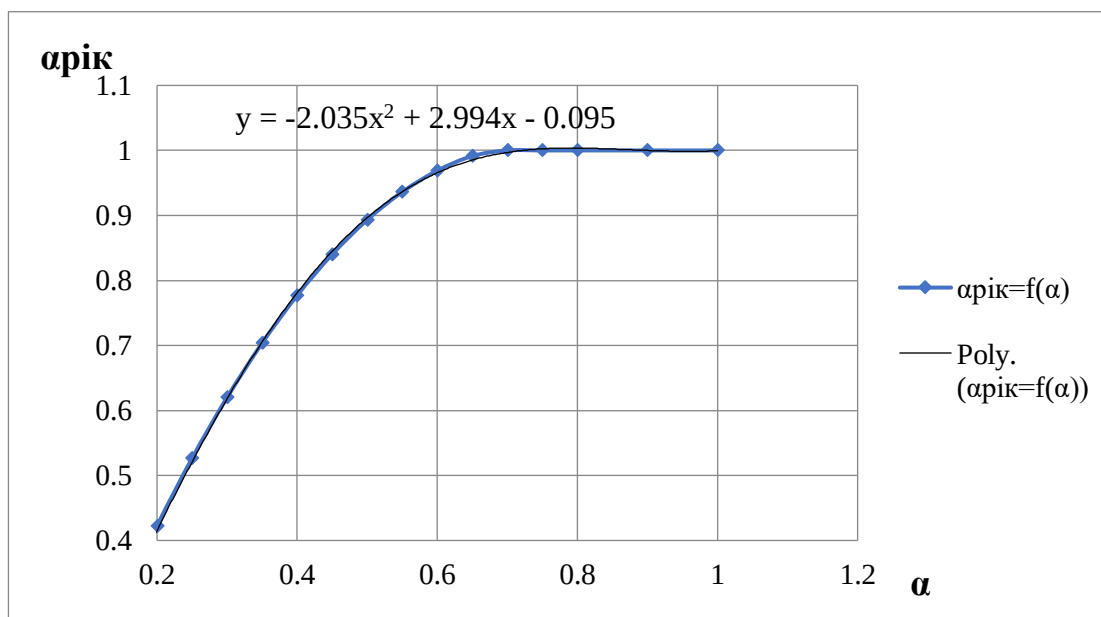
$Q_{\text{РІК_ТН}}$ – середньорічна кількість теплоти, яка подається від теплового насоса, кВт-год/рік;

$$Q_{\text{РІК_ТН}} = Q_{\text{РІК}} \cdot \alpha_{\text{РІК}}, \quad (6.5)$$

де $\alpha_{\text{РІК}} = Q_{\text{РІК_ТН}} / Q_{\text{РІК}}$ - це відношення сумарної середньорічної кількості теплоти $Q_{\text{РІК_ТН}}$, що подається від теплового насоса, до сумарної середньорічної кількості теплоти $Q_{\text{РІК}}$, яка подається загалом до споживача. $\alpha_{\text{РІК}} = f(\alpha)$, де $\alpha = Q_{\text{ТН}} / Q_p$ - відношення встановленої потужності теплового насоса до розрахункової потужності теплового навантаження.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			77

Для визначення долі використання базового джерела теплоти для покриття теплового навантаження за рік будується інтегральний графік $\alpha_{PIK}=f(\alpha)$.



Знайдемо експлуатаційні витрати при теплопостачанні від газового котла:

$$Z = V_{\text{газ/рік}} + K_{\text{ГАЗ.котел}} \cdot \kappa_{\text{в}}, \quad (6.6)$$

де, $V_{\text{газ/рік}}$ - вартість газу, використаного за рік, грн/рік,

$$V_{\text{газ/рік}} = v_{\text{газу}} \cdot k, \quad (6.7)$$

де, $v_{\text{газу}}$ - вартість 1 м³ природного газу для населення в м. Суми станом на 01 грудня 2023 року, грн; $v_{\text{газу}} = 7,96$ грн/м³ і також варто врахувати вартість доставки газу $v_{\text{д.газу}} = 1,608$ грн/м³.

k – кількість використаного газу в рік, м³/рік,

$$k = \frac{Q_{\text{PIK}} \cdot 3,6}{q \cdot \eta_{\text{PIK_ГАЗ}}}, \quad (6.8)$$

де, q – це теплотворна здатність природного газу, МДж/м³; $q=32,7$ МДж/м³; $\eta_{\text{PIK_ГАЗ}}$ – середньорічний ККД виробництва та подачі до споживача теплоти від існуючого джерела теплоти (для газового котла $\eta_{\text{PIK_ГАЗ}}=0,92$);

Тоді,

$$k = \frac{226436 \cdot 3,6}{32,7 \cdot 0,92} = 27096,5 \text{ грн/рік,}$$

$$V_{\text{газ/рік}} = (7,96 + 1,608) \cdot 27096,5 = 259259,3 \text{ грн/рік.}$$

$K_{\text{ГАЗ.котел}}$ – капіталовкладення в газовий котел, грн.,

$$K_{\text{ГАЗ.котел}} = \kappa_{\text{газ.котел}} \cdot Q_p, \quad (6.9)$$

де, $\kappa_{\text{газ.котел}}$ - питомі капіталовкладення в газовий котел, грн/кВт; $\kappa_{\text{газ.котел}} = 4500$ грн/кВт;

$$K_{\text{ГАЗ.котел}} = 4500 \cdot 133 = 600000 \text{ грн.}$$

$\kappa_{\text{в}}$ – відсоток від капіталовкладень, який враховує амортизаційні витрати, витрати на ремонт та інші витрати.

Отже,

$$З = 259259,3 + 600000 \cdot 0,1 = 316256 \text{ грн/рік.}$$

Капіталовкладення на встановлення джерела теплоти можна подати у вигляді:

$$K = k_{\text{ТН}} \cdot \alpha \cdot Q_p + k_{\text{П}} \cdot (1 - \alpha) \cdot Q_p, \quad (6.10)$$

де $k_{\text{ТН}}, k_{\text{П}}$ - відповідно питомі капіталовкладення у тепловий насос (базове джерело теплоти) та пікове джерело теплоти, грн/кВт.

Для аналізу доцільності переходу від існуючого джерела теплоти, до джерела теплоти в якості теплового насоса визначимо тривалість терміну окупності при значенні $\alpha=0,5$.

6.9.1 Пікове джерело – газовий котел:

Розрахуємо капіталовкладення при встановленні теплового насоса, а також пікового джерела за наступною формулою (6.10):

Тепловий насос:

$$K_{\text{ТН}} = k_{\text{ТН}} \cdot \alpha \cdot Q_p,$$

$$K_{\text{ТН}} = 11458 \cdot 0,5 \cdot 133 = 761957 \text{ грн;}$$

Пікове джерело:

$$K_{\text{П}} = k_{\text{П}} \cdot (1 - \alpha) \cdot Q_p,$$

$$K_{\text{П}} = 2462 \cdot (1 - 0,5) \cdot 133 = 163723 \text{ грн.}$$

Розраховуємо експлуатаційні витрати $З_E$:

- Тепловий насос:

$$З_{\text{Е_ТН}} = Q_{\text{РІК_ТН}} \cdot c_{\text{ел}} / K T_{\text{РІК}},$$

$$З_{\text{Е_ТН}} = 201528 \cdot 2,64 / 3,2 = 166260,6 \text{ грн/рік;}$$

- Пікове джерело:

Розрахунок вартості газу, використовуваного у газовому котлі, виконується згідно з формулою (7.7). Важливо враховувати, що обсяг газу, використаного, піддається змінам в залежності від зміни покриття пікового навантаження.

$$k = \frac{(Q_{\text{РІК}} - Q_{\text{РІК_ТН}}) \cdot 3,6}{q \cdot \eta_{\text{РІК_П}}}, \quad (6.11)$$

де, $(Q_{\text{РІК}} - Q_{\text{РІК_ТН}})$ – середньорічна кількість теплоти, яку покриває пікове джерело, кВт-год/рік;

$\eta_{\text{РІК_П}}$ – середньорічний ККД виробництва та подачі до споживача теплоти від пікового джерела теплоти (для газового котла $\eta_{\text{РІК_П}}=0,92$);

$$k = \frac{(226436 - 201528) \cdot 3,6}{32,7 \cdot 0,92} = 2980,6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Тоді,

$$З_{\text{Е_П}} = (7,96 + 1,608) \cdot 2980,6 = 28733 \text{ грн/рік.}$$

Умовно-постійні витрати:

$$S_A = S_{\text{АМ}} + S_{\text{РЕМ}} + S_{\text{ІН}} = K_{\text{ТН}} \cdot \kappa_{\text{в_ТН}} + K_{\text{П}} \cdot \kappa_{\text{в_П}},$$

$$S_A = 761957 \cdot 0,05 + 163723 \cdot 0,1 = 57470 \text{ грн.}$$

Економію коштів (прибуток) визначаємо за формулою (7.2):

$$\Delta_3 = З - З_{\text{Е}} = З - (З_{\text{Е_ТН}} + З_{\text{Е_П}} + S_A),$$

$$\Delta_3 = 316256 - (166260,6 + 28733 + 57470) = 63792,4 \text{ грн.}$$

Далі, за формулою (6.1) проводимо розрахунок терміну окупності встановлення теплового насоса при газовому котлі в якості пікового джерела теплоти.

$$T_o = \frac{K}{\Delta_3} = \frac{(K_{\text{ТН}} + K_{\text{П}} - K_{\text{ГАЗ.котел}})}{\Delta_3},$$

$$T_o = \frac{K}{\Delta_3} = \frac{(761957 + 163723 - 600000)}{63792,4} = 5,1 \text{ роки.}$$

6.9.2 Пікове джерело – електричний котел:

Капіталовкладення при встановленні теплового насоса та пікового джерела розраховуємо за формулою (6.10):

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			80

Тепловий насос:

$$K_{\text{ТН}} = k_{\text{ТН}} \cdot \alpha \cdot Q_p,$$
$$K_{\text{ТН}} = 11458 \cdot 0,5 \cdot 133 = 761957 \text{ грн};$$

Пікове джерело:

$$K_{\text{П}} = k_{\text{П}} \cdot (1 - \alpha) \cdot Q_p,$$
$$K_{\text{П}} = 750 \cdot (1 - 0,5) \cdot 133 = 49875 \text{ грн}.$$

Розраховуємо експлуатаційні витрати $З_E$:

- Тепловий насос:

$$З_{E_ТН} = Q_{\text{РІК_ТН}} \cdot c_{\text{ел}} / K T_{\text{РІК}}, \quad (6.12)$$
$$З_{E_ТН} = 201528 \cdot 2,64 / 3,2 = 166260,6 \text{ грн/рік}.$$

- Пікове джерело:

Розрахунок річної вартості електроенергії, яка була використана піковим джерелом зважаючи на те, що кількість енергії яка була використана змінюється в залежності від зміни покриття пікового навантаження.

$$k = \frac{(Q_{\text{РІК}} - Q_{\text{РІК_ТН}})}{\eta_{\text{РІК_П}}}, \quad (6.13)$$

$\eta_{\text{РІК_П}}$ – середньорічний ККД виробництва та подачі до споживача теплоти від пікового джерела теплоти (для електричного котла $\eta_{\text{РІК_П}}=0,98$)

$$k = \frac{(226436 - 201528)}{0,98} = 25416 \text{ кВтгод/рік}$$

Тоді,

$$З_{E_П} = 2,64 \cdot 25416 = 67098 \text{ грн/рік}.$$

- Умовно-постійні витрати:

$$S_A = S_{\text{АМ}} + S_{\text{РЕМ}} + S_{\text{ІН}} = K_{\text{ТН}} \cdot \kappa_{\text{в_ТН}} + K_{\text{П}} \cdot \kappa_{\text{в_П}},$$

$$S_A = 761957 \cdot 0,05 + 49875 \cdot 0,1 = 43085 \text{ грн}.$$

Економію коштів (прибуток) визначаємо за формулою (7.2) :

$$\Delta_3 = 3 - 3_E = 3 - (З_{E_ТН} + З_{E_П} + S_A),$$

$$\Delta_3 = 316256 - (166260,6 + 67098 + 43085) = 39812 \text{ грн}.$$

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			81

Далі, за формулою (6.1) проводимо розрахунок терміну окупності встановлення теплового насоса при електричному котлі в якості пікового джерела теплоти.

$$T_o = \frac{K}{\Delta_3} = \frac{(K_{\text{ТН}} + K_{\text{П}} - K_{\text{ГАЗ.котел}})}{\Delta_3},$$

$$T_o = \frac{K}{\Delta_3} = \frac{(761957 + 49878 - 600000)}{39812} = 5,3 \text{ років.}$$

У висновку можна сказати, що варіант з ТН та газовим котлом у якості пікового джерела є найбільш оптимальним. Також свій вплив має ситуація з енергосистемою, так як зростання вартості електроенергії суттєво впливає на показники терміну окупності.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			82

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи проведені розрахунки системи опалення, можна зробити висновок, що обрана конфігурація та параметри системи відповідають вимогам ефективного та економічного опалення приміщення. Розрахунки враховують не лише теплові втрати будівлі, але й ефективність обраного обладнання, забезпечуючи оптимальний рівень теплового комфорту.

Виявлені тепловтрати, оптимальна потужність опалювального обладнання та розрахована система регулювання дозволяють досягти найкращих показників енергоефективності та економії ресурсів. Запропоновані технічні рішення враховують усі фактори, які можуть впливати на роботу системи опалення, забезпечуючи надійну та ефективну її роботу.

Ураховуючи розрахунки та рекомендації, можна зробити висновок, що обрана система опалення є оптимальним рішенням для забезпечення комфортних умов та ефективного використання енергетичних ресурсів в даному приміщенні.

					МД 23.144.00219 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			83

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 ДБН В.2.6–31:2016 Теплова ізоляція будівель.
- 2 ДБН В.2.5–67:2013 «Опалення вентиляція і кондиціонування».
- 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://info.liconce.com/otoplenie/raschet_teplopoter_online (19.12.2023).
- 5 Каталог радіаторів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://otoplenie-doma.in.ua/radiator-otopleniya/bimetallicheskie-radiatori/global-style-500> (19.12.2023).
- 6 Каталог фанкойлів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cooper-hunter-ukraine.com.ua/ru/catalog/fankoyly> (19.12.2023).
- 7 Каталог теплових завіс Thermoscreens. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.thermoscreens.com.ua/thermoscreens.pdf> (19.12.2023).
- 8 Внутренние санитарно–технические устройства / Под ред. И. Г. Старовойтова: Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Стройиздат, 1978.–509
- 9 ДСН 3.3.6.042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;
- 10 ДБН В.2.5.–28–2018 «Природне і штучне освітлення»;
- 11 ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- 12 ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
- 13 ДСТУ ГОСТ 26568:2009 «Вибрация методы и средства защиты»;
- 14 ДСТУ ІЕС 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання»;
- 15 ДБН В.1.1–7–2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»
- 16 ГОСТ 12.2.003-91 «Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки»
- 17 Боженко, М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти [Електронний ресурс] : текст лекцій для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; НТУУ «КПІ».92 с.

Додаток А

Розрахунок теплових втрат зовнішніми огороженнями

Приміщення		Температура всередині приміщення $t_{вн}, ^\circ\text{C}$	Температура зовнішнього повітря $t_{зов}, ^\circ\text{C}$	Втрати теплоти через стінку	Втрати теплоти через вікна	Додаткові втрати теплоти через стінку	Втрати теплоти через перекриття	Втрати теплоти через підлогу	Загальні втрати теплоти
				$Q_{ст}, \text{Вт}$	$Q_{в}, \text{Вт}$	$Q_{дод}, \text{Вт}$	$Q_{пер}, \text{Вт}$	$Q_{пл}, \text{Вт}$	$Q_{вт}, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1-й поверх								
1	Тамбур	20	-25	353,00	0,00	35,30	0,00	0,00	388,30
2	Коридор	20	-25	658,00	0,00	65,80	0,00	0,00	723,80
3	Вентиляційна	24	-25	700,00	95,89	70,00	0,00	71,10	936,99
4	Кабінет	24	-25	560,00	95,89	56,00	0,00	90,80	802,70
5	Роздаточна	24	-25	2766,2	191,78	30,00	0,00	311,82	3566
6	Фітнес зал	24	-25	3353,38	1150,71	335,34	0,00	5731,37	10570,80
7	Тамбур	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Кабінет	24	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	74,53	74,53
9	Душова	24	-25	230,00	0,00	23,00	0,00	59,11	312,11
10	Душова	24	-25	230,00	0,00	23,00	0,00	58,25	311,25
11	Роздягальня	24	-25	878,00	0,00	87,80	0,00	95,09	1060,89
12	Санвузол	24	-25	1,46	0,00	0,15	0,00	12,85	14,46
13	Тамбур	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Санвузол	24	-25	1,46	0,00	0,15	0,00	12,85	14,46
15	Тамбур	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Коридор	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Роздягальня	24	-25	900,00	0,00	90,00	0,00	95,09	1085,09
18	Коридор	20	-25	915,00	0,00	91,50	0,00	0,00	1006,50
19	Коридор	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Вентиляційна	24	-25	450,00	0,00	45,00	0,00	49,69	544,69
21	Кабінет	20	-25	640,00	0,00	64,00	0,00	61,68	765,68

Продовження додатку А

Розрахунок теплових втрат зовнішніми огороженнями

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	Тамбур	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	Санвузол	24	-25	1,46	0,00	0,15	0,00	13,71	15,31
24	Тамбур	20	-25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	Санвузол	24	-25	1,46	0,00	0,15	0,00	13,71	15,31
26	Вентиляційна	24	-25	490,00	0,00	49,00	0,00	44,55	583,55
27	Фоє	24	-25	1934,00	0,00	193,40	0,00	489,14	2616,54
28	Роздягальня	24	-25	123,04	0,00	12,30	0,00	151,63	286,97
29	Душова	24	-25	600,00	0,00	60,00	0,00	59,11	719,11
30	Санвузол	24	-25	175,68	0,00	17,57	0,00	17,13	210,39
31	Санвузол	24	-25	175,68	0,00	17,57	0,00	18,85	212,10
32	Кабінет	24	-25	221,00	0,00	22,10	0,00	108,79	351,89
33	Кабінет	24	-25	223,00	0,00	22,30	0,00	108,79	354,09
34	Санвузол	24	-25	3,59	0,00	0,36	0,00	18,85	22,79
35	Санвузол	24	-25	3,59	0,00	0,36	0,00	17,13	21,08
36	Душова	24	-25	43,67	0,00	4,37	0,00	59,11	107,15
37	Роздягальня	24	-25	1200,00	95,89	120,00	0,00	152,48	1568,37
38	Тамбур	24	-25	1200,00	0,00	120,00	0,00	0,00	1320,00
39	Кабінет	24	-25	321,00	95,89	32,10	0,00	89,95	538,94
40	Кабінет	24	-25	400,00	0,00	40,00	0,00	82,24	522,24
41	Вестибюль	24	-25	2000,00	95,89	200,00	0,00	428,32	2724,21
42	Сходова клітина	24	-25	840,00	0,00	84,00	0,00	0,00	924,00

Продовження додатку А

Розрахунок теплових втрат зовнішніми огородженнями

[illegible]

Додаток Б

Надходження теплоти і вологи в приміщення

Номер приміщення	Приміщення	Надходження теплоти від людей, <i>Вт</i>	Надходження теплоти від сонячної радіації, <i>Вт</i>	Надходження теплоти від штучного освітлення, <i>Вт</i>	Надходження теплоти від устаткування, <i>Вт</i>	Надходження теплоти від припливного повітря, <i>Вт</i>	Сумарне надходження теплоти, <i>Вт</i>	Надходження вологи від людей, <i>кг/с</i>	Кількість людей
1	Тамбур	0	0,00	17	0	154,8	171,80	0,00E+00	0
2	Коридор	0	0,00	25,5	0	576	601,50	0,00E+00	0
3	Вентиляційна	151	403,85	17	0	298,8	870,65	2,08E-05	1
4	Кабінет	302	403,85	42,5	0	381,6	1129,95	4,17E-05	2
5	Роздаточна	151	807,70	17	0	1310,4	2286,10	2,08E-05	1
6	Басейн	755	6164,31	25,5	0	12632,4	19577,21	1,04E-04	5
7	Тамбур	0	0,00	17	0	424,8	441,80	0,00E+00	0
8	Кабінет	151	0,00	25,5	0	313,2	489,70	2,08E-05	1
9	Душова	0	0,00	17	0	248,4	265,40	0,00E+00	0
10	Душова	0	0,00	25,5	0	244,8	270,30	0,00E+00	0
11	Роздягальня	151	0,00	17	0	399,6	567,60	2,08E-05	1
12	Санвузол	0	0,00	25,5	0	54	79,50	0,00E+00	0
13	Тамбур	0	0,00	17	0	50,4	67,40	0,00E+00	0
14	Санвузол	0	0,00	25,5	0	54	79,50	0,00E+00	0
15	Тамбур	0	0,00	17	0	50,4	67,40	0,00E+00	0
16	Коридор	0	0,00	25,5	0	104,4	129,90	0,00E+00	0
17	Роздягальня	151	0,00	17	0	399,6	567,60	2,08E-05	1
18	Коридор	0	0,00	25,5	0	597,6	623,10	0,00E+00	0
19	Коридор	0	0,00	17	0	234	251,00	0,00E+00	0
20	Вентиляційна	151	0,00	25,5	0	208,8	385,30	2,08E-05	1

Продовження додатку Б

Надходження теплоти і вологи в приміщення

21	Кабінет	302	0,00	42,5	0	259,2	603,70	4,17E-05	2
22	Тамбур	0	0,00	25,5	0	68,4	93,90	0,00E+00	0
23	Санвузол	0	0,00	17	0	57,6	74,60	0,00E+00	0
24	Тамбур	0	0,00	25,5	0	68,4	93,90	0,00E+00	0
25	Санвузол	0	0,00	17	0	57,6	74,60	0,00E+00	0
26	Вентиляційна	151	0,00	25,5	0	187,2	363,70	2,08E-05	1
27	Фое	302	0,00	42,5	0	2055,6	2400,10	4,17E-05	2
28	Роздягальня	0	0,00	25,5	0	637,2	662,70	0,00E+00	0
29	Душова	0	0,00	17	0	248,4	265,40	0,00E+00	0
30	Санвузол	0	0,00	25,5	0	72	97,50	0,00E+00	0
31	Санвузол	0	0,00	17	0	79,2	96,20	0,00E+00	0
32	Кабінет	302	0,00	42,5	0	457,2	801,70	4,17E-05	2
33	Кабінет	302	0,00	42,5	0	457,2	801,70	4,17E-05	2
34	Санвузол	0	0,00	25,5	0	79,2	104,70	0,00E+00	0
35	Санвузол	0	0,00	17	0	72	89,00	0,00E+00	0
36	Душова	0	0,00	25,5	0	248,4	273,90	0,00E+00	0
37	Роздягальня	0	403,85	17	0	640,8	1061,65	0,00E+00	0
38	Тамбур	0	0,00	25,5	0	115,2	140,70	0,00E+00	0
39	Кабінет	302	403,85	42,5	0	378	1126,35	4,17E-05	2
40	Кабінет	151	0,00	42,5	0	345,6	539,10	2,08E-05	1
41	Вестибюль	302	403,85	17	0	1800	2522,85	4,17E-05	2
42	Сходова клітина	0	0,00	25,5	0	619,2	644,70	0,00E+00	0
45	Хол	0	403,85	17	0	5251,2	5672,05	0,00E+00	0
46	Кладовка	151	0,00	25,5	0	398,4	574,90	2,08E-05	1
47	Санвузол	0	0,00	17	0	76,8	93,80	0,00E+00	0
48	Санвузол	0	0,00	25,5	0	76,8	102,30	0,00E+00	0
49	Коридор	0	0,00	17	0	91,2	108,20	0,00E+00	0
50	Коридор	0	0,00	25,5	0	91,2	116,70	0,00E+00	0
51	Вентиляційна	151	403,85	17	0	993,6	1565,45	2,08E-05	1
52	Кабінет	302	807,70	42,5	0	1440	2592,20	4,17E-05	2
53	Кабінет	302	807,70	42,5	0	1593,6	2745,80	4,17E-05	2

Продовження додатку Б

Надходження теплоти і вологи в приміщення

54	Спортивний зал	755	4038,48	153	0	16872	21818,48	1,04E-04	5
55	Адмін. приміщення	302	403,85	17	0	2692,8	3415,65	4,17E-05	2
56	Фітнес зал	453	513,69	25,5	0	1723,2	2715,39	6,25E-05	3
57	Кабінет інструкторів	453	403,85	42,5	0	801,6	1700,95	6,25E-05	3
58	Медкабінет	151	0,00	42,5	0	686,4	879,90	2,08E-05	1
59	Кабінет	151	513,69	42,5	0	628,8	1335,99	2,08E-05	1
60	Коридор	0	0,00	25,5	0	187,2	212,70	0,00E+00	0
61	Санвузол	0	0,00	17	0	316,8	333,80	0,00E+00	0
62	Санвузол	0	0,00	25,5	0	288	313,50	0,00E+00	0
63	Коридор	0	0,00	17	0	163,2	180,20	0,00E+00	0
64	Салон краси	453	1211,54	51	0	2424	4139,54	6,25E-05	3

Додаток В

Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції

Позначення системи	К-сть	Група обслуговуваних приміщень	Марка установки	L, м3/год	P, Па	Втрати тепла на підігрів, Вт
П1 В1	1	Фітнес зал 1 поверх	Verso P 20-2,5-HW	3260	500	6800
П2 В3	1	Роздягальні, душові, санвузли	Verso CF 3500 UV	2570	500	7500
П3 В4	1	Службові приміщення	Verso R 2500 UH	2020	400	6700
П4 В2	1	Спортивний зал, фітес зал	Verso R 4500 UV	3420	650	7500
П5 В6	1	Службові приміщення	Verso R 4500 UV	4010	450	4800

Додаток Г

Перевірка дипломного проєкту на академічну доброчесність



Имя пользователя:
Риндюк Дмитро Вікторович

Дата проверки:
04.01.2024 10:43:39 EET

Дата отчета:
04.01.2024 10:44:37 EET

ID проверки:
1016044812

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

ID пользователя:
92674

Название файла: Теличко І.В. ТУ-21 мп

Количество страниц: 77 Количество слов: 16077 Количество символов: 118103 Размер файла: 3.80 MB ID файла: 1015742564

18.5% Совпадения

Наибольшее совпадение: 4.56% с Интернет-источником (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41729>)

12.4% Источники из Интернета 184 Страница 79

14.4% Источники из Библиотеки 231 Страница 84

0.04% Цитат

Цитаты 1 Страница 85

Не найдено ни одной ссылки

0.42% Исключений

Некоторые источники исключены автоматически (фильтры исключения: количество найденных слов меньш...

0.21% Исключений из Интернета 166 Страница 86

0.31% Исключенного текста из Библиотеки 112 Страница 88

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы 174