

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

Навчально науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра теплової та альтернативної теплоенергетики

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

(підпис) Ольга ЧЕРНОУСЕНКО
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ____ ” _____ 2023 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Опалення та вентиляція офісно-складської будівлі в м. Бориспіль »

Виконав: студент II курсу, групи ТУ – 21мп

Алтин Владислав Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Андрій СОЛОМАХА
(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)

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 _____

(підпис)

Київ – 2023 року

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

Навчально науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра теплової та альтернативної теплоенергетики

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

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ОПП «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(підпис)

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“___” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Алтину Владиславу Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Опалення та вентиляція офісно-складської будівлі в м. Бориспіль»

керівник проекту Соломаха Андрій Сергійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом проекту 20.12.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту:

1) Габаритні розміри будівлі: довжина – 72,2 м; ширина – 36,6 м; висота – 12,4 м.

2) Місто де розташована будівля – м. Бориспіль.

3) Система опалення – двотрубна, тупикова.

4) Температурний графік теплової мережі – (90/70)°C.

5) Теплоносій - вода.

6) Система вентиляції – механічна, припливно-витяжна з рекуперацією повітря.

4. Зміст пояснювальної записки :1) Характеристика об'єкта проектування.

2) Визначення теплових втрат приміщень (через підлогу, через огорожувальні конструкції, на інфільтраційне повітря).

3) Надходження теплоти та вологи до приміщень (від сонячної радіації; від людей; від обладнання).

4) Система опалення (характеристики системи, гідравлічний розрахунок, нагрівальні прилади системи, опис опалювального обладнання).

5) Система вентиляції (опис системи, розрахунок повітрообміну приміщень, аеродинамічний розрахунок повітропроводів, опис вентиляційного обладнання).

6) Техніко-економічний розрахунок.

7) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

1) Опалення (фрагменти планів, розрізи, вузли підключення обладнання) – 5 арк.

2) Ізометрична схема опалення – 1 арк.

3) Вентиляція (фрагменти планів) – 3 арк.

4) Ізометрична схема вентиляції – 2 арк.

6. Консультанти розділів проекту*

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

7. Дата видачі завдання 30.10.23 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд характеристик об'єкту проектування	30.10.23	
2	Система опалення:		
	- опис роботи;	01.11.23	
	- вихідні дані;	02.11.23	
	- розрахунки	03.11.23	
3	Вибір основного обладнання:		
	- конвектори;	07.11.23	
	- радіатори;	08.11.23	
	- тепловентилятори;	09.11.23	
4	Система вентиляції:		
	- опис роботи;	14.11.23	
	- вихідні дані;	15.11.23	
5	- розрахунки	17.11.23	
6	Техніко-економічний розрахунок	21.11.23	
7	Охорона праці	24.11.23	
	Графічна частина	27.11.23	
	- система опалення	01.12.23	
	- система вентиляції	14.12.23	
	- ізометрія систем опалення та вентиляції	18.12.23	
8	Оформлення пояснювальної записки	20.12.18	

Студент

_____ (підпис)

Владислав АЛТИН

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Андрій СОЛОМАХА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

**Пояснювальна записка
до магістерської дисертації
за освітньо-професійною програмою**

на тему: «Опалення та вентиляція офісно-складської будівлі в м. Бориспіль »

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на тему: «Опалення та вентиляція офісно-складської будівлі в м. Бориспіль»: пояснювальна записка на 101 с., 32 рис., 18 табл., 29 бібліографічних найменування; креслень – 11 арк. формату А1.

Мета даної роботи полягає в забезпеченні нормативних параметрів повітря усередині приміщень офісно-складської будівлі протягом як теплих, так і холодних періодів року. Це досягається шляхом встановлення санітарно-технічного обладнання, що становить актуальне завдання.

В роботі подані розрахунки втрат тепла приміщеннями у холодний період року та надходження тепла і вологи до них у теплий період року (від людей, офісної техніки, сонячної радіації, електричного освітлення).

Система вентиляції використовує припливно-витяжний принцип з механічним спонуканням. Розрахунки повітрообміну виконані відповідно до нормативної кратності повітрообміну для кожного офісного приміщення. На основі результатів розрахунків вибрані високоефективні припливно-витяжні камери, що включають в себе повітряні фільтри, калорифери для нагрівання повітря в холодний період року, повітроохолоджувачі, припливні та витяжні вентилятори.

Система опалення використовує двотрубну тупикову конфігурацію з нижньою подачею теплоносія. Регулювання окремих гілок системи опалення здійснюється за допомогою ручних балансувальних клапанів, які працюють у взаємодії з автоматичними регуляторами перепаду тиску.

Обігрів приміщень виконується за допомогою місцевих опалювальних приладів.

Тепловий режим системи регулюється через налаштування автоматичних терморегуляторів на кожному опалювальному приладі.

Цей проект був реалізований із дотриманням вимог чинних нормативних документів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Система опалення, системи вентиляції, термостатична головка, конвектор, текстильні повітропроводи, дифузор.

ANNOTATION

Master's thesis: "Heating and ventilation of an office and warehouse building in Boryspil": explanatory note on 101 pages, 32 figures, 18 tables, 29 bibliographic references; drawings - 11 pages of A1 format.

The purpose of this work is to ensure the standard parameters of the air inside the premises of the office and warehouse building during both warm and cold periods of the year. This is achieved by installing sanitary equipment, which is an urgent task.

The paper presents calculations of heat loss by premises in the cold season and heat and moisture inflow to them in the warm season (from people, office equipment, solar radiation, and electric lighting).

The ventilation system uses a mechanically driven supply and exhaust principle. Air exchange calculations were performed in accordance with the standard air exchange rate for each office space. Based on the results of the calculations, high-performance supply and exhaust chambers were selected, including air filters, heaters for heating air in the cold season, air coolers, supply and exhaust fans.

The heating system uses a two-pipe dead-end configuration with a lower heat transfer medium. The individual branches of the heating system are regulated by manual balancing valves that work in conjunction with automatic differential pressure regulators.

The premises are heated using local heating devices.

The thermal mode of the system is regulated through the settings of automatic thermostats on each heater.

This project was implemented in compliance with the requirements of the applicable regulations.

KEYWORDS: heating system, ventilation system, thermostatic head, convector, textile air ducts, diffuser

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів, символів.....	9
Вступ.....	10
1 Характеристика об'єкта проектування	11
2 Визначення теплових втрат приміщень	15
2.1 Визначення теплових втрат через підлогу	16
2.2 Визначення теплових втрат через огорожувальні конструкції	18
2.3 Визначення теплових втрат на нагрівання інфільтраційного повітря.....	18
3 Надходження теплоти та вологи до приміщень.....	20
3.1 Надходження теплоти від сонячної радіації.....	20
3.2 Надходження теплоти від людей.....	22
3.3 Надходження теплоти від обладнання.....	22
3.4 Надходження вологи до приміщень.....	23
4 Система опалення.....	25
4.1 Характеристики системи опалення	25
4.2 Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	26
4.3 Нагрівальні прилади системи опалення.....	33
4.4 Опис опалювального обладнання.....	37
5 Система вентиляції.....	48
5.1 Опис системи вентиляції	48
5.2 Розрахунок повітрообміну приміщень.....	49
5.3 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів	55
5.4 Опис вентиляційного обладнання	59
6 Техніко-економічний розрахунок.....	67
6.1 Вихідні дані на вентиляцію.....	67
6.2 Капітальні витрати на вентиляцію	67

						МД.23.144.206.ПЗ		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			
Студент	Алтин					Опалення та вентиляція офісно-складської будівлі. в м. Бориспіль. Пояснювальна записка	Сталія	Аркуші
Керівник	Соломаха						МДп	7
Т.конт.	Середа						КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІАТЕ, кафедра ТАЕ	
Н.контр.	Шелешей							
Зав.каф.	Черноусенко							

6.3 Експлуатаційні витрати на вентиляцію	68
6.4 Економічний ефект вентиляції	70
7 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	72
7.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання	73
7.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії	76
7.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	79
Висновки	85
Перелік посилань	86
Додатки	
Додаток А Втрати теплоти по приміщенням	88
Додаток Б Характеристики вентиляційних установок	96
Додаток В Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції	97
Додаток Г Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність	101

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

Q – тепловий потік;

k – коефіцієнт теплопередачі;

λ – теплопровідність;

α – коефіцієнт тепловіддачі;

F – площа поверхні;

Δt – температурний перепад;

t – температура;

L – довжина;

B – ширина;

V – об'єм;

L – витрата повітря;

m – кратність повітрообміну;

G – витрата води;

ρ – густина;

c – теплоємність;

ν – кінематична в'язкість;

v – швидкість;

φ – відносна вологість;

d – вологовміст;

ω – водяний еквівалент;

Nu – число Нусельта;

Pr – критерій Прандтля;

Re – число Рейнольдса;

h – питома ентальпія;

R – питома втрати тиску;

$I_{кз}$ – струм короткого замикання.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Індекси

Нижні:

ср – середня;

i – *i*-й елемент;

ст – стіна;

вік – засклення;

л – люди;

с.р. – сонячна радіація;

е.о. – електричне освітлення;

п – повітря;

пр – припливне; вн – внутрішнє; зовн – зовнішнє; інф – інфільтрація;

охл – охолоджувач; втр – втрати;

річ – річні;

к – калорифер; д – дійсна;

под – подавальний; пов – поворотний; м – мережа;

прот – протиструминна; із – ізоляція;

сист – система; екв – еквівалентні.

Верхні:

осн – основні; дод – додаткові.

Скорочення

ГДК – гранично допустима концентрація;

ПВУ – припливна вентиляційна установка;

СНиП – Строительные нормы и правила;

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСН – Державні санітарні норми;

ГОСТ – Государственный стандарт.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В дисертації розглядається системи опалення та вентиляції офісно-складської будівлі в м. Бориспіль.

Системи опалення і вентиляції є важливою частиною будівельних інженерних систем. Вони призначені для створення комфортних умов у приміщеннях, забезпечуючи тепло, свіжий повітря і оптимальну вологість. Давайте розглянемо їхні основні функції і вплив на людей.

Опалення:

Теплопостачання:

Мета: Забезпечення тепла в приміщенні в холодний період року.

Вплив на людей: Забезпечення комфортної температури для праці, відпочинку та інших діяльностей.

Системи опалювання:

Теплові насоси, котли, радіатори, підлогове опалення і т.д.

Вплив на людей: Забезпечення рівномірного теплового комфорту та підтримання оптимальної температури.

Вентиляція:

Природна і механічна вентиляція:

Мета: Забезпечення постійного обміну повітря в приміщенні для видалення забруднень та неприємних запахів.

Вплив на людей: Забезпечення чистого повітря для збереження здоров'я та покращення продуктивності. Зменшення ризику алергій та захворювань, пов'язаних із забрудненим повітрям.

Рекуперація тепла:

Мета: Використання тепла витяжного повітря для попередження втрати тепла під час вентиляції.

Вплив на людей: Зменшення енерговитрат та збереження комфортної температури.

Загальний вплив систем опалення і вентиляції на людей полягає у створенні здорового, комфортного та ефективного середовища для проживання та роботи.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимальні умови впливають на фізичне та психічне здоров'я людей, підвищують їхню продуктивність та загальний стан благополуччя.

Проектування на підставі архітектурно-будівельних креслень забезпечує врахування розмірів та форми приміщення для оптимального розташування систем опалення і вентиляції. Інтеграція з архітектурним дизайном гарантує, що системи не лише функціональні, але й гармонійно вписуються в естетику приміщення.

Обмірочні креслення забезпечують точне інженерне розташування, визначаючи оптимальні місця для систем опалення та вентиляції. Точність обмірів допомагає досягти ефективного покриття простору, а оптимізація інженерних комунікацій забезпечує максимальну функціональність систем.

Нормативні документи і стандарти визначають відповідність проекту сучасним вимогам безпеки, енергоефективності та екологічної стійкості. Проект також враховує комфортні умови для користувачів, дотримуючись нормативів щодо параметрів мікроклімату та будівельних стандартів.

Узагальнюючи, інтеграція архітектурно-будівельних креслень, обмірочних даних і нормативних вимог забезпечує ефективність та відповідність проекту вимогам сучасності, створюючи зручні та безпечні умови для користувачів будівлі.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Джерелом теплопостачання офісно-складської будівлі є існуюча газова котельня. межа проектування – точка вводу теплоносія в будівлю. Теплоносієм для проектованої системи опалення є гаряча вода з параметрами 90-70°C. Параметри теплоносія для системи опалення регулюються в котельній згідно температурного графіку в залежності від зовнішньої температури повітря.

Опалення приміщень здійснюється місцевими опалювальними приладами. В якості опалювальних приладів прийняті сталеві панельні радіатори PURMO Comrast, типу 22 з боковим підключенням висотою 500мм, на підводках до них запроектовано клапан з термостатичною головкою HERZ TS 90. В місцях загального використання, де є можливість замерзання теплоносія, терморегулятори передбачаються з захистом від несанкціонованого втручання. Опалювальні прилади розміщуються під світловими отворами в місцях, що доступні для огляду, ремонту та очищення.

Система опалення прийнята двотрубна, тупикова, з нижньою подачею теплоносія. Окремі відгалуження системи опалення регулюються ручними балансувальними клапанами Stromax 4017 M у парі з автоматичними регуляторами перепаду тиску 4007 фірми «HERZ».

Проектними рішеннями забезпечена можливість проведення гідравлічної наладки системи опалення методом гідравлічного регулювання:

- проведення гідравлічного регулювання по окремим гілкам і ділянкам систем опалення автоматичними балансувальними клапанами;
- проведення гідравлічного регулювання на кожному опалювальному приладі шляхом настройки регулюючих пристроїв – клапанів терморегуляторів.

Теплове регулювання системи здійснюється шляхом настройки автоматичних терморегуляторів на кожному опалювальному приладі.

При прокладанні трубопроводів забезпечується компенсація їх теплових подовжень шляхом встановлення Г-подібних компенсаторів та ділянок самокомпенсації.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Видалення повітря з системи опалення здійснюється за допомогою автоматичних повітровідвідників у верхніх точках систем та вмонтованих у кожний опалювальний прилад.

Дренаж теплоносія з систем опалення передбачається в нижніх точках системи опалення.

В офісних приміщеннях на першому поверсі передбачено підлогові конвектори Aquilo F1T фірми «PURMO», розмір підібрано по витратах тепла в кожному приміщенні. На другому поверсі було підібрано надпідлогові конвектори Aura Basic фірми «PURMO».

В складській частині будівлі опалення передбачено водяними тепловентиляторами Volcano VR mini EC, в кількості 8 штук. На підводках до них встановлено кран для видалення повітря, регулятор витрати, шарові вентиля та фільтри глибокої очистки.

Температура в приміщеннях підібрана по розрахунках згідно відповідного ДБН.

Опалення приміщень здійснюється поліпропіленовими трубами KAN-therm PP-R, що прокладаються у штробах стін та підлозі та захищаються гофрованою захисною трубою «пешель».

Магістральні трубопроводи виконані також з поліпропіленових труб системи KAN-therm PP-R, що прокладаються у штробах стін та під стелею складського приміщення.

Від котельні до офісно-складської будівлі, трубопроводи прокласти в залізобетонних лотках попередньо ізольованими трубами на глибині 1,2 м (низ лотка).

Вентиляція офісно-складських приміщень розрахована на забезпечення встановлених санітарними та технічними нормами метеорологічних умов та чистоти повітря в приміщеннях. Особливих шкідливостей в вентиляційних викидах немає.

Офісні приміщення обладнано припливно-витяжною системою вентиляції з частково механічним спонуканням і підігрівом припливного повітря в

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

зимовий час, фірми AEROSTAR Slimstar 2000 EC.

Подачу припливного повітря та видалення витяжного повітря в офісних приміщеннях організовано через квадратні стельові дифузори типу ПДК в конструкції підвісної стелі.

В приміщеннях лабораторії, санвузлів, душових та кухні-їдальні видалення витяжного повітря організовано окремими системами через витяжну шафу та анемостати типу MB 150 бВАСА в конструкції підвісної стелі.

Кратність повітрообміну для приміщень взято по даним нормативних документів та згідно розрахунків.

Повітропроводи ззовні приміщень (на вулиці) утеплені мінеральною ватою товщиною 50 мм і окожушені тонколистовою оцинкованою сталлю.

Припливні повітропроводи в приміщенні до установки утеплені ізоляцією зі вспіненого каучуку товщиною 25 мм фірми «K-Flex ST».

Припливні повітропроводи після установки утеплені ізоляцією зі вспіненого каучуку товщиною 10 мм фірми «K-Flex».

Система вентиляції складської частини будівлі обладнано припливно-витяжною системою вентиляції з рециркуляцією.

Припливне повітря подається через тканинні повітропроводи. Видалення витяжного повітря організовано через ротаційні дифузори АХР фірми «MADEL».

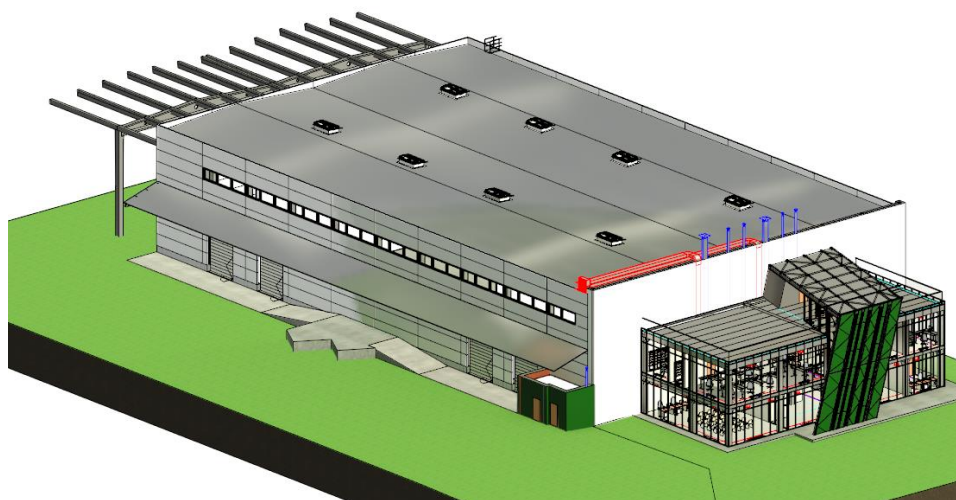


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд будівлі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД.23.144.206.ПЗ

Арк.

15

2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ПРИМІЩЕНЬ

Згідно діючих нормативних документів :

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.2-9:2009 «Громадські будівлі та споруди»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;

були розраховані теплові втрати приміщень будівлі, а саме через :

- підлогу;
- зовнішні двері;
- вікна;
- зовнішні стіни;
- суміжні перекриття;
- покрівлю.

Габаритні розміри будівлі:

Довжина – 72,200 м; ширина – 36,000 м; висота – 12,400 м.

Кліматологічні дані для м. Бориспіль згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» :

- середня температура найхолоднішої п'ятиденки – $t_{p.o} = - 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- середня температура найхолоднішої доби – $-29 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $t_{zn} = - 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- швидкість вітру максимальна – 3,24 м/с;
- тривалість опалювального періоду – $n_o = 176$ діб;
- відноситься до І кліматичної зони.

Розрахую теплові втрати для приміщення № 100 «тамбур» першого поверху офісної частини будівлі:

Втрати тепла через зовнішні огорожувальні структури виникають з основних та додаткових факторів і обчислюються для кожного компонента огороження за спеціальною формулою. [2]

$$Q = \frac{1}{R_i} F_i \Delta t_i \left(1 + \sum \beta \right)_i n_i \cdot 10^{-3} , \quad (2.1)$$

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R_i - питомий термічний опір теплопередачі елемента огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

F_i - поверхня елемента огорожувальної конструкції, що передає теплоту, м^2 ;

Δt_i - розрахункова різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям, $^\circ\text{C}$;

$\Sigma\beta$ - додаткові втрати теплоти в частках до основних [2];

n_i - поправковий коефіцієнт на розрахункову різницю температур, залежить від геометричного положення елемента огорожувальної конструкції або його типу [2].

Відповідно до [2], використовую термічний опір теплопередачі для різних елементів зовнішньої оболонки: для зовнішніх стін $R_i = 4,106 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, для вікон – $R_i = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, для перекриття - $R_i = 5,422 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, для зовнішніх дверей - $R_i = 0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Розміри кожного елемента огорожувальної конструкції беруться з вихідних даних. Додаткові тепловтрати враховую за впливом швидкості вітру та його повторюваністю.

Відповідно до даних з [1], для всіх орієнтацій приміщень швидкості вітру в м. Бориспіль не перевищує 4,5 м/с, що призводить до $\Sigma\beta = 0$ для всіх огорожень.

2.1 Визначення теплових втрат через підлогу

Площа, яка знаходиться нижче рівня землі, розділена на чотири паралельні зовнішнім стінам зони. Кожна з цих зон має ширину 2 метри. Візуалізація цього розділу подана на рисунку 2.1 [2].

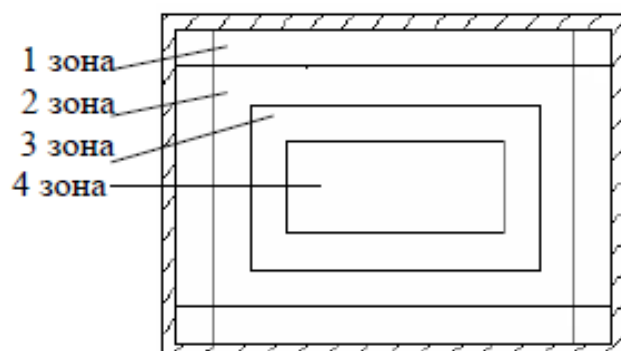


Рисунок 2.1 – Поділ площі підлоги на зони

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Теплові опори теплопередачі для конкретних сегментів неутепленої підлоги [3] визначаються так:

- перша зона $R_1 = 7,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- друга зона $R_2 = 9,55 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- третя зона $R_3 = 13,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
- четверта зона $R_4 = 19,45 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Втрати теплоти через підлогу визначають за формулою, кВт [4]:

$$Q_{\text{пл}} = \sum_{i=1}^4 \frac{F_i}{R_i} \Delta t \quad (2.2)$$

Визначення розрахункової різниці температур, °С [4]

Оскільки висота менше ніж 4 м, то різниця температур [4]:

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}} , \quad (2.3)$$

$$\Delta t = 14 - (-22) = 36 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

Згідно з формулою (2.2) і (2.3) розраховую втрати теплоти через підлогу [4] :

$$Q_{\text{пл}} = \left(\frac{10,37}{7,35} \right) \cdot 36 = 50,8 \text{ Вт}.$$

2.2 Визначення теплових втрат через огорожувальні конструкції

Згідно з формулою (2.1) визначаю втрати теплоти через огорожувальні конструкції (стіни, вікна, перекриття) [2]:

$$Q_{\text{обг}} = \frac{1}{4,106} \cdot 8,46 \cdot 36 \cdot (1+0) \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,0816 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{вік. ПнС}} = \frac{1}{0,87} \cdot 8,46 \cdot 36 \cdot (1+0) \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,385 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{вік. ПдС}} = \frac{1}{0,87} \cdot 8,14 \cdot 36 \cdot (1+0) \cdot 1,05 \cdot 10^{-3} = 0,353 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{вік. ПнЗ}} = \frac{1}{0,87} \cdot 4,71 \cdot 36 \cdot (1+0) \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,214 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{зовн. Дв.}} = \frac{1}{0,6} \cdot 3,43 \cdot 36 \cdot (1+0) \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,226 \text{ кВт}.$$

2.3 Визначення теплових втрат на нагрівання інфільтраційного повітря

Витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря визначаю за формулою [2]:

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$Q_{\text{инф}} = (m/3600) c_{\text{пов}} \rho_{\text{пов}} V_h (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}), \quad (2.4)$$

де m – кратність повітрообміну, 1/год;

$c_{\text{пов}}$ – масова теплоємність повітря, кДж/(кг·К); (рекомендовано 1,005 кДж/(кг·К));

$\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, кг/м³ (рекомендовано 1,2 кг/м³);

V_h – об'єм опалювальних приміщень будівлі, м³[2].

Середня кратність повітрообміну за опалювальний період, год⁻¹, розраховується як середня кратність повітрообміну, ураховуючи інфільтраційний обмін повітря під час неактивних годин, за допомогою наступної формули [2]

$$m_{\text{об}} = \frac{P_{\text{инф}} n_{\text{инф}}}{168 \rho_3 V_h \nu_v}, \quad (2.5)$$

де $P_{\text{инф}}$ – витрата повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, визначають за співвідношенням $P_{\text{инф}} = 0,5 \cdot \nu_v \cdot V_h$ [2];

168 – кількість годин у тижні;

ν_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря у будівлі, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій;

$n_{\text{инф}}$ – кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня, год; її беруть для будинків із збалансованою припливно-витяжною вентиляцією 168 год; для будинків, у приміщеннях яких підтримується нагнітання повітря під час дії припливної механічної вентиляції – $(168 - n_v)$ [2].

$$P_{\text{инф}} = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 31,8 = 13,515 \text{ кг/год};$$

$$n_{\text{инф}} = 168 - 60 = 108 \text{ год.}$$

Тоді,

$$m_{\text{об}} = \frac{13,515 \cdot 0,8 \cdot 108}{168 \cdot 1,24 \cdot 31,8 \cdot 0,85} = 0,0135 \text{ год}^{-1}$$

$$Q_{\text{инф}} = (0,0135 / 3600) \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 31,8 \cdot (14 - (-22)) = 0,0051 \text{ кВт.}$$

Отже, загальні втрати теплоти приміщення за формулою (2.1) [2]:

$$Q_{\text{втр}} = 0,0508 + 0,0816 + 0,385 + 0,353 + 0,214 + 0,226 + 0,0051 = 1,3155 \text{ кВт.}$$

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Загальні витрати теплоти будівлі за приміщеннями складають $\sum Q_{\text{втр}} = 94607,5$ Вт.

Аналогічні розрахунки виконав для всіх приміщень будівлі, результати звів в додаток А втрати теплоти по приміщенням.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ ТА ВОЛОГИ ДО ПРИМІЩЕНЬ

3.1 Надходження теплоти від сонячної радіації

Визначення теплового потоку (у Вт) через світлові отвори в приміщенні від сонячної радіації та температурної різниці між зовнішнім та внутрішнім повітрям здійснюється за відповідною формулою відповідно до [2]

$$Q = (q' F_o' + q'' F_o'') \beta_{c.з.} K_3 K_o + \frac{t_3 - t_b}{R_o} F_o', \quad (3.1)$$

де q' та q'' – густина теплового потоку, який надходить через одинарне застелення світлових отворів в липні для опроміненої та неопроміненої поверхні, відповідно, Вт/м² [];

$F_o = F_o' + F_o''$ – площа світлового отвору, м² [2];

F_o' і F_o'' – площі світлових отворів, відповідно опромінювані та не опромінювані прямою сонячною радіацією, м² [2];

R_o – опір теплопередачі заповнень світлових отворів, (м²·К)/Вт [2];

t_3 і t_b – розрахункові температури зовнішнього та внутрішнього повітря, °С [2];

$\beta_{c.з.}$ – коефіцієнт теплопропускання сонячнозахисних пристроїв [2];

K_3 – коефіцієнт, який залежить від типу застелення і приймається 1,0; 0,9; 0,8 відповідно для одинарного, подвійного і потрійного застелення;

K_a – коефіцієнт, яким враховують акумуляцію теплоти внутрішніми огорожувальними конструкціями приміщення.

Знаходжу коефіцієнти з формули (3.1) [2]:

- Сонцезахисні пристрої включають жалюзі, і, відповідно до [2], коефіцієнт теплопередачі для сонцезахисних пристроїв складає $\beta_{c.з.}=0,15$;

- Світлові отвори заповнені двокамерними склопакетами, і, згідно з [2], $K_3=0,9$;

- Присутні внутрішні сонцезахисні пристрої у вигляді жалюзі, відповідно до [2], коефіцієнт, що враховує нагромадження тепла внутрішніми обмежувальними конструкціями приміщення, складає $K_a=1$.

Густина теплового потоку для опроміненої та неопроміненої поверхні вертикального застелення світлових отворів визначається за відповідними формулами, які подані в [2].

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$q' = (q_{\text{в.п.}} + q_{\text{в.р.}}) K_1' K_2', \quad (3.2)$$

$$q'' = q_{\text{в.р.}} K_1'' K_2'', \quad (3.3)$$

де $q_{\text{в.п.}}$ та $q_{\text{в.р.}}$ – відповідно густина потоку прямої та розсіяної сонячної радіації, Вт/м²

K_1 - коефіцієнт, яким ураховують затемнення засклення світлових отворів перетинами та забруднення атмосфери;

K_2 – коефіцієнт, яким ураховують забруднення скла.

Об'єкт знаходиться біля дороги, і тому відповідно до [2] для двокамерних склопакетів у металевих рамах, коефіцієнт, який враховується для затемнення світлових отворів перетинами та забрудненням атмосфери, має значення для опромінених огорожень $K_1' = 0,54$, а для неопромінених огорожень $K_1'' = 1,26$ [2].

У повітряному середовищі офісних приміщень рівень часток пилу є невеликим, тому коефіцієнт, який враховує забруднення скла, дорівнює $K_2' = K_2'' = 0,95$ [2].

Географічна широта міста, де розташований об'єкт (м. Бориспіль) знаходиться при 50°24' пн.ш., і тому, відповідно до [2], густини потоків прямої та розсіяної сонячної радіації для вікон, орієнтованих на захід, складають $q_{\text{в.п.}}^3 = 512$ Вт/м² та $q_{\text{в.р.}}^3 = 146$ Вт/м² відповідно. Густина потоку розсіяної сонячної радіації для вікон, орієнтованих на схід та північ, становлять $q_{\text{в.р.}}^c = 58$ Вт/м² та $q_{\text{в.р.}}^{\text{пн}} = 69$ Вт/м² відповідно.

Тоді густини потоків сонячної радіації [2]:

$$q_s' = (512 + 146) \cdot 0,54 \cdot 0,95 = 337,55 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_c'' = 58 \cdot 1,26 \cdot 0,95 = 69,43 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_{\text{пн}}'' = 69 \cdot 1,26 \cdot 0,95 = 89,59 \text{ Вт/м}^2$$

Площа засклень будівлі:

- загальна площа засклення сторони, що опромінюється, $F_{\text{опн}}'' = 195,3 \text{ м}^2$,

- загальна площа засклення сторони, що не опромінюється $F_{\text{oc}}'' = 174,5 \text{ м}^2$,

$$F_{\text{оз}}'' = 174,1 \text{ м}^2.$$

Тоді надходження теплоти від сонячної радіації будівлі:

$$Q_{\text{с.р.}} = (195,3 \cdot 337,55 + 174,5 \cdot 69,43 + 174,1 \cdot 89,59) \cdot 0,15 \cdot 0,9 \cdot 1 + \frac{25 - 22}{0,58} \cdot 1488,4 = 97,3 \text{ кВт}$$

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3.2 Надходження теплоти від людей

Надходження теплоти від людей, кВт, розраховую за формулою [2]

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n_{\text{ч}} + 0,85 \cdot q \cdot n_{\text{ж}}, \quad (4.4)$$

де q – надходження повної теплоти від одного дорослого чоловіка, Вт/особу [2];

$n_{\text{ч}}$ – кількість чоловіків у приміщенні, осіб;

$n_{\text{ж}}$ – кількість жінок у приміщенні, осіб.

Відповідно до технічних умов експлуатації приміщення, де температура становить $t = 22$ °С, присутні люди знаходяться у стані виконання легкої роботи. Згідно з [] вказано, що один дорослий чоловік виділяє повну теплоту у кількості $q = 146,6$ Вт.

Згідно з технічним завданням до виконання проекту кількість людей, що постійно перебувають у приміщеннях одного поверху - 20.(10 чоловіків, 10 жінок).

$$Q_{\text{л}} = 146,6 \cdot 10 + 0,85 \cdot 146,6 \cdot 10 = 2,7 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від людей для поверхів 1 - 3

$$Q_{\text{л}}^{1-3} = 3 \cdot 2,7 = 8,1 \text{ кВт}$$

3.3 Надходження теплоти від обладнання

Згідно з функціональністю приміщення, технологічна частина будівлі оснащена 45 комп'ютерами, кожен із середньою електричною потужністю 14400 Вт. У цьому випадку обчислення теплового навантаження від обладнання, виражене в кількості кіловат-годин, може бути визначене за допомогою формули [2].

$$Q_{\text{т}} = \eta_{\text{т}} \cdot N_{\text{т}}, \quad (3.5)$$

де $\eta_{\text{т}}$ – коефіцієнт, який враховує частину потоку енергії, що перетворюється в теплову та передається навколишньому повітрю під час роботи обладнання [1];

$N_{\text{т}}$ – загальна електрична потужність встановленого в приміщенні обладнання, Вт [].

Відповідно до технічної специфікації для обладнання, яке встановлене в даному приміщенні, параметри даної величини розглядаються наступним чином $\eta_{\text{т}} = 0,4$ [2].

$$Q_{\text{т}} = 0,4 \cdot 14400 = 5760 \text{ Вт} = 5,76 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від обладнання для поверхів 1-3 будівлі

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_t^{1-3} = 3 \cdot 5,76 = 17,1 = 17,1 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від електричного освітлення, Вт [2]

$$Q_{e.o} = \eta_{e.o} \cdot N_{e.o}, \quad (3.6)$$

де $\eta_{e.o}$ – коефіцієнт, який враховує частину потоку енергії, що перетворюється в теплову та передається навколишньому повітрю під час роботи електричного освітлення [2];

$N_{e.o}$ – потужність електричної освітлювальної апаратури, Вт [2].

Для LED лампи $\eta_{e.o} = 0,95$.

$$Q_{e.o} = 0,95 \cdot 7018 = 6667,1 = 6,7 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від електричного освітлення для поверхів 1-3 будівлі

$$Q_{e.o}^{1-3} = 3 \cdot 6,7 = 20,1 \text{ кВт}$$

Загальне надходження теплоти від електричного обладнання $Q_e = 37,1 \text{ кВт}$.

3.4 Надходження вологи до приміщень

Надходження вологи від людей розраховую за формулою [2]

$$W_l = \frac{(g \cdot n_q + 0,85 \cdot g \cdot n_{ж}) \cdot 10^{-3}}{3600}, \text{кг/с} \quad (3.7)$$

де g – надходження вологи від одного дорослого чоловіка, г/год [2];

Відповідно до технічних умов експлуатації приміщення, де температура становить $t = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$, присутні люди знаходяться у стані виконання легкої роботи. Згідно з [1] вказано, що один дорослий чоловік виділяє вологи у кількості $g = 91 \text{ г/год}$ [2].

$$W_l = \frac{(91 \cdot 35 + 0,85 \cdot 91 \cdot 35) \cdot 10^{-3}}{3600} = 0,0016 \text{ кг/с}$$

Надходження вологи від людей для 1-3 поверхів будівлі:

$$W_l^{1-3} = 0,0016 \cdot 3 = 0,005 \text{ кг/с.}$$

4 СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

4.1 Характеристики системи опалення

На даний момент серед централізованих опалювальних систем, виділяють такі типи як водяні, повітряні, комбіновані, парові та променеві.

В проєкті офісно-складської будівлі розглядаєть водяна система опалення.

В цих системах теплоносієм виступає гаряча вода. Як теплоносієм вода має найвищий показник теплоємності, який дорівнює $c_p = 4,19$ кДж/кг·К, і має гідні санітарно-гігієнічні характеристики. Як приклад воду в подавальному трубопроводі обирають з температурою до 95 °С та 105 °С для громадських і житлових будівель, в однотрубних та двотрубних систем центрального опалення відповідно. Для дитячих закладів та лікарень до 85°С та до 150 °С в промислових будівлях. Поворотну воду обирають з температурою 70 °С для всіх будівель.[2]

Системи водяного опалення поділяються на системи з вимушеною та природньою циркуляцією теплоносія.

У системах з природньою циркуляцією вода переміщується за допомогою різниці густини між поворотною та подавальною водою, що виникає внаслідок відмінностей у температурі. У системах з вимушеною циркуляцією переміщення води відбувається за допомогою насосів або водоструминних ежекторів.[2]

Також системи діляться на однотрубні і двотрубні в залежності від схем живлення нагрівальних пристроїв, які в свою чергу різняться в залежності від розміщення магістралей на системи [2]:

- з верхньою розводкою подавальної магістралі і нижньою розводкою магістралі;
- з нижньою розводкою подавальної і поворотної магістралі;
- з нижньою розводкою подавальної і верхньою розводкою поворотної магістралі – так звана «перекинута» циркуляція.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

В представленій роботі розглядається двотрубна, тупикова система з нижньою подачею теплоносія.

4.2 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Головним завданням гідравлічного розрахунку є визначення діаметрів трубопроводів при заданому тепловому навантаженні, а також втрат тиску в різних ділянках системи [2].

На рисунках 4.1 – 4.3 представлені гідравлічні схеми системи опалення.

Відповідно до методики, на схемі вказані ділянки, вибирається трубопровідна магістраль, для якої проводяться розрахунки щодо втрат тиску від тертя та місцевих опорів .

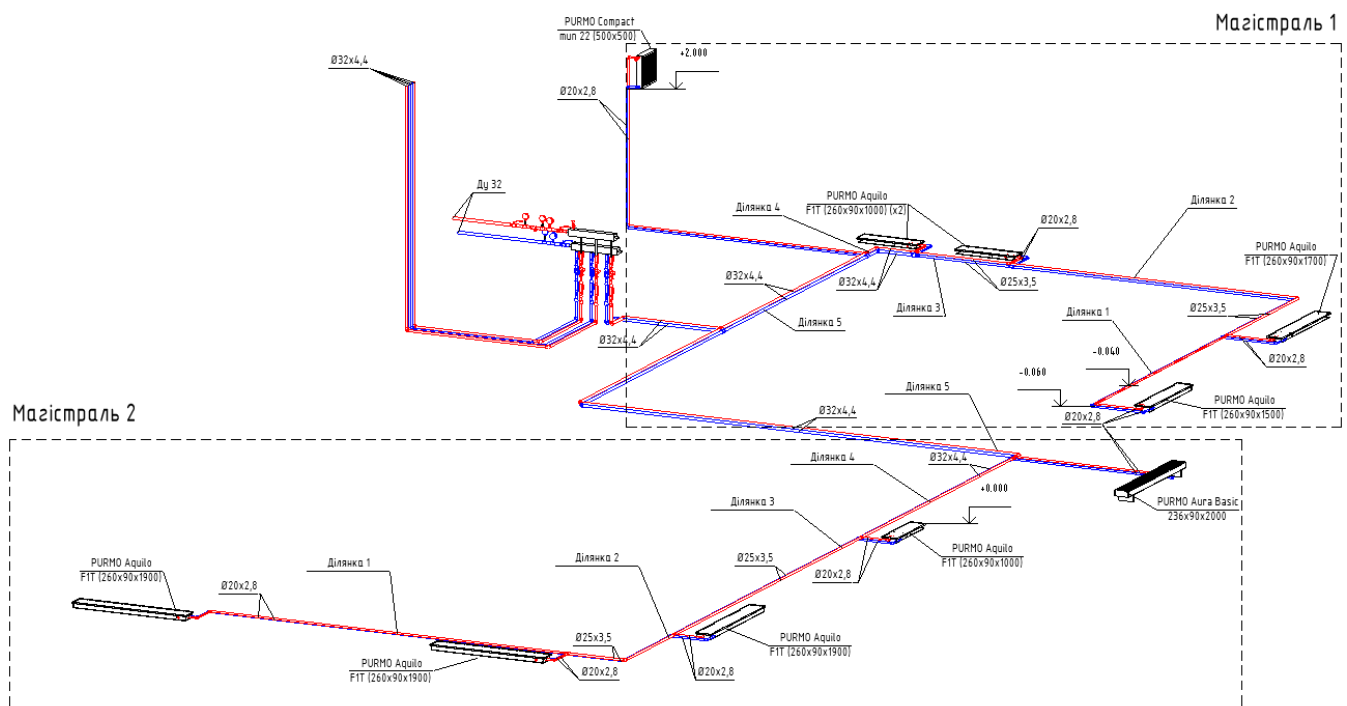


Рис.4.1 Схема магістралей 1, 2 трубопроводів опалення

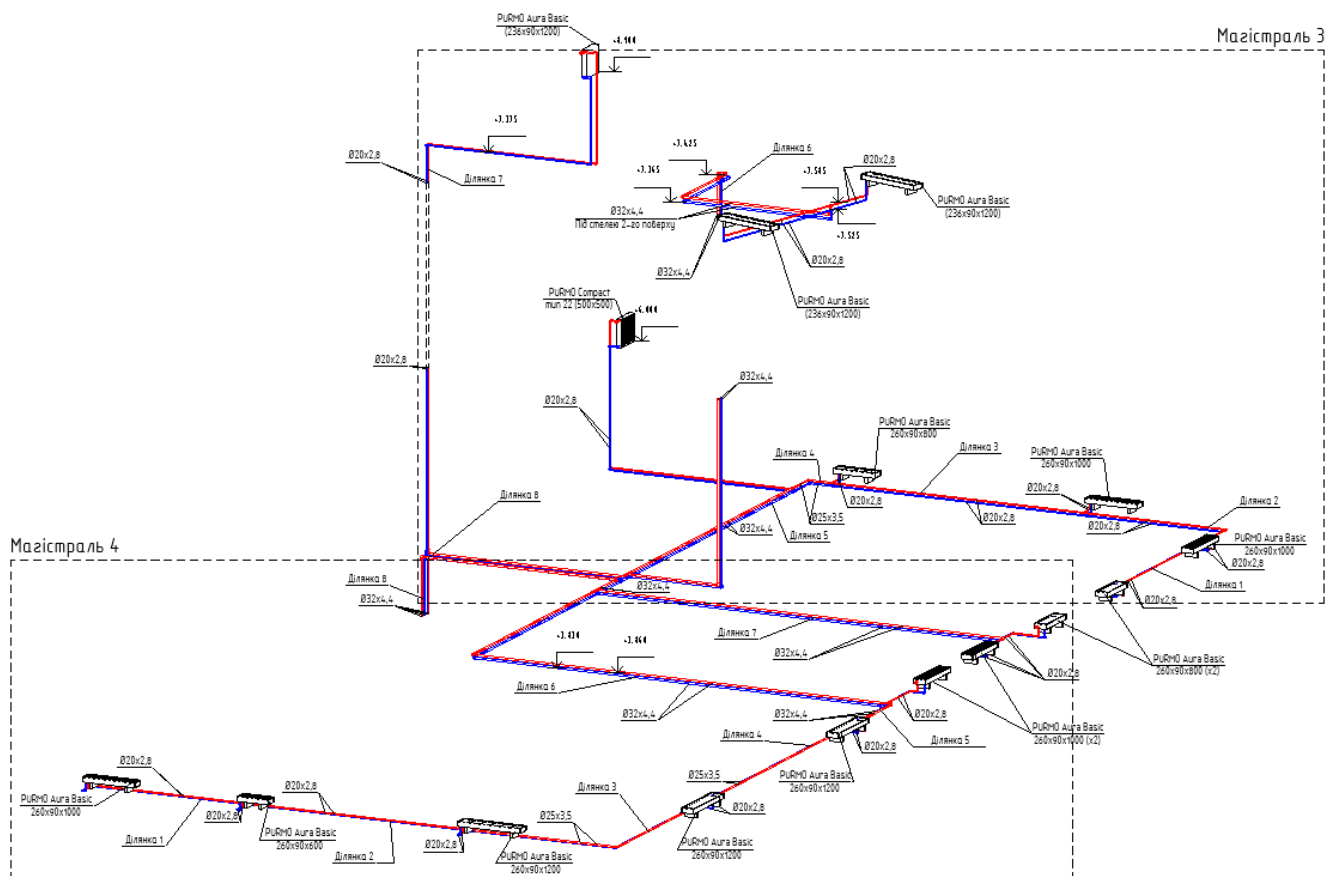


Рис.4.2 Схема магістралей 3, 4 трубопроводів опалення

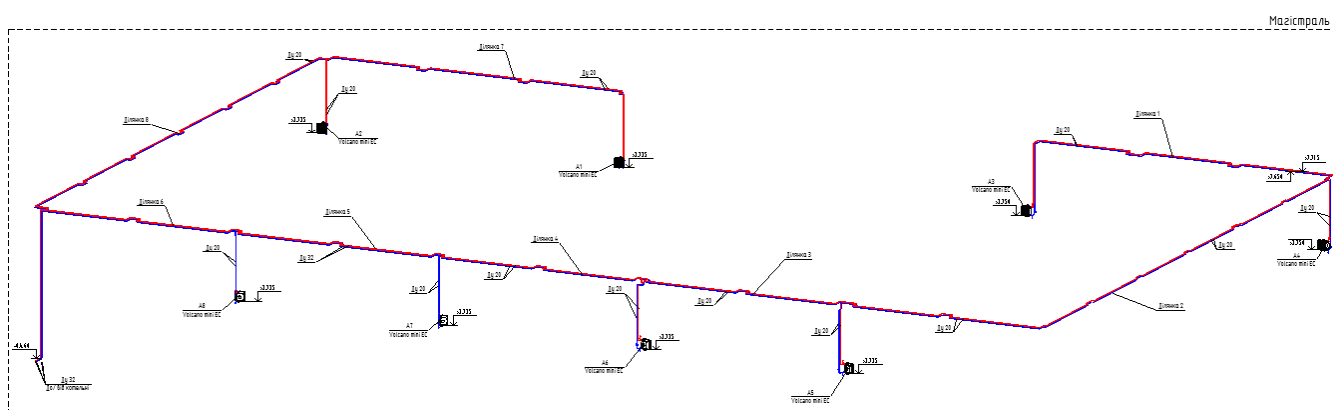


Рис.4.3 Схема магістралі 5 трубопроводів опалення

Втрати тиску в трубопроводі на тертя і місцеві опори, Па, розраховуються за формулою

$$\Delta P = Rl + Z, \quad (4.1)$$

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

l – довжина трубопроводу, м;

Z – втрати тиску на місцеві опори, Па.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД.23.144.206.ПЗ

Арк.

27

Питомі втрати тиску на тертя розраховуються за формулою

$$R = n\lambda \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot \frac{1}{d_{\text{вн}}}, \quad (4.2)$$

де n - коефіцієнт шорсткості трубопроводу;

λ - коефіцієнт опору тертя;

ω - швидкість руху води, м/с;

$d_{\text{вн}}$ - внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Коефіцієнт опору тертя при числі Рейнольдса $Re > 2300$ визначають за формулою Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \left[\left(K_{\text{екв}} / d_{\text{вн}} \right) + (68/Re) \right]^{-0,25}, \quad (4.3)$$

де $K_{\text{екв}}$ - абсолютна еквівалентна шорсткість стінок трубопроводів, м;

Re – число Рейнольдса.

У випадках коли число Рейнольдса $Re < 2300$ коефіцієнт опору тертя визначають за формулою Пуазейля

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (4.4)$$

Число Рейнольдса розраховують за формулою

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}}}{\nu}, \quad (4.5)$$

де ν - кінематична в'язкість води, м²/с (згідно з [9] $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6}$ м²/с).

Втрати тиску на місцеві опори розраховують за формулою

$$Z = \Sigma \xi \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \quad (4.6)$$

де $\Sigma \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Масова витрата води через нагрівальні прилади, кг/с визначається за формулою

$$m_{\text{при}} = Q_{\text{при}} / c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{о}}), \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{при}}$ - теплове навантаження нагрівального приладу, Вт;

$c_{\text{в}}$ - теплоємність води, Дж/(кг·К) - беруть зазвичай 4187 Дж/(кг·К);

$t_{\text{г}}$ та $t_{\text{о}}$ - температури нагрівальної та поворотної води відповідно, °С.

4.2.1 Гідравлічний розрахунок системи опалення для ділянки 1

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з того, що параметри теплоносія мають значення:

- $t_r = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $t_o = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- $c_v = 4,187 \text{ кДж}$.

Так як на ділянці 1 розташований один каналний конвектор з тепловим навантаженням $Q_{pri} = 1,388 \text{ кВт}$, розрахую масову витрату води через запроєктований нагрівальний прилад

$$m_{pri} = \frac{1,388}{4,187 \cdot (90 - 70)} = 0,017 \text{ кг/с}.$$

За [7] обираю трубопровід 20х3,4 внутрішній діаметр якого $d_{вн} = 14,4 \text{ мм}$. Знаходжу швидкість води в трубопроводі за формулою

$$\omega = \frac{m_v}{f_T \cdot \rho_v}, \quad (4.8)$$

де f_T - площа живого перерізу по теплоносію трубопровода

$$\omega = \frac{0,017}{0,000163 \cdot 1000} = 0,104 \text{ м/с}.$$

Визначаю число Рейнольдса

$$Re = \frac{0,104 \cdot 14,4 \cdot 10^{-3}}{1,006 \cdot 10^{-6}} = 1517 < 2300.$$

Так як число Рейнольдса виявилось менше ніж 2300 коефіцієнт опору тертя визначу за формулою Пуазейля

$$\lambda = \frac{64}{1517} = 0,042.$$

Розрахую питомі втрати тиску на тертя

$$R = 0,042 \cdot \frac{1000 \cdot 0,104^2}{2} \cdot \frac{1}{14,4 \cdot 10^{-3}} = 16 \text{ Па/м}.$$

Втрати тиску на місцеві опори розраховую за формулою

$$Z = 1 \cdot \frac{1000 \cdot 0,104^2}{2} = 5,41 \text{ Па}.$$

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Згідно з вищенаведеними розрахунками визначаю втрати тиску в трубопроводі на тертя і місцеві опори

$$\Delta P = 16 \cdot 5,6 + 5,41 = 95,01 \text{ Па.}$$

Для всіх ділянок системи опалення були проведені аналогічні обчислення, і отримані результати були узагальнені в таблиці 4.1-4.5.

Таблиця 4.1 Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі

1

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i , Вт	Витрати води на ділянці m_i , кг/с	Довжина ділянки l , м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води ω_d , м/с	Питомі витрати тиску на тертя R_d , Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_d l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці $(R_d l + Z)$, Па
1	1,388	0,017	5,6	20	0,104	16	89,6	1	5,41	95,01
2	3,481	0,042	7,1	25	0,17	38	269,8	1,8	26,01	295,81
3	4,318	0,052	1,5	25	0,21	58	87	1,3	28,01	115,67
4	5,155	0,062	0,6	25	0,25	83	49,8	1,8	56,25	106,05
5	5,927	0,071	4,9	25	0,29	83	406,7	1,8	75,69	482,4

Таблиця 4.2 Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі

2

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i , Вт	Витрати води на ділянці m_i , кг/с	Довжина ділянки l , м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води ω_d , м/с	Питомі витрати тиску на тертя R_d , Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_d l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці $(R_d l + Z)$, Па
1	1,718	0,021	6,3	20	0,13	31	195,3	1	8,45	203,75
2	3,436	0,041	2,5	25	0,17	37	92,5	1,8	26,01	118,51
3	5,154	0,062	6,4	25	0,25	83	531,2	1,3	40,63	571,83
4	5,991	0,072	5,3	25	0,29	110	583	1,8	75,69	658,69
5	7,821	0,093	12,5	32	0,23	49	612,5	1,8	47,61	660,11

Таблиця 4.3 Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі

3

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i , Вт	Витрати води на ділянці m_i , кг/с	Довжина ділянки l , м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води ω_d , м/с	Питомі витрати тиску на тертя R_d , Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_d l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці $(R_d l + Z)$, Па
1	0,732	0,01	3,5	20	0,1	10	35	1	5	40
2	2,2	0,026	3,95	20	0,17	50	197,5	1,8	26,01	223,51
3	3,67	0,044	4,7	25	0,18	42	197,4	1,3	21,06	218,46

Продовження таблиці 4.3

4	4,4	0,053	1,02	25	0,21	60	61,2	1,8	39,69	100,89
5	5,17	0,062	6,5	32	0,15	21	136,5	1,8	20,25	156,75
6	5,94	0,071	10	32	0,18	28	280	2	32,4	312,4
7	7,7	0,092	10,3	32	0,23	47	484,1	2	52,9	537
8	9,46	0,113	10,3	32	0,28	71	731,1	2	78,4	809,7

Таблиця 4.4 Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі

4

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i , Вт	Витрати води на ділянці m_i , кг/с	Довжина ділянки l , м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води ω_d , м/с	Питомі витрати тиску на тертя R_d , Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_d l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці $(R_d l + Z)$, Па
1	0,732	0,01	3,5	20	0,1	10	35	1	5	40
2	2,2	0,026	3,95	20	0,17	50	197,5	1,8	26,01	223,51
3	3,67	0,044	4,7	25	0,18	42	197,4	1,3	21,06	218,46
4	4,4	0,053	1,02	25	0,21	60	61,2	1,8	39,69	100,89
5	5,17	0,062	6,5	32	0,15	21	136,5	1,8	20,25	156,75
6	5,94	0,071	10	32	0,18	28	280	2	32,4	312,4
7	7,7	0,092	10,3	32	0,23	47	484,1	2	52,9	537
8	9,46	0,113	10,3	32	0,28	71	731,1	2	78,4	809,7

					МД.23.144.206.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						32

Таблиця 4.5 Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі

5

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i , Вт	Витрати води на ділянці m_i , кг/с	Довжина ділянки l , м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води ω_d , м/с	Питомі витрати тиску на тертя R_d , Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_d l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\sum \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці $(R_d l + Z)$, Па
1	7,6	0,091	18	20	0,3	102	1836	6	270	2106
2	15,2	0,182	42	20	0,6	408	17136	15	2700	19836
3	22,8	0,272	13	20	0,9	917	11921	4	1620	13541
4	30,4	0,363	13	20	1,2	1630	21190	4	2880	24070
5	38	0,454	13	20	1,5	2547	33111	4	4500	37611
6	45,6	0,545	13	32	0,6	205	2665	4	720	3385
7	7,6	0,091	18	20	0,3	102	1836	6	270	2106
8	15,2	0,182	42	20	0,6	408	17136	15	2700	19836

4.3 Нагрівальні прилади системи опалення

Завданням опалювальних приладів є передача тепла від теплоносія до повітря та конструкцій, що обмежують приміщення, в якому вони встановлені. Вимоги до цих пристроїв стосуються їх класифікації, а також аналізу ступеня вдосконаленості та порівняння [8].

Санітарно-гігієнічні вимоги обмежують температуру зовнішньої поверхні приладу та форму, яка сприяє ефективній очистці від пилу. Опалювальні пристрої повинні мати мінімально можливу температуру корпусу, щоб уникнути пригорання

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

пилу, зменшити нейтралізацію нестійких іонів з

негативним зарядом, забезпечити безпечність користування (запобігання опікам), знизити швидкість руху повітря та, відповідно, швидкість руху пиловидних частинок. Пристрої повинні мати мінімальну площу для зменшення відкладення пилу і забезпечувати вільний доступ для видалення пилу з корпусу та огорожувальних конструкцій за ним [8].

Економічні вимоги передбачають досягнення оптимальної вартості пристрою, включаючи витрати на його виготовлення, монтаж та експлуатацію[8].

Архітектурно-будівельні вимоги передбачають не лише естетичний зовнішній вигляд, але й доцільні габаритні розміри [8].

Виробничо-монтажні вимоги включають в себе забезпечення економії коштів під час монтажу, регулювання та налаштування, а також забезпечення достатньої міцності механічних частин пристроїв [8].

Експлуатаційні вимоги включають в себе теплову стійкість опалювального пристрою, можливість регулювання тепловіддачі та гарантію повної водонепроникності в заданих межах гідростатичного тиску [8].

Теплотехнічні вимоги: Опалювальні пристрої повинні забезпечувати найбільшу щільність питомого теплового потоку, віднесеного до одиниці площі [8].

4.3.1 Підбір опалювальних приладів

У приміщеннях офісу на першому поверсі встановлено підлогові конвектори Aquilo F1T від компанії "PURMO". Розміри конвекторів були вибрані з урахуванням тепловитрат в кожному приміщенні. На другому поверсі для опалення обрані надпідлогові конвектори Aura Basic від "PURMO". У складській частині будівлі використовуються водяні тепловентилятори Volcano VR1 EC.

Також на сходових клітинах і технічних приміщеннях, обрані панельні радіатори PURMO Compact.

Підбір опалювального обладнання виконувався за тепловою потужністю та тепловими витратами приміщень. А саме так щоб тепла потужність

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опалювального приладу перевищувала, або була рівною тепловим втратам приміщення де він буде встановлений.

Також для більш якісного підбору слід враховувати так звані параметри опалювального чинника, тобто температура води подачі і повернення, а також температура в приміщенні. У випадку, якщо система працює при інших параметрах, ніж ті, що наведені в таблицях потужності, або якщо температура в приміщенні відрізняється від 20 °С, необхідно користуватися корекційними коефіцієнтами. Це дозволить точно розрахувати необхідну потужність радіатора [10].

Розрахунок теплових втрат приміщенням був наведений вище, результати були зведені в відповідні таблиці(див. дод. А).

Проведу розрахунок надпідлогового конвектора Aura Basic 2000x236x90, який встановлено в приміщенні тамбуру.

Розрахункову теплову потужність опалювального приладу Q_p , Вт, визначу за формулою:

$$Q_{p. п.} = Q_n \cdot k_n, \quad (4.9)$$

де Q_n - номінальна теплова потужність опалювального приладу, Вт;

k_n - поправочний коефіцієнт.

Номінальну потужність і поправочний коефіцієнт обираю за [10].

$$Q_{p. п.} = 1830 \cdot 1 = 1830 \text{ Вт}$$

Теплові втрати приміщення де встановлений даний конвектор складають 1315,5 Вт, що є меншим ніж розрахункова потужність приладу, отже підбір виконаний вірно.

Для опалювального обладнання складської частини будівлі номінальну потужність і поправочний коефіцієнт обираю за [11]

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таблиця 4.6 Підбір опалювальних приладів для системи опалення

№/Тип	Назва приміщення	Назва, тип, модель опалювального пристрою	Кількість, шт	Теплова потужність одного пристрою, Вт	Поправковий коефіцієнт	Загальна теплова потужність, Вт
Поверх 1						
100	Тамбур	Aura Basic 2000x236	1	1830	1	1830
101	Хол-коридор	Aquilo F1T 1000x260x90	2	837	1	1674
102	Лабораторія	Aquilo F1T 1500x260x90	1	1388	1	1388
103	Конференц-зал	Aquilo F1T 1900x260x90	3	1718	1	5154
109	Сходові клітина	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772
110	Кімната відпочинку охорони	Aquilo F1T 1000x260x90	1	837	1	837
111	Приміщення охорони	Aquilo F1T 1700x260x90	1	2093	1	2093
Поверх 2						
201	Сходові клітина	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772
202	Хол-коридор	Aura Basic 800x236x90	1	732	1	732
203	Кабінет головного інженера	Aura Basic 1000x236x90	2	1164	1,26	2933
204	Переговорна	Aura Basic 800x236x90	2	732	1	1464

Продовження таблиці 4.6

205	Сходова клітина	Auro Basic 1000x236x90	2	915	1	1830
206	Офіс Open-Space	Aura Basic 1200x236x90	3	1397	1,26	5281
207	Архів	Aura Basic 600x236x90	1	549	1	549
208	Кабінет директора	Aura Basic 1000x236x90	1	915	1	915
Поверх 3						
301	Сходова клітина	Aura Basic 1200x236x90	2	1397	1,26	3520
302	Технічне приміщення	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772
Склад						
1.1	Зона 1	Volcano VR mini EC	2	7600	1	15200
1.2	Зона 2	Volcano VR mini EC	4	7600	1	30400
1.3	Зона 3	Volcano VR mini EC	2	7600	1	15200
1.4	Приміщення кладовщика	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772
1.5	Санвузол	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772

З розрахунків визначено, що сумарна теплова потужність від опалювальних приладів становить $\sum Q_{p.n.} = 94859$ Вт.

Також слід зазначити, що в приміщеннях з незначними тепловтратами опалювальні пристрої не встановлювались, так як теплові втрати покриваються сусідніми приміщеннями.

4.4 Опис опалювального обладнання

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Надпідлогові конвектори Aura Basic, вироблені компанією «PURMO», ідеально підходять для приміщень з великою площею застеклення, таких як вітрини магазинів, зимові сади, або в офісних будівлях, як показано в даному проєкті. У конвекторі в якості нагрівального елемента використовується мідно-алюмінієвий теплообмінник, розташований у сталевому корпусі, що зверху захищений перфорованою сталевією решіткою. Важливо відзначити, що корпус конвектора не нагрівається від теплоносія, що попереджає втрату енергії через випромінювання і сприяє зменшенню витрат на експлуатацію [10].



Рис.4.3 Зовнішній вигляд надпідлогового конвектора

На першому поверсі офісної частини будівлі були обрані підлогові каналні конвектори Aquilo F1T. Даний тип конвекторів призначений для монтажу в підлозі опалювальних приміщень.

Теплообмінником, аналогічним до того, що використовується у підлогових конвекторах, у моделі Aquilo F1T є мідно-алюмінієвий елемент, встановлений у сталевий корпус, оцинкований з обох сторін. Особливістю Aquilo F1T є наявність відцентрових вентиляторів, які працюють практично безшумно і розташовані поруч із теплообмінником. Кількість вентиляторів визначається довжиною

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплообмінника, і їхнє функціонування забезпечує високу ефективність конвектора, забезпечуючи примусову циркуляцію повітря. Вентилятори приводяться в рух двигунами, спеціально розрахованими для роботи при напрузі 12 В. Зверху конвектора розташована металева решітка. Підключення конвектора до системи опалення здійснюється за допомогою патрубків з внутрішніми різьбами ½” [10].



Рис. 4.4 Зовнішній вигляд підлогового конвектора

Сталеві панельні радіатори – найпоширеніший тип опалювальних пристроїв на сьогоднішній день. Мільйони таких радіаторів забезпечують тепло в будинках і квартирах по всій Україні та у всьому світі. Сталеві панельні радіатори вирізняються високою теплообмінною здатністю і чудовим співвідношенням ціни та якості. Конструкція панельних радіаторів розрахована так, що передача тепла відбувається одночасно за рахунок конвекції та випромінювання тепла. Таким чином досягається максимальна ефективність пристрою. Радіатори оснащені конвективними елементами, бічні поверхні оснащені захисними екранами, верхня поверхня

прикрита планкою типу ґриль. Також присутні чотири бічні приєднувальні отвори у кожному куті радіатора із внутрішньою різьбою $\frac{1}{2}$ " [10].



Рис. 4.5 Зовнішній вигляд панельного радіатора

В складській частині будівлі запроектовані тепловентилятори Volcano VR mini фірми «VTS».

Принцип їх дії полягає в тому, що теплоносій, яким є гаряча вода, передає тепло через теплообмінник з високо розширеною поверхнею, що забезпечує велику потужність нагріву. Високоєфективний осьовий вентилятор всмоктує повітря з приміщення і, пропускаючи його через теплообмінник, повертає його назад у приміщення.

Сам тепловентилятор складається з:

- водяного нагрівача, в якому присутній мідно-алюмінієвий теплообмінник та алюмінієві ламелі. Підєднується пристрій за допомогою патрубків із зовнішньою різьбою $\frac{3}{4}$ ", які розташовані в задній частині корпусу;

- осьового вентилятора через який здійснюється подача повітря;

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- корпусу який складається з основної та передньої панелі, обидві виготовлені з високоякісного композитного матеріалу;
- жалюзей, за допомогою яких можна спрямовувати потік повітря;
- монтажної консолі, конструкція передбачає обертання пристрою в горизонтальній площині для направлення потоку теплого повітря у вибраному напрямку.



Рис. 4.6 Зовнішній вигляд тепловентилятора

Підключення радіаторів і конвекторів (див. рис. 4.10-4.12) здійснено за допомогою терморегулюючих клапанів TS-90 з термостатичною головкою від фірми «HERZ», на подавальних патрубках, та запірних клапанів RL-1 на зворотних патрубках.

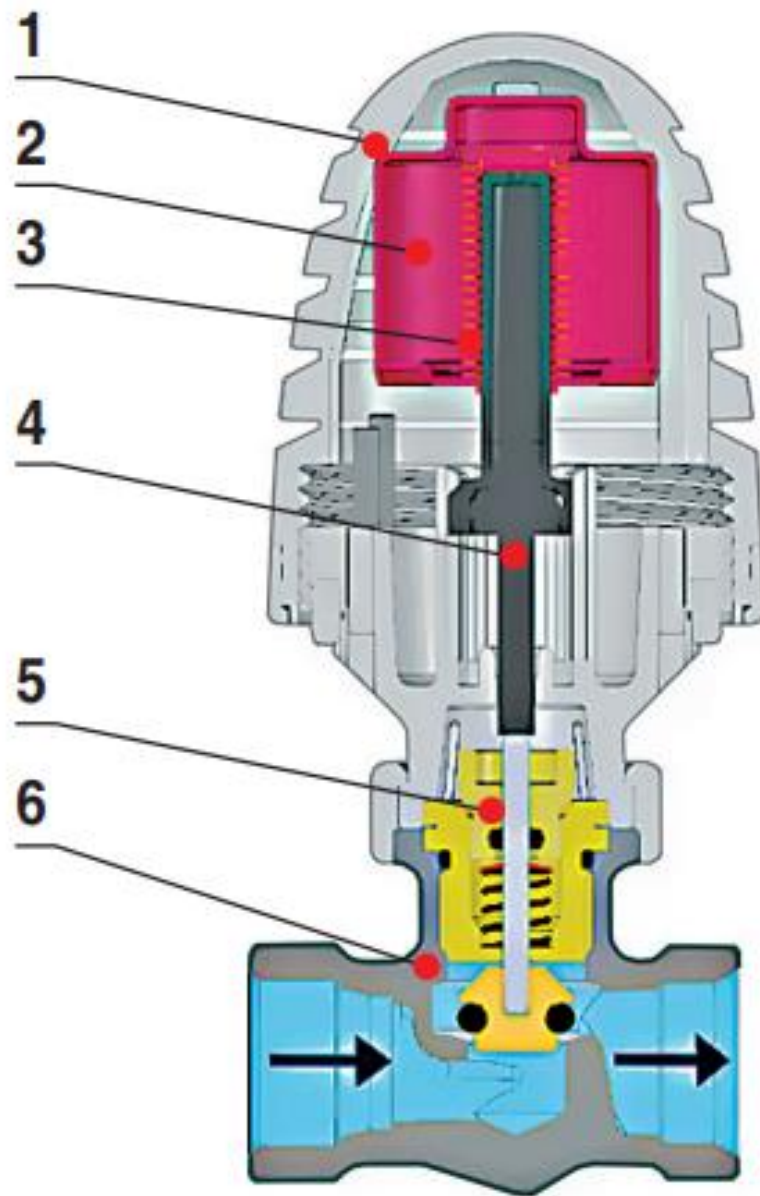


Рис. 4.7 Зовнішній вигляд запірного клапана



Рис. 4.8 Загальний вигляд терморегулюючого клапану з термостатичною
ГОЛОВКОЮ

Термостатичні головки використовують для регулювання теплопередачі нагрівальних приладів.



1 - маховик, 2 – датчик, 3 - сильфон, 4 - перетворювач зміни температури на рух штоку клапана, 5 – кран-букса, 6 - клапан

Рис. 4.9 Конструкція термостатичної головки

Принцип роботи цих клапанів ґрунтується на варіації об'єму рідини у термоголовці датчика, що відбувається відповідно до зміни температури повітря. Ця зміна впливає на обсяг теплоносія, який надходить до опалювального пристрою, забезпечуючи ефективне регулювання теплового потоку.

Запірні клапани, у свою чергу, служать для відключення опалювальної системи від поворотного трубопроводу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД.23.144.206.ПЗ

Арк.

43

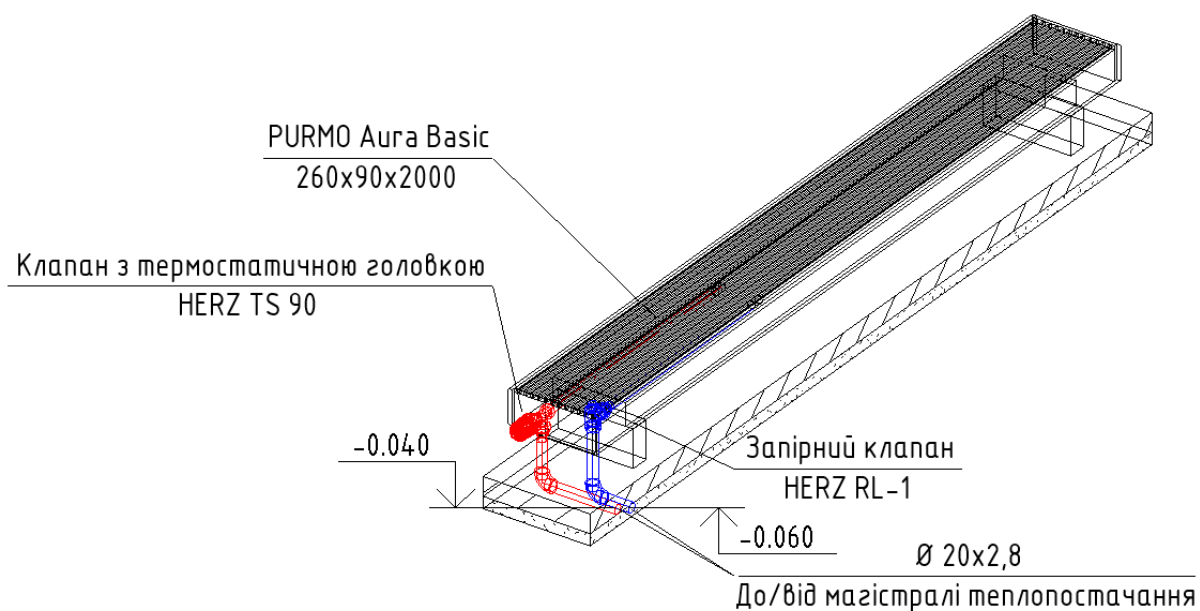


Рис. 4.10 Вузол підключення надпідлогового конвектора

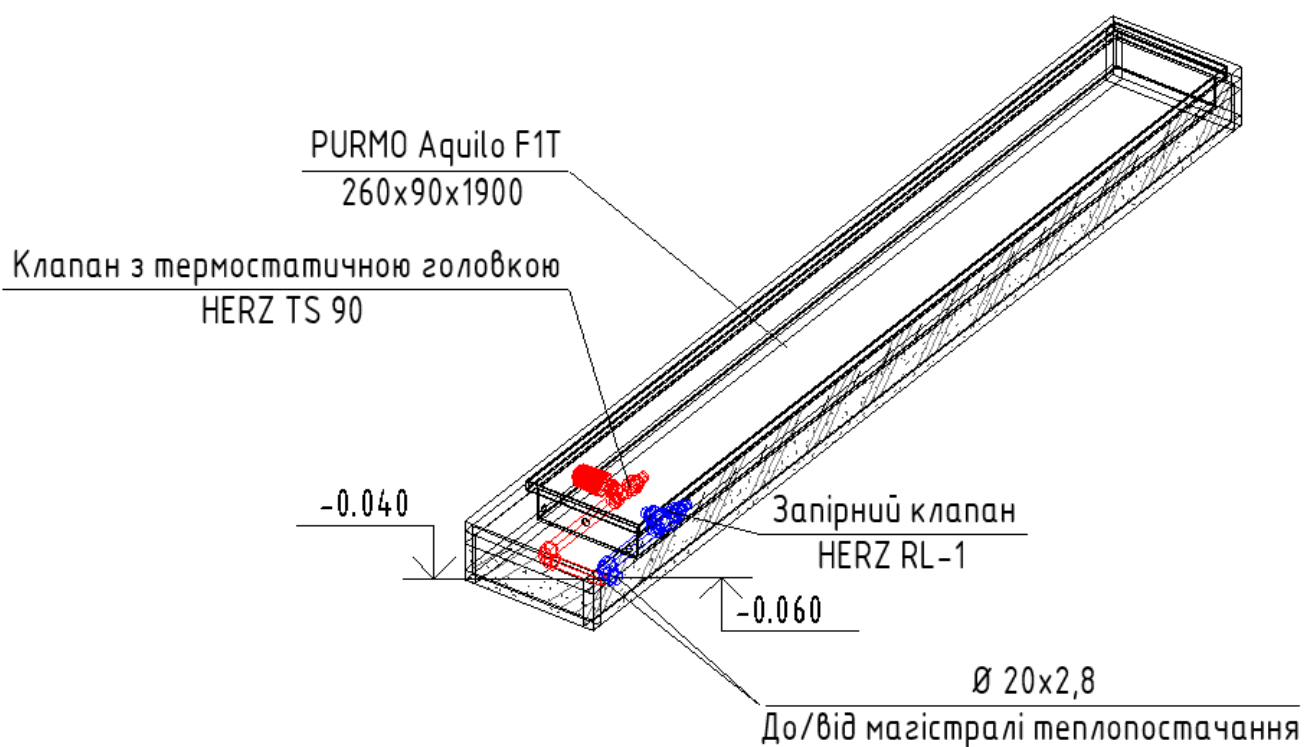


Рис. 4.11 Вузол підключення підлогового конвектора

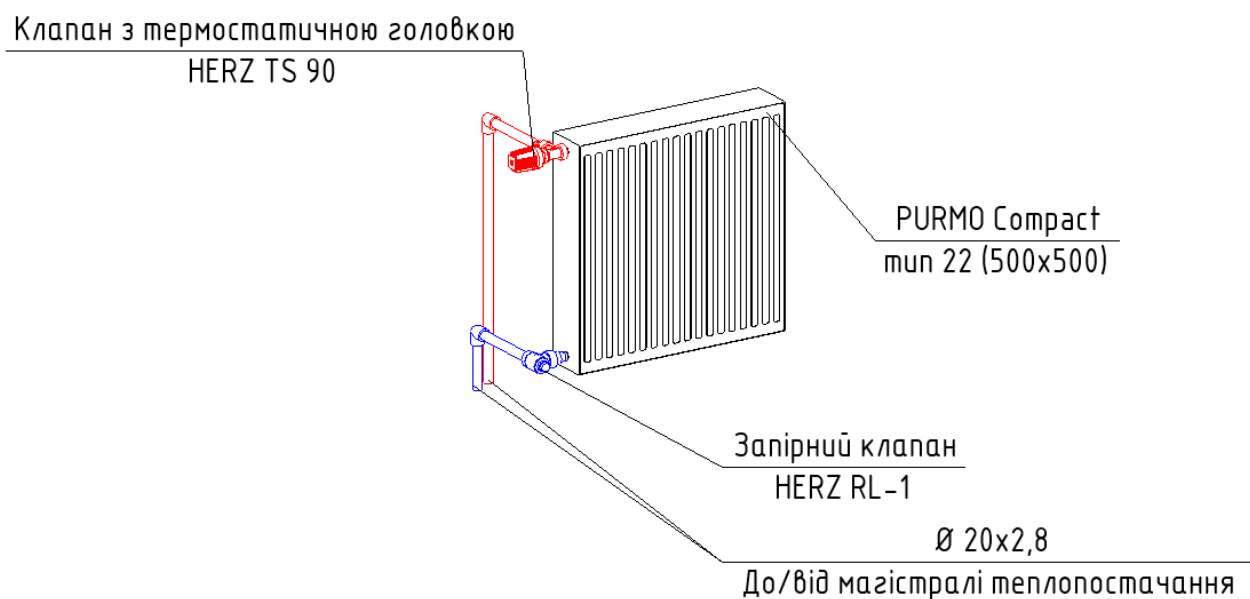


Рис. 4.12 Вузол підключення панельного радіатора

Обв'язка тепловентиляторів (див. рис. 4.13) включає в себе встановлення сіткового фільтра-грязьовика, на подавальному трубопроводі, для перешкодження потрапляння дрібних частинок бруду; комбі-клапан, на поворотному трубопроводі, для регулювання температури теплоносія.

Для здійснення сервісного обслуговування, тепловентилятори підключені через кульові крани. Також встановлені автоматичні повітровідвідники і дренажні крани, на подавальному і поворотному трубопроводі відповідно.

Загальні види запірно-регулюючої арматури зображені на рисунках 4.14 – 4.17.

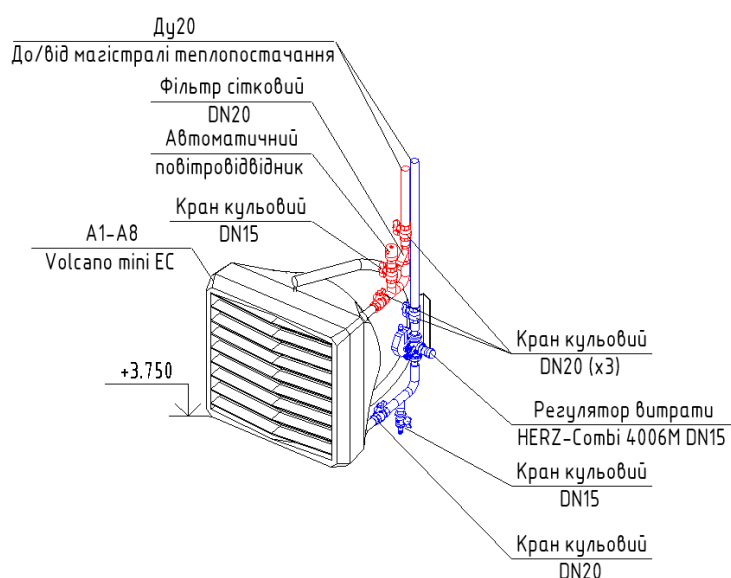


Рис. 4.13 Вузол підключення тепловентилятора



Рис. 4.14 Загальний вигляд фільтра-грязьовика



Рис. 4.15 Загальний вигляд комбі-клапана



Рис. 4.16 Загальний вигляд автоматичного повітровідвідника



Рис. 4.17 Загальний вигляд дренажного крана

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД.23.144.206.ПЗ

Арк.

47

5 СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ

5.1 Опис системи вентиляції

Проектом передбачена механічна система вентиляції. В офісній частині будівлі циркуляція повітря здійснюється за допомогою стельових припливно-витяжних установок з пластинчастим рекуператором Slimstar 2000 ЕС виробництва компанії «Aerostar», які розташовані в застельовому просторі. Для забезпечення рівномірного розподілу припливного повітря в приміщеннях, підібрані стельові дифузори. Видалення повітря відбувається за допомогою тих самих стельових дифузорів, а на окремих витяжних системах для спеціалізованих приміщень (таких як лабораторія, санвузли, кухня, тощо), встановлені анемостати.

Для складської частини будівлі також передбачена механічна система вентиляції, з припливно-витяжною установкою GREENSTR 20 фірми виробника «Aerostar» (див. рис. 5.1), яка встановлена за межами будівлі. Досягненню рівномірного розподілу припливного повітря сприяють підібрані текстильні повітропроводи. Видалення повітря відбувається за допомогою ротаційних дифузорів фірми «MADEL». В приміщенні комірника встановлений стельовий провітрювач з рекуперацією тепла та енергії.



Рисунок 5.1 Загальний вигляд припливно-витяжної установки

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

5.2 Розрахунок повітрообміну приміщень

Повітрообмін приміщень може бути визначений за:

- надлишками теплоти та вологи;
- надлишками шкідливих речовин;
- нормативною кратністю повітрообміну.

Визначу повітрообмін за нормативною кратністю.

Необхідний повітрообмін для приміщення при заданому внутрішньому об'єму ($V_{\text{в}}, \text{м}^3$) та нормативній кратності ($m, 1/\text{год}$), $\text{м}^3/\text{год}$ [2]

$$V = mV_{\text{в}}, \quad (5.1)$$

Масова витрата повітря, кг/с , визначається за рівнянням [2]

$$L = \frac{V}{3600} \cdot \rho, \quad (5.2)$$

де ρ - густина повітря, кг/м^3 .

Густина повітря розраховується за формулою [2]

$$\rho = \frac{\rho_n}{d \cdot 10^{-3}} (1 + d \cdot 10^{-3}), \quad (5.3)$$

де ρ_n - густина водяної пари, кг/м^3 ;

d - вологовміст повітря, г/кг с.п.

Густину водяної визначаю за формулою [2]

$$\rho_n = \frac{P_n}{R_n \cdot T_n}, \quad (5.4)$$

де P_n - парціальний тиск водяної пари, Па ;

R_n - газова стала водяної пари, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

T_n - температура водяної пари, К .

Для зовнішнього повітря при температурі 23°C і відносній вологості 69% використовуючи h - d діаграму, встановлюю вологовміст повітря та парціальний тиск водяної пари, що становлять, відповідно,: $d = 11,8 \text{ г/кг с.п.}$; $P_n = 1850 \text{ Па}$.

Температуру зовнішнього повітря беру для розрахункових параметрів (середня температура найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю $0,99$ [1]), яка дорівнює $t = 23^\circ\text{C}$, а $T_n = 273 + 23 = 296 \text{ К}$; газова стала для водяної пари $R_n = 461 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, тоді

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_n = \frac{1850}{461 \cdot 296} = 0,0136 \text{ кг/м}^3.$$

Густина повітря згідно з формулою (5.3) дорівнює [2]

$$\rho = \frac{0,0136}{11,8 \cdot 10^{-3}} (1 + 11,8 \cdot 10^{-3}) = 1,162 \text{ кг/м}^3.$$

Результати розрахунку повітрообміну були зведені в таблицю 4.1. Також слід зазначити, що у даному контексті, коефіцієнти повітрообміну для конкретних приміщень відібрані враховуючи значення кратності за [6], при цьому визначається оптимальний обсяг обміну повітря, що відповідає специфіці вибраних приміщень.

Таблиця 5.1 Результати розрахунків повітрообміну приміщень

№ по екс.	Найменування приміщення	Об'єм м³	Приплив		Витяжка		Прийнята витрата п.	
			К _п , 1/год	Л _п , м³/год	К _в , 1/год	Л _в , м³/год	Л _п , м³/год	Л _в , м³/год
Поверх 1								
100	Тамбур	31,837	-	-	-	-	-	-
101	Хол-коридор	169,88	2	339,76	-	-	350	350
102	Лабораторія	87,42	-	-	-	-	300	300
103	Конференц-зал	262,725	1,5	394,0875	1,5	394,0875	520	520
104	Гардероб	13,64	-	-	-	-	-	50
105	Кава 24/7	29,915	2	59,83	-	-	60	-
106	Кухня-їдальня	115,723	3	347,169	3	347,169	350	350
107	Санвузол інклюзивний	20,584	-	-	-	-	-	75
108	Санвузол	30,318	-	-	-	-	-	100
109	Сходові клітина	50,499	-	-	-	-	-	-
110	Кімната відпочинку охорони	38,099	2	76,198	3	114,297	75	100

					МД.23.144.206.ПЗ			Арк.
								50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 5.1

111	Приміщення охорони	51,739	1,5	77,6085	1,5	77,6085	100	100
112	Технічне приміщення	19,685	1	19,685	1	19,685	-	50
113	ІТП	9,641	1	9,641	1	9,641	-	-
Система ПВ1							1995	1170
Поверх 2								
201	Сходова клітина	61,628	-	-	-	-	-	-
202	Хол-коридор	157,821	2	315,642	2	315,642	320	320
203	Кабінет головного інженера	86,428	1,5	129,642	1,5	129,642	215	215
204	Переговорна	103,943	1,5	155,9145	1,5	155,9145	345	345
205	Сходова клітина	66,03	-	-	-	-	-	-
206	Офіс Open-Space	224,843	1,5	337,2645	1,5	337,2645	345	345
207	Архів	36,828	3	110,484	3	110,484	115	115
208	Кабінет директора	66,092	1,5	99,138	1,5	99,138	100	100
209	Санвузол директора	18,879	-	-	-	-	-	125
210	Жіночий санвузол	12,183	-	-	-	-	-	50
211	Жіноча душова	14,229	-	-	-	-	-	75
212	Чоловіча душова	14,229	-	-	-	-	-	75
213	Чоловічий санвузол	12,369	-	-	-	-	-	50
214	Комутаційна	29,388	1,5	44,082	1,5	44,082	-	100
Система ПВ2							1915	1540

Продовження таблиці 5.1

Склад								
1.1	Зона 1	5241,72	1	5241,72	1	5241,72	5245	5245
1.2	Зона 2	13228,82	1	13228,82	1	13228,82	13230	13230
1.3	Зона 3	5208,94	1	5208,94	1	5208,94	5210	5210
1.4	Приміщення комірника	29,512	1,5	44,268	1,5	44,268	45	45
1.5	Санвузол	17,98	-	-	-	-	-	50
Система ПВ0							23685	23685

5.2.1 Підбір припливно-витяжних установок

Енергоефективні системи SlimStar з функцією рекуперації тепла відрізняються не лише компактним корпусом, але й виражають себе як повністю функціональні агрегати, готові до використання. Ці установки забезпечують фільтрацію, охолодження/підігрів та подачу обробленого свіжого повітря в приміщення. Їх проста система управління робить їх легкими у використанні, а готовність до експлуатації вражає. Крім того, вони демонструють високу продуктивність та акустичний комфорт завдяки 30-міліметровій акустичній ізоляції стінок. Використовуваний пластинчастий теплообмінник забезпечує надзвичайну ефективність теплопередачі на рівні 85-92%.

Системи з рекуперацією тепла виконують важливі функції: очищають, нагрівають і постачають свіже повітря. Принцип їх роботи полягає в вилученні тепла з витяжного повітря та його передачі припливному повітрю, використовуючи вискоелективний пластинчастий рекуператор. Схема руху повітря через рекуператор відображена на рисунку 5.2.

Множественні потоки повітря, створені пластинами, формують ефективний процес рекуперації тепла. Теплообмін відбувається між двома потоками повітря, і це відбувається без передачі вологості. Відпрацьоване та свіже повітря переміщуються в протилежних напрямках через теплообмінник.

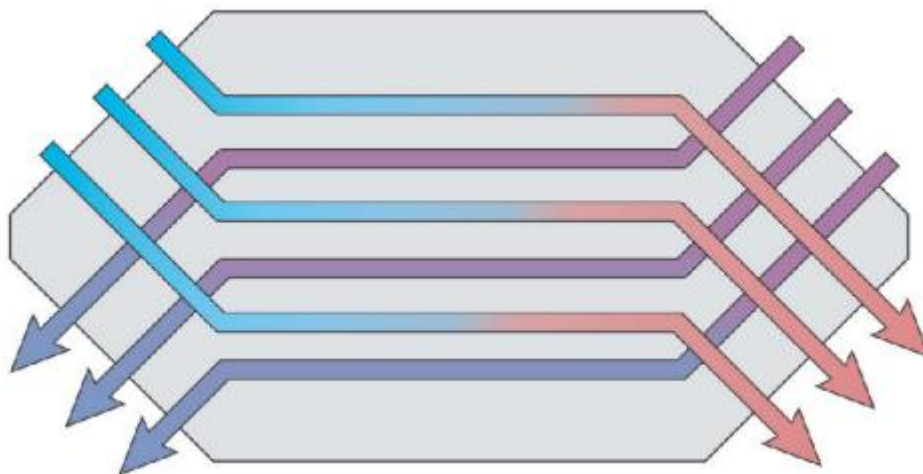


Рис. 5.2 Схема руху потоків повітря через рекуператор

Взимку волога в повітрі конденсується на пластинах рекуператора для запобігання втрати ефективності енерговикористання та уникнення пошкоджень теплообмінника; конденсат не повинен замерзати.

У даній установці використовуються передові ЕС-вентилятори, які вражають своєю енергоефективністю та легкістю управління.

Основні переваги використання ЕС-вентиляторів включають:

- Високий коефіцієнт корисної дії (приблизно 93%);
- Значна економія електроенергії, що призводить до зниження експлуатаційних витрат (мінімум на 30%);
- Компактні розміри при високій потужності;
- Низький рівень шуму при порівняно великій продуктивності;
- Можливість регулювання продуктивності вентилятора в залежності від температури та ступеня задимлення;
- Можливість плавного та точного регулювання;
- Захист двигуна від механічних впливів та електричних перевантажень;
- Довгий термін експлуатації, що гарантує тривалу і надійну роботу вентилятора.

Теплообмінник може бути виготовлений у формі пластинчастого або перехресноточного типу. Теплопровідні пластини рекуперативної поверхні виготовляють із тонкої металевої фольги (з використанням матеріалів, таких як

алюміній, мідь, нержавіюча сталь) або з ультратонкого картону, пластику чи гідроскопічної целюлози.

Потоки припливного та витяжного повітря переміщуються по великій кількості невеликих каналів, сформованих зазначеними теплопровідними пластинами, відповідно до схеми протитечії. Важливо відзначити, що у такій системі практично виключається контакт та змішування потоків, а також майже повністю виключається забруднення. Конструкція рекуператора не передбачає наявності рухомих деталей. Коефіцієнт ефективності такої системи коливається в межах 50-80%.

У даній установці використовується касетний фільтр класу G4, який вирізняється спеціальною прогресивною структурою фільтрувального матеріалу, що гарантує високу ефективність у збиранні пилу та ефективність очищення повітря. Важливо відзначити, що цей фільтр призначений для грубої очистки повітря від частинок пилу, розмір яких перевищує 10 мікрометрів.

Комплектація установки та її габаритні розміри наведені на рисунках 5.3-5.4.

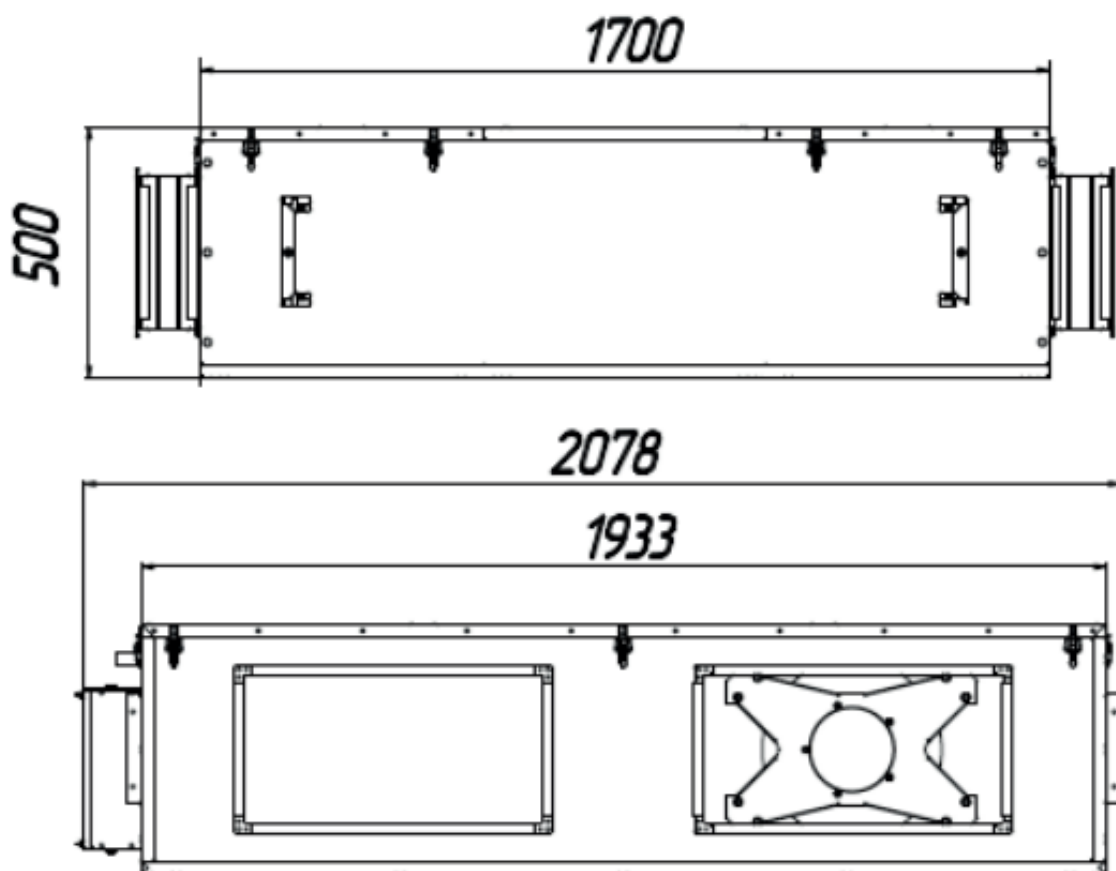


Рис. 5.3 Габаритні розміри вентиляційної установки

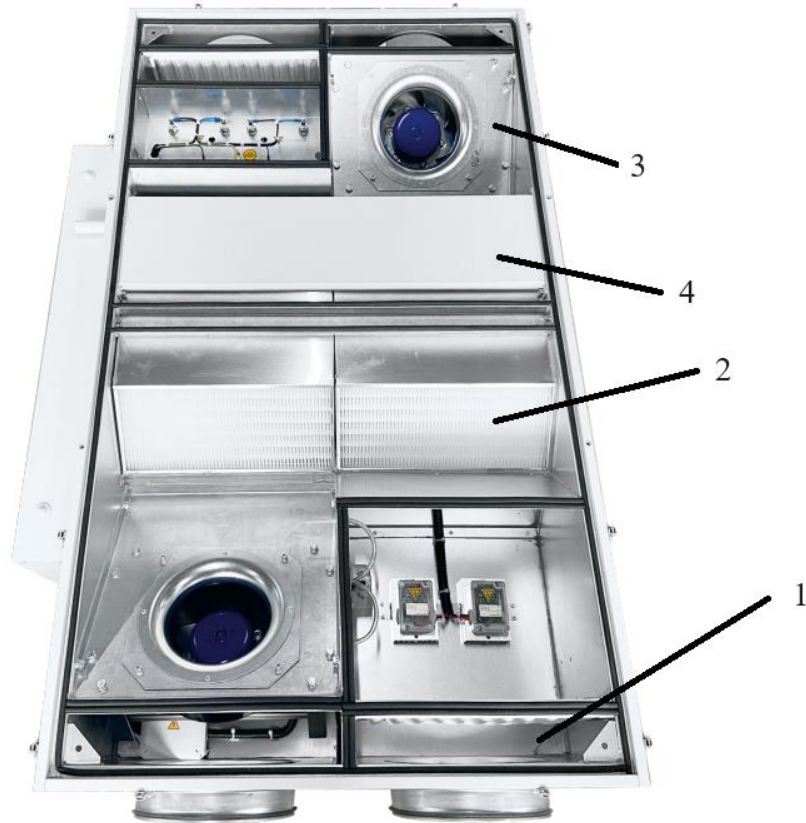
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МД.23.144.206.ПЗ

Арк.

54

Підбір установок систем вентиляції було виконано згідно розрахунку повітрообміну приміщень, враховуючи розрахунковий об'єм повітря, який має бути обмінений для забезпечення ефективної вентиляції та з наявного типоряду компанії виробника. Характеристики установок зведені в додаток Б.



1 - фільтр, 2 – повітронагрівач, 3 – вентилятор, 4 - рекуператор

Рис. 5.4 Комплектація вентиляційної установки

Також слід зазначити, що до установок були під'єднані додатково шумоглушники, гнучкі вставки та фільтри.

5.3 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Так як система вентиляції механічна, процес руху повітря в повітропроводі проводиться за допомогою вентиляторів на припливно-витяжному контурі системи.

Вибір вентиляторів здійснюється на основі об'ємної витрати повітря та повного тиску, визначеного опором мережі повітропроводів за допомогою формули

$$\Delta P = Rl + Z, \tag{5.5}$$

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

l – довжина повітропроводу, м;

Z – втрати тиску на місцеві опори, Па.

Згідно з методологією, я визначаю ділянки та обираючи магістраль, для якої проводжу розрахунки втрат тиску, враховуючи опори на тертя та місцеві опори [2].

Питомі втрати тиску на тертя розраховуються за формулою

$$R = \lambda \cdot \frac{\rho \cdot v_{\text{пв}}^2}{2} \cdot \frac{1}{d_{\text{екв}}}, \quad (5.6)$$

де λ - коефіцієнт опору тертя;

$v_{\text{пв}}$ - швидкість руху повітря, м/с;

$d_{\text{екв}}$ - еквівалентний діаметр повітропроводу, м (для прямокутних повітропроводів еквівалентний діаметр рахується за формулою $d_{\text{екв}} = \frac{2ab}{a+b}$) [2].

Коефіцієнт опору тертя при числі Рейнольдса $Re > 2300$ визначають за формулою Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \left[\left(k_{\text{екв}} / d_{\text{екв}} \right) + (68/Re) \right]^{-0,25}, \quad (5.7)$$

де $k_{\text{екв}}$ - абсолютна еквівалентна шорсткість стінок повітропроводів, м (для сталевих повітропроводів $k_{\text{екв}}=0,0001\text{м}$) [2].

Число Рейнольдса розраховують за формулою

$$Re = \frac{v_{\text{пв}} \cdot d_{\text{екв}}}{\nu}, \quad (5.8)$$

де ν - кінематична в'язкість води, м²/с (згідно з [9] $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с).

Втрати тиску на місцеві опори розраховують за формулою [2]

$$Z = \sum \xi \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \quad (5.9)$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

На першій ділянці розташований один дифузор з об'ємною витратою $V_1 = 100$ м³/год

Швидкість повітря на даній ділянці приймаю $v_1 = 2,3$ м/с, тоді переріз повітропровода

$$f_1 = \frac{V_1}{3600 \cdot v_1}, \quad (5.10)$$

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_1 = \frac{100}{3600 \cdot 2,3} = 0,012 \text{ м}^2.$$

Згідно довідкових таблиць [2] обираю круглого поперечного перерізу повітропровід, діаметром 125 мм, дійсна площа перерізу становить $f_{д1} = 0,0123 \text{ м}^2$;

$$v_1^д = \frac{V_1}{3600 \cdot f_{д1}}, \quad (5.11)$$

$$v_1^д = \frac{100}{3600 \cdot 0,0123} = 2,26 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса розраховують за формулою

$$Re = \frac{2,26 \cdot 0,125}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 18833$$

Коефіцієнт опору тертя при числі Рейнольдса $18833 > 2300$ визначаю за формулою Альштуля [2]:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left[(0,0001/0,125) + (68/18833) \right]^{-0,25} = 0,028$$

Визначу питомі втрати на тертя

$$R = 0,028 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,26^2}{2} \cdot \frac{1}{0,125} = 0,69 \text{ Па/м.}$$

Втрати тиску на місцеві опори для ділянки 1 обчислюю за формулою [2]

$$Z = 1,6 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,26^2}{2} = 4,9 \text{ Па.}$$

Розрахую сумарні втрати тиску

$$\Delta P = Rl + Z$$

$$\Delta P = 0,69 \cdot 2,6 + 4,9 = 6,7 \text{ Па.}$$

Аналогічні обчислення будуть проведені для всіх відрізків магістралей, а отримані результати представлені в додатку В.

Згідно розрахунків обираю каналні вентилятори ТТ ПРО 125 ЕС фірми виробника «Vents» для окремих витяжних систем В1-В6. Технічні характеристики наведені в таблиці 5.2.

Опис та загальний вигляд каналних вентиляторів наведений в розділі 5.4.

Для повітропроводів системи були підібрані дросель-клапани, та зворотні клапани.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 5.2 Технічні характеристики каналного вентилятора

Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Значення
Модель	-	ТТ ПРО 125 ЕС
Повна витрата повітря	м³/год	450
Частота обертання	об/хв	3750
Тиск	Па	350
Споживана потужність	Вт	40
Тип двигуна	-	Електричний
Електричний захист	-	IPX4

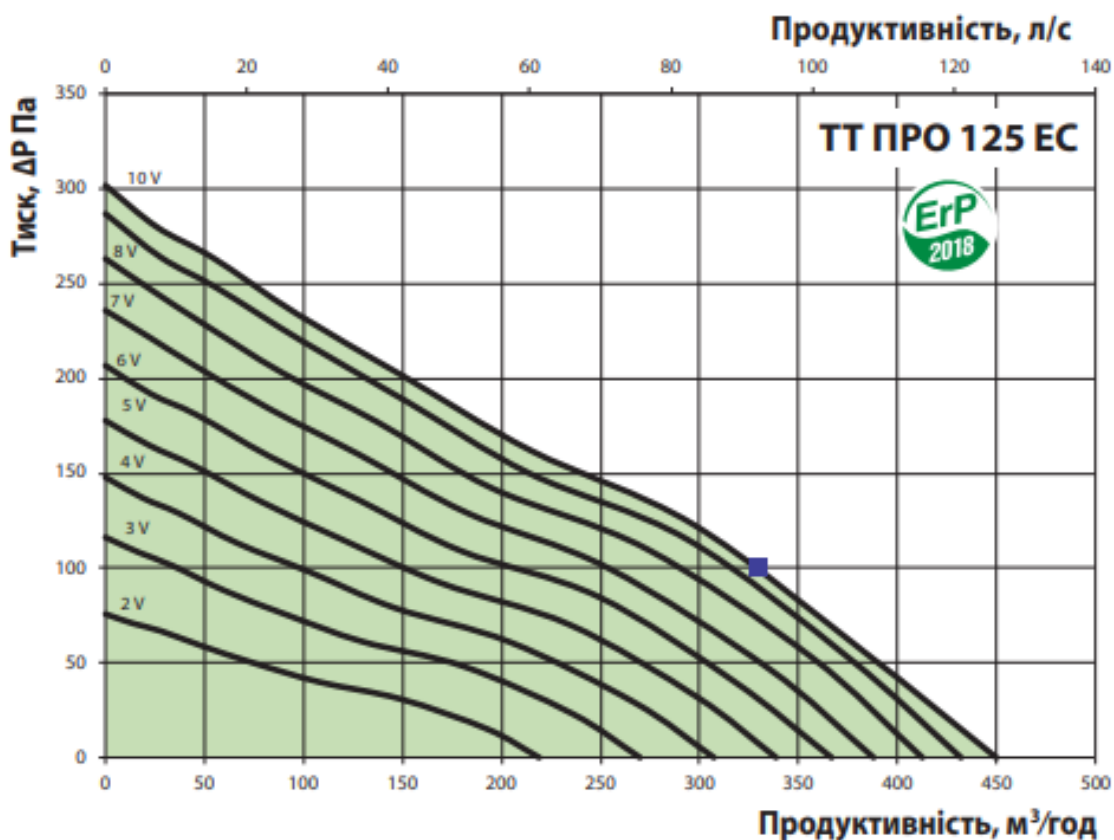


Рис. 5.5 Характеристика вентилятора ТТ ПРО 125 ЕС

5.4 Опис вентиляційного обладнання

Стельовий дифузор(див рис. 5.6) – це неабиякий виріб-інноватор у своєму роді, призначений для встановлення в поверхню підвісної стелі. Він грає ключову роль у системах припливно-витяжної вентиляції, вишукано розсипаючи повітря в чотири просторові напрямки. Виготовлені ці технологічні шедеври – вентиляційні решітки – з використанням високоякісного алюмінієвого профілю, а їхню стійкість до непередбачених атмосферних капризів та впливу сонячного випромінювання гарантує порошкове фарбування.

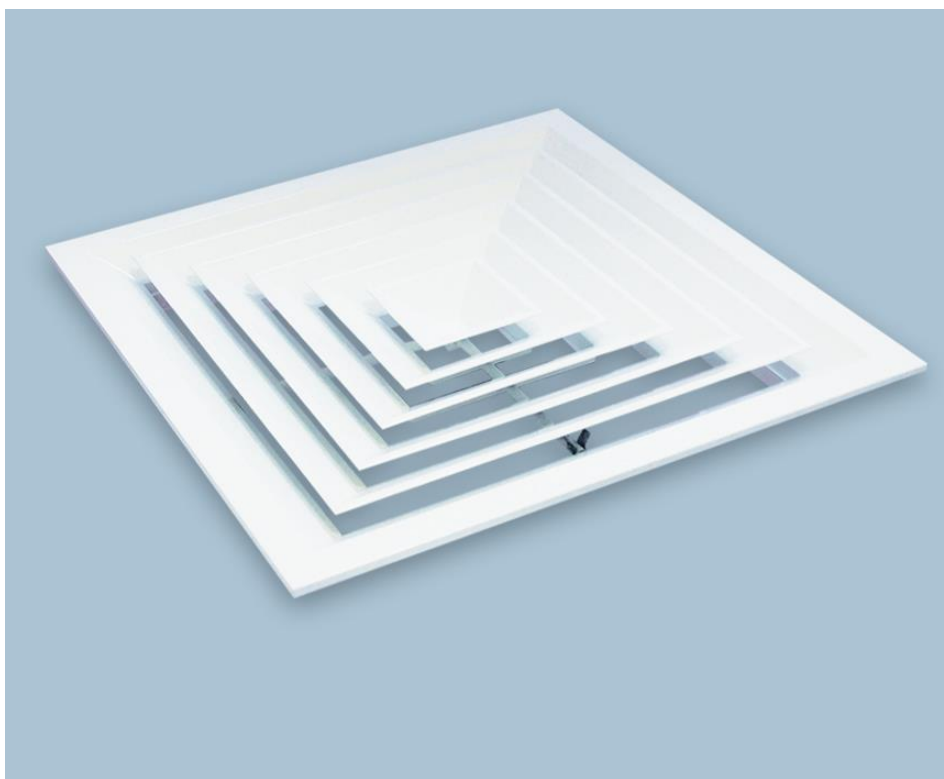


Рис. 5.6 зовнішній вигляд стельового дифузора

Ці вентиляційні фабрикати вражають не лише своєю надійністю та вишуканістю конструкції, але й стійкістю до примх часу і природних атак. З використанням порошкової фарби, вони залишаються непохитними перед випробуваннями часу, не втрачаючи своєї початкової вишуканості та блиску.

Особливості цих технологічних пристроїв:

- Створюють більш гармонійний та рівномірний потік повітря, вирізняючись від звичайних вентиляційних решіток.

- Їхні лінії витончено сучасні та естетичні, легко вписуючись у будь-який дизайн приміщення.

- Знижують рівень шуму, що призводиться циркуляцією повітря, завдяки вмілому спрямуванню потоку в оптимальний напрямок.

- Матеріал з алюмінію витончено полімерним захистом від вологості та хімічних викликів. Полімерна фарба – це не тільки екологічно чисто, а й безпечно для навколишнього середовища. Такий стильний захист значно розширює термін служби цих вентиляційних рішень.

Дифузори, в залежності від своєї області використання, розподілені на дві категорії:

- Промислові, які впевнено вирішують завдання в великих просторах.
- Побутові, які втілюють естетику та функціональність в домашньому середовищі.

Щодо матеріалу, з якого створюються ці технологічні вироби:

- Пластикові, що вражають своєю легкістю та універсальністю в застосуванні.
- Металеві, які витончено вплітаються в індустріальний ландшафт, додаючи йому стійкості та сучасності.
- Дерев'яні, які додають натурального тепла та елегантності в образ приміщення, стаючи справжніми дотиками природи в інтер'єрі.

У виробничих приміщеннях промислового рівня найбільше попиту викликають металеві дифузори, оскільки вони проявляють неймовірну стійкість у важких і агресивних умовах навколишнього середовища. Це справжній щит проти впливів, що дозволяє їм ефективно функціонувати в промислових умовах, забезпечуючи надійне та ефективне вентилявання.

Дерев'яні дифузори, з своєї сторони, стають неперевершеним акцентом у справжньому декоративному мистецтві. Вони втілюються в життя з метою не лише функціонального використання, але й як елементи, що завдяки природному матеріалу додають приміщенню витонченість, тепло та ексклюзивний характер.

Класифікація дифузорів надається в залежності від їх впровадження у конкретну систему вентиляції, розкриваючи різноманітність їхніх функцій:

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Витяжні, які ефективно видаляють повітря з приміщення, забезпечуючи оптимальну циркуляцію та вентиляцію.
- Припливні, що відповідають за вхід свіжого повітря, створюючи комфортне та здорове середовище у приміщенні.

Щілинні стельові дифузори вирізняються своєрідною естетикою та функціональністю. Головною перевагою цих технологічних витворів є їх непомітність, завдяки компактним розмірам та можливості регулювання кута подачі повітря. Це не просто вентиляційні рішення; це майстерні творіння, що невидимо зливаються з дизайном, забезпечуючи при цьому оптимальний комфорт та ефективність.

Для приховання отворів повітроводів, що проникають у приміщення (незалежно від їх матеріалу - чи то пластикові, металеві, алюмінієві або виготовлені з тканини з поліестеру), використовують не лише вентиляційні ґрати та дифузори (з серії МВ...ПФ, вихрові). Ще однією альтернативою є використання анемостату, проте не всі знають, що це за пристрій. Розглянемо конструкцію цього пристрою.



Рис. 5.7 зовнішній вигляд анемостата

Зовні виглядає, ніби дифузор, проте відрізняється рядом особливостей. Суттєво, анемостат – це своєрідний еквівалент вентиляційної регульованої решітки, що виготовлений за відмінним принципом. Усередині труби розташована розпірка, яка утримує регулюючий гвинт.

На кінці гвинта знаходиться рухома тарілка, яка може переміщатися перпендикулярно до поверхні, вбудованої у трубу анемостата. Тарілка, будучи прикріпленою до гвинта, має можливість виконувати передньо-задні рухи вздовж труби анемостата. Поворот тарілки за годинниковою стрілкою збільшує щілину між нею та стінками труби, збільшуючи витік чи витік повітря. Поворот проти годинникової стрілки, навпаки, зменшує щілину та витік повітря через анемостат. Такий спосіб дозволяє повністю або частково блокувати потік повітря за допомогою анемостата.

Анемостати виявляють свою універсальність у наступних системах:

- вентиляції;
- кондиціонування повітря;
- повітряного опалення.

Ці високотехнологічні пристрої можуть бути успішно впроваджені в приміщення будь-якого призначення, чи то індустріальні, громадські або побутові.

Усередині кожної з вказаних систем анемостат виконує ряд важливих функцій:

1. Розподіл повітряного потоку відбувається особливо ефективно в системах, де повітря направляється не в одному напрямку, а, навпаки, розсікається вздовж всієї поверхні. Це гарантує більш рівномірне змішування повітря та виключає формування сильних потоків у приміщенні.

2. Можливість плавного регулювання кількості проходження повітря (відкрочування або закручування тарілки).

3. Декоративна функція, яка включає в себе приховання отвору вентиляційного каналу.

Розташовується на стелі, використовуючи передбачений отвір, який заздалегідь підготовлений за допомогою монтажного фланця. Цей фланець міцно кріпиться до стелі за допомогою саморізів.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою з'єднання з гнучким повітроводом на монтажному фланці пристосовано патрубок.



Рис. 5.8 Діаграма залежності втрати тиску від витрати повітря

Ця діаграма дозволяє визначити втрати тиску на анемостаті при конкретній витраті повітря. Криві лінії представляють значення S, мм (див. рис. 5.9) і вказують на відстань від центральної частини до місця посадки анемостата.

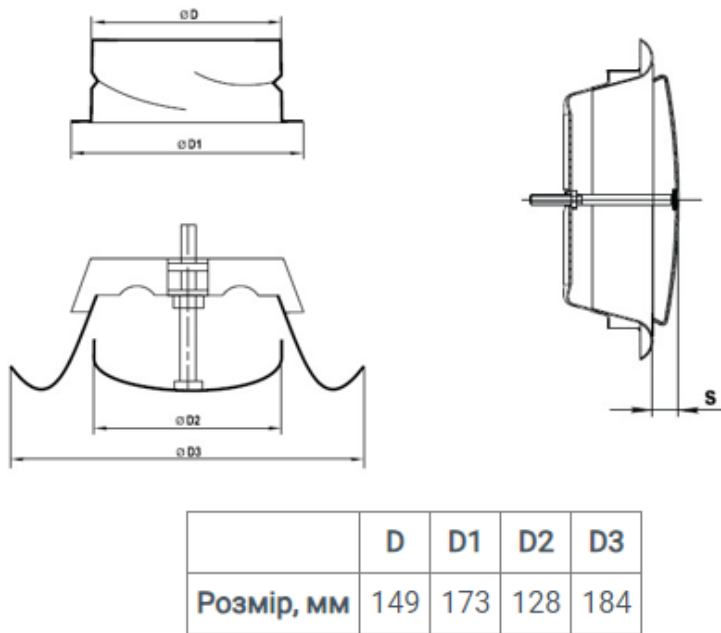


Рис. 5.9 Габаритні розміри анемостата

Дифузори АХР, що надають повітряю обертання, призначені для застосування у системах кондиціонування, вентиляції та опалення. Їх встановлюють у підвісних стелях або підвішують до стелі. Кругла форма дифузора та пластини, які відхиляються створюють обертальний рух повітряного потоку, що призводить до ефективного перемішування. Ці дифузори можуть бути застосовані у приміщеннях з висотою до 4 метрів, надаючи додатковий рівень комфорту та ефективності систем.



Рис. 5.10 Загальний вигляд ротаційного дифузора

Для складської частини будівлі були запроектовані текстильні повітропроводи для подачі і розсіювання припливного в зонах складу.



Рис. 5.11 Загальний вигляд текстильного повітропроводу

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Даний продукт відомий під різноманітними назвами, які в різній мірі можуть вважатися правильними. Найточнішим терміном є "текстильні повітроводи" або "текстильні дифузори". Текстильні повітроводи ефективно працюють як для транспортування, так і для розподілу повітря. Робиться розрізнення між системами текстильних повітроводів для подачі повітря (текстильні повітроводи та вентиляційні дифузори) і текстильними повітроводами для витяжки.

Розподіл повітря відбувається через матеріал, який має перфораційні отвори різного діаметра, розташовані на тканині спеціальним чином. Змінюючи розміри та розташування отворів, можна досягти різноманітних методів розподілу повітря, від розсіювання з низькою швидкістю до цілеспрямованої подачі на великі відстані. Для розсіювання повітря використовуються малі отвори з діаметром 200-400 мм, які називають мікроперфорацією.

Для цілеспрямованої подачі повітря використовуються ряди отворів з діаметром 4 мм та більше, які називають перфорацією. При розрахунку швидкості повітря на певній відстані від повітровода, окрім вихідної швидкості, слід враховувати вплив різниці температур. Текстильні повітроводи є універсальним інструментом розподілу повітря, що охоплює весь діапазон застосування на практиці для досягнення потоку. Вибір методу подачі повітря впливає на досягнення конкретної швидкості в робочій зоні і може бути комбінований, враховуючи розсіювання та цілеспрямовану подачу при необхідності.

Динаміка повітряного потоку змінюється в залежності від статичного тиску у повітроводі та відмінностей температур. Розрахунок швидкості повітряного потоку на різних відстанях від повітровода виконується за допомогою передового програмного забезпечення, яке урахує всі відомі фактори впливу. Це включає зайвий тиск у повітроводі, розташування та розміри перфораційних отворів і різницю температур.

Зазвичай текстильні повітроводи використовуються при тих самих швидкостях повітря, що й традиційні трубопроводи. Максимально допустима швидкість повітряного потоку обмежується аеродинамічними вимогами до приміщення, де буде встановлена система, а також можливістю турбулізації потоку, яка може

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

викликати вібрації в тканині.

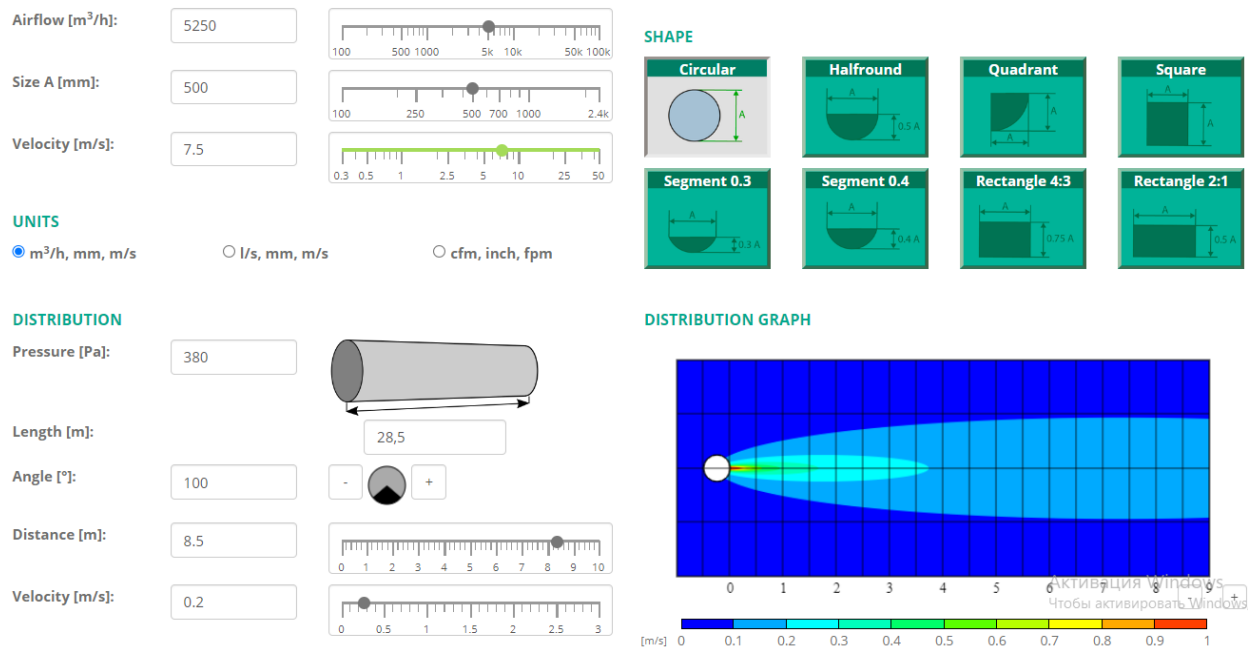


Рис. 5.12 Приклад розрахунку повітропроводів за допомогою ПО

При проведенні розрахунків необхідно враховувати конкретні значення потоку, рівень статичного тиску та вагу матеріалу.

Ці текстильні повітропроводи вирізняються рядом переваг, що включають зменшення витрат на капітальні вкладення, прискорення та спрощення монтажу. Використання текстильного повітропроводу для подачі повітря також гарантує комфортну швидкість потоку повітря в робочій зоні та легкість експлуатації з урахуванням можливостей очищення, прання та дезінфекції.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Техніко-економічний розрахунок є неодмінною частиною проектування і, спільно з технічними розділами, визначає комплексний підхід до виконання дипломного проекту. Забезпечення високої якості об'єктів, які будуються або реконструюються, та їх економічне обґрунтування є ключовим завданням проекту, оскільки воно пов'язане з великими капіталовкладеннями, високими вимогами до тривалого періоду експлуатації і оптимальними рішеннями технічних питань. Ці аспекти мають гарантувати високу ефективність капітальних вкладень.

В даному розділі, для переконання у економічній доцільності використання рекуператора, ми проведемо порівняльний аналіз ефективності застосування припливно-витяжної установки з роторним рекуператором системи вентиляції.

6.1 Вихідні дані на вентиляцію

Усі вказані ціни на обладнання базуються на інформації, отриманій з офіційних веб-сайтів виробників.

1. Вартість установки

- Без рекуператора: 456700 грн;
- З рекуператором: 626000 грн.

2. Споживана потужність електродвигунів

- Без рекуператора: $N_{в1} = 5$ кВт;
- З рекуператором: $N_{в2} = 8$ кВт.

3. Теплова потужність установки

- Без рекуператора: $N_{уст1} = 90$ кВт;
- З рекуператором: $N_{уст2} = 75$ кВт.

4. Вартість енергоносіїв

- Вартість електроенергії: $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 2,64$ грн.

6.2 Капітальні витрати на вентиляцію

Загальні витрати, пов'язані із капітальними інвестиціями, охоплюють вартість припливно-витяжної установки, її установку та проведення робіт з пуску та налагодження.

Сумарні капітальні витрати для даної установки становлять:

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- У випадку відсутності рекуператора: 525205 грн;
- При використанні рекуператора: 719900 грн.

6.3 Експлуатаційні витрати на вентиляцію

Експлуатаційні витрати включають у себе різні складові:

- Витрати на електроенергію;
- Затрати на оплату праці робочого персоналу;
- Витрати на амортизацію;
- Витрати на проведення ремонтних робіт;
- Витрати на придбання допоміжних матеріалів і інше.

1. Витрати на електроенергію, визначені у гривнях за рік.

$$З_e = B_e \cdot Ц_e, \quad (6.1)$$

де B_e – річне споживання електроенергії кВт·год/рік;

$Ц_e$ – вартість 1 кВт·год електроенергії.

$$B_e = \left(\frac{\sum N_{уст} \cdot k_{вик}}{\eta} + N_b \right) \cdot \tau, \quad (6.2)$$

де $N_{уст}$ – встановлена потужність установки, кВт;

$k_{вик}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності установки, ($k_{вик}=0,9$);

η – ефективність установки ($\eta=0,95$);

N_b – споживана потужність електродвигунів, кВт;

τ – число годин роботи припливної установки в режимі опалення протягом року ($\tau=4224$ год).

–установка без рекуператора

$$B_e = \left(\frac{90 \cdot 0,9}{0,95} + 5 \right) \cdot 4224 = 381270 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

–установка з рекуператором

$$B_e = \left(\frac{75 \cdot 0,9}{0,95} + 8 \right) \cdot 4224 = 333920 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Тоді,

–установка без рекуператора

$$З_e = 381270 \cdot 2,64 = 1006550 \text{ грн/рік};$$

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

–установка з рекуператором

$$З_е = 333920 \cdot 2,64 = 881550 \text{ грн/рік.}$$

2. Витрати на заробітну плату робочого персоналу

а) Заробітна плата робочого персоналу, визначена у гривнях за рік:

$$З_{зп} = n \cdot ЗП_{ср} \cdot 12, \quad (6.3)$$

де n – штат робітників для виконання всіх необхідних робіт з експлуатації систем вентиляції;

$ЗП_{ср}$ – середня заробітна плата одного робітника на місяць.

$$З_{зп} = 1 \cdot 20000 \cdot 12 = 240000 \text{ грн/рік;}$$

б) Відрахування на соціальні заходи, визначені у гривнях за рік відрахування на соціальні заходи складають 22 % від заробітної плати, отже:

$$З_{сз} = 0,22 \cdot З_{зп} \quad (6.4)$$

$$З_{сз} = 0,22 \cdot 240000 = 52800 \text{ грн/рік;}$$

в) Загальні витрати на заробітну плату та відрахування, визначені у гривнях за рік:

$$З_з = З_{зп} + З_{сз} \quad (6.5)$$

$$З_з = 240000 + 52800 = 292800 \text{ грн/рік;}$$

3. Витрати на амортизацію

Застосовуючи стандартну норму амортизаційних відрахувань на устаткування у розмірі 15% від основних фондів::

$$З_{ам} = 0,15 \cdot Ц_{осн.ф} \quad (6.6)$$

де $Ц_{осн.ф}$ – вартість основних фондів, грн.

–установка без рекуператора

$$З_{ам} = 0,15 \cdot 525205 = 78780 \text{ грн;}$$

–установка з рекуператором

$$З_{ам} = 0,15 \cdot 719900 = 107985 \text{ грн.}$$

4. Витрати на ремонт, грн./рік

Витрати на проведення ремонтних робіт розглядаються як 20% від суми вартості основних фондів.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{рем}} = 0,2 \cdot Ц_{\text{осн.ф}} \quad (6.7)$$

–установка без рекуператора

$$З_{\text{рем}} = 0,2 \cdot 525205 = 105040 \text{ грн};$$

–установка з рекуператором

$$З_{\text{рем}} = 0,2 \cdot 719900 = 143980 \text{ грн.}$$

1. Загальні витрати, грн./рік

$$З_{\text{заг}} = З_{\text{е}} + З_{\text{з}} + З_{\text{ам}} + З_{\text{рем}} \quad (6.8)$$

–установка без рекуператора

$$З_{\text{заг}} = 1006550 + 292800 + 78780 + 105040 = 1483170 \text{ грн/рік};$$

–установка з рекуператором

$$З_{\text{заг}} = 881550 + 292800 + 107985 + 143980 = 1426315 \text{ грн/рік.}$$

2. Інші витрати, грн/рік

Інші накладні витрати розглядаються як 2% від загальних витрат на амортизацію, ремонт та заробітну плату.

$$З_{\text{ін}} = 0,02 \cdot (З_{\text{ам}} + З_{\text{рем}} + З_{\text{зп}}) \quad (6.9)$$

–установка без рекуператора

$$З_{\text{ін}} = 0,02 \cdot (78780 + 105040 + 240000) = 8476 \text{ грн/рік};$$

–установка з рекуператором

$$З_{\text{ін}} = 0,02 \cdot (107985 + 143980 + 240000) = 9839 \text{ грн/рік.}$$

3. Сумарні експлуатаційні витрати, грн/рік

$$\Sigma З = З_{\text{заг}} + З_{\text{ін}} \quad (6.10)$$

–установка без рекуператора

$$\Sigma З = 1483170 + 8476 = 1491646 \text{ грн/рік};$$

–установка з рекуператором

$$\Sigma З = 1426315 + 9839 = 1436154 \text{ грн/рік.}$$

6.4 Економічний ефект вентиляції

1. Економічний ефект по капіталовкладенням, грн

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta K = \Sigma K_2 - \Sigma K_1 \quad (6.11)$$

$$\Delta K = 719900 - 525205 = 194695 \text{ грн.}$$

2. Економічний ефект по експлуатаційних витратах, грн/рік

$$\Delta Z = \Sigma Z_1 - \Sigma Z_2 \quad (6.12)$$

$$\Delta Z = 1491646 - 1436154 = 55492 \text{ грн/рік.}$$

3. Загальний економічний ефект, грн/рік

$$E = \Delta Z + \Delta K \cdot E_n, \quad (6.13)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт (приймаю $E_n = 0,15$);

$$E = 55492 + 194695 \cdot 0,15 = 84696 \text{ грн/рік.}$$

4. Термін окупності, рік

$$T_o = \frac{\Delta K}{\Delta Z} \quad (6.14)$$

$$T_o = \frac{194695}{55492} = 3,5 \text{ рік.}$$

Отже, витрати на капітальне виробництво при використанні припливно-витяжної установки з рекуператором перевищують ті, які виникають у випадку відсутності рекуператора. Проте експлуатаційні витрати значно зменшуються. Використання роторного рекуператора сприяє високій ефективності, дозволяючи значно скоротити енергетичні затрати на обігрів повітря в холодний період року. У рамках цього проекту, відповідно до вимог замовника, враховано використання припливно-витяжної установки з роторним рекуператором. Це рішення дозволяє забезпечити значні економії енергоресурсів протягом усього періоду експлуатації установки.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Головне завдання охорони праці полягає в збереженні життя та здоров'я працівників під час виконання ними трудових обов'язків. Система охорони праці включає в себе комплекс заходів, таких як юридичні, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші.

Відповідно до чинного законодавства в галузі охорони праці, всі норми трудового права мають на меті захист інтересів трудящих, спрямовані на створення безпечних для життя та здоров'я умов праці. Це означає, що всі аспекти трудової діяльності повинні бути спрямовані на запобігання ризикам та максимізацію безпеки працівників у їхньому робочому середовищі.

Метою системи охорони праці є ретельне вивчення та ідентифікація можливих причин нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів та пожеж з подальшою розробкою заходів та вимог, спрямованих на ефективне усунення цих причин. Такий підхід дозволяє створити безпечні та сприятливі умови праці, сприяючи збереженню здоров'я та добробуту працівників.

Ключовим елементом є створення комфортних та безпечних умов праці, які визначаються як один із важливих факторів, що впливають на продуктивність і безпеку праці, а також на загальне здоров'я робітників.

Охорона праці розглядається з декількох позицій:

1. Як головний принцип трудового права та взаємин працівників.
2. Як система законодавчих актів, що включає запобіжні та регулюючі заходи у соціально-економічній, організаційній, технічній, санітарно-гігієнічній та лікувально-профілактичній сферах. Ця система також включає в себе технічні засоби і методи, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці.

Метою магістерської дисертації є розробка системи опалення та вентиляції повітря приміщень офісно-складської будівлі в м. Бориспіль.

Ключовими потенційно шкідливими та небезпечними факторами, які виникають при експлуатації вентиляційної установки, є високий рівень напруги в

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

електромережі, значна експозиція до шуму та вібрацій, недостатнє освітлення, можливість виникнення аварій та пожеж і т.д.

Ураховуючи чинні в Україні стандарти в галузі охорони здоров'я та безпеки праці, а також цивільного захисту, в цьому відділі пропонуються технічні рішення та організаційні заходи, спрямовані на забезпечення безпеки під час експлуатації технічного обладнання. Окрім того, визначаються основні заходи з гігієни праці, виробничої санітарії та безпеки в надзвичайних ситуаціях, що дозволяє врахувати ризики та максимізувати безпеку працівників у даному контексті.

7.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання

Під час виконання робіт у приміщенні з вентиляційною системою передбачені наступні технічні рішення, що забезпечують високий ступінь безпеки та ефективність експлуатації:

1. У вентиляційному обладнанні відсутні відкриті обертаючі частини, що гарантує безпеку в робочому середовищі.
2. Розміщення обладнання відбувається з врахуванням необхідних проходів між будівельними конструкціями, з урахуванням зручностей для монтажу, ремонту та експлуатації.
3. Монтаж системи вентиляції відповідає стандартам ДБН В.2.5 – 67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [6] та ДСТУ Б В.2.5-82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом" [18].
4. Трубопроводи теплопостачання калориферів вентиляційних установок обладнані теплоізоляцією з мінераловатних шарів на фенольній зв'язці, що ефективно запобігає тепловтратам та захищає персонал від опіків.
5. Керування вентиляційною установкою відбувається з вентиляційного пульта керування.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

6. Кабелі підключення вентиляційної установки до електричної мережі ізолювані та мають ізоляцію з робочим опором не менше 380 кОм, що гарантує безпечну експлуатацію.

7. Опір ланцюга заземлення регулярно перевіряється, і значення контактних з'єднань не перевищує 0,1 Ом, щоб забезпечити ефективну систему заземлення.

8. Автоматичний вимикач та розетка розташовані на панелі захисту, яка знаходиться на стіні неподалік від встановленої установки.

9. Експлуатація установки здійснюється в приміщенні з нормальним рівнем безпеки, де допустимий рівень вологості відповідає нормам, відсутній струмопровідний пил та гарантується відсутність одночасного доступу до струмопровідних частин електроустаткування та заземлених металоконструкцій будівлі та технологічного обладнання.

10. Всі внутрішні кабельні траси живлення розміщені за захисними панелями.

11. Всі внутрішні кабелі обладнання мають ізоляцію.

12. PEN- та PE-провідники прокладені таким чином, щоб уникнути можливості їх обриву. Заборонено встановлення запобіжників, вимикачів та інших пристроїв на PEN- або PE-провіднику, які можуть порушити їх цілісність. Провідність PEN- або PE-провідника становить не менше 50% провідності фазного провідника.

13. Передбачено лише сухе прибирання панелей пульта керування.

14. Всі елементи управління та контролю на панелях пульта керування мають підписи та номери.

15. Заземлення установки виконується за допомогою штепсельної вилки із заземлюючим контактом.

7.1.2 Електробезпека

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Двигуни вентиляторів живляться за допомогою 4-х провідної електромережі із заземленою нейтраллю та захисним заземленням типу TN-C. Постачання електроенергії для системи керування та автоматизації забезпечується 5-ти провідною електричною мережею з глухозаземленою нейтраллю та захисним заземленням типу TN-S. З метою запобігання можливим електротравмам, пов'язаним із пошкодженням ізоляції та переходом напруги на нормально не струмоведучі елементи електрообладнання, використовується захисне заземлення (TN-C та TN-S) – це свідоме електричне з'єднання нормально не струмоведучих елементів електрообладнання з заземленою нейтраллю електромережі за допомогою PEN- або PE-провідника.

У разі пробією робочої ізоляції електрообладнання виникає однофазне коротке замикання (К.З.) – коло включає фазний провідник, корпус електрообладнання, PEN- або PE-провідник, нейтраль та фазний провідник. У такому випадку відбувається спрацювання автомата максимального струмового захисту, і пошкоджене електрообладнання автоматично відключається від електромережі.

Згідно з ДСТУ ІЕС 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання» [19] електрообладнання в приміщенні вентиляційної відноситься до ОІ та І класу за електрозахистом.

Виконаємо розрахунок електромережі на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи системи керування та автоматизації.

Розрахуємо струм короткого замикання при аварійному режимі роботи системи керування та автоматизації

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\text{т}}}{\sqrt{(R_{\text{ф}} + R_{\text{н}})^2 + (X_{\text{ф}} + X_{\text{н}})^2 + Z_{\text{т/з}}}}, \text{А.} \quad (7.1)$$

де – напруга, В;

– активна складова опору фази, Ом;

– активна складова опору PEN-провідника, Ом;

– індуктивна складова опору фази, Ом;

– індуктивна складова опору N-провідника, Ом;

– еквівалентний опір трансформатору, Ом.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\text{кз}} = \frac{380}{\sqrt{(4+4)^2 + (0,5+0,5)^2 + 0,11}} = 46,51 \text{ А.}$$

Обчислимо кратність струму короткого замикання до номінального струму спрацювання автомату максимального струмового захисту

$$k = \frac{I_{\text{кз}}}{I_{\text{ном.еф}}} \quad (7.2)$$

$$k = \frac{46,51}{25} = 1,86.$$

Для надійної роботи автоматики необхідно виконання наступної умови.

$$k = 1,86 > 1,4 (I_{\text{кз}} < 100 \text{ А})$$

Дана умова виконується.

Розрахуємо максимальну напругу на корпусах електрообладнання при аварійному режимі його роботи

$$U_{\text{к max}} = I_{\text{кз}} \cdot R_{\text{н}} , \text{ В} \quad (7.3)$$

$$U_{\text{к max}} = 46,51 \cdot 4 = 186,04 \text{ В.}$$

Ця напруга повинна відповідати умові:

$$U_{\text{к max}} < U_{\text{доп}} ,$$

де $U_{\text{доп}}$ – допустима напруга за ПУЕ-2017 ($U_{\text{доп}} = 500 \text{ В}$; $t_{\text{спр}} < 0,1 \text{ с}$).

Дана умова виконується.

Отже, вимикання мережі при аварійному режимі роботи системи керування та автоматизації відповідає вимогам [20] щодо безпечної роботи персоналу.

7.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

7.2.1 Мікроклімат робочої зони

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 [21] під забезпеченням нормативних параметрів мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень розуміють клімат їхнього внутрішнього середовища, що визначається в сумарній дії на організм людини температури, вологості і швидкості руху повітря.

Приміщення в яких встановлені комп'ютеризовані електронні пристрої, клімат повинен відповідати наступним санітарним нормам:

–температура повітря в теплий період року – не більше 23 – 25 °С, у холодний – 22 – 24 °С;

–відносна вологість повітря – 40 – 60%;

–швидкість руху повітря – 0,1м/с.

Відповідно до інтенсивності виконуваних рухів людиною, що працює з контролером вентиляційної установки, робота відносяться до категорії – легка Іб.

Оптимальні (допустимі) параметри мікроклімату для умов, що розглядаються наведені в таблиці 5.1 .

Таблиця 7.1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.36042-99

Період року	Оптимальні			Допустимі		
	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$V, \text{м/с}$
Теплий	22-24	40-60	0,2	21-28	60 при 27°C	0,3
Холодний	21-23	40-60	0,1	20-24	75	0,2

Отже, для робочої зони виробничих приміщень забезпечуються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року згідно ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

7.2.2 Виробниче освітлення вентиляційної

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Оскільки установка призначена для експлуатації в закритому приміщенні, у проекті розглядається тільки штучне освітлення.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;

- не повинно чинити засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;

- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору;

- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);

- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються.

Штучне освітлення приміщень здійснюється системою загального, або комбінованого освітлення. Зорові умови праці при штучному освітленні характеризуються найменшим об'єктом розпізнавання, розрядом і 78ід розрядом зорових робіт, контрастом об'єкту розпізнавання з фоном, системою освітлення. Нормативними показниками штучного освітлення є: величина освітленості, показники засліпленості або дискомфорту, коефіцієнт пульсації освітленості. Нормовані значення штучного освітлення наведено в ДБН В2.5-28-2018 [22]. Згідно з ДБН В2.5-28-2018 робота в приміщенні вентиляційної відноситься до IV розряду зорових робіт (підрозряд «в»), а отже у будь-якій точці приміщення вентиляційної освітленість має складати не менше 300 лк.

В умовах експлуатації вентиляційної установки повинно бути забезпечене загальне освітлення. Для освітлення необхідно застосовувати газорозрядні лампи з рівномірним розподілом плафонів по стелі приміщення, щоб у будь-якій точці освітленість складала не менше 300 лк.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Згідно з ДСН 3.36.037 – 99 [23] проектом передбачаються наступні заходи із захисту від шуму та вібрацій, які створюються опалювально-вентиляційним та компресорно-конденсаторним обладнанням, як приміщень, що проектуються, так і існуючої навколишньої забудови.

До них належать:

- припливно -витяжні установки розміщені в спеціальному приміщенні зі звуко- ізоляцією (венткамері).

СП повинно враховувати оптимальну геометрію та конструкції венткамери для максимально ефективної звукоізоляції. Застосування спеціальних матеріалів із високою звукопоглиблюючою здатністю для стін, підлоги та стелі венткамери.;

- спеціальні опори з віброізоляторами під вентиляційне, насосне та холодильне обладнання;

- холодильні машини та вентиляційне обладнання розташовується на даху;

- обладнання припливних систем, систем кондиціонування, витяжних систем підібране з низьким рівнем шуму та з невисокою швидкістю повітря до 6 м/с;

- обладнання припливних систем, кондиціонерів та витяжних вентиляторів має шумовий захист – ізольовані кожухи;

- на всмоктувальних та нагнітальних повітропроводах встановлені шумоглушники;

- вентилятори з повітропроводами з'єднуються через гнучкі вставки, а насоси і чілери з трубопроводами через вібровставки.

Машини та агрегати у відповідності з планами технічного обслуговування та планово-попереджувальних ремонтів оглядаються своєчасно, для виявлення та усунення усіх дефектів, що можуть викликати збільшення шуму.

7.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях в об'єкті, що проектується, передбачено комплекс заходів та відповідних інженерних рішень. Ці заходи

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрямовані на зменшення ризиків та мінімізацію можливих наслідків надзвичайних ситуацій.

7.3.1 План евакуації та ПСЧ

В кожному приміщенні об'єкту розробляється план евакуації, який визначає маршрути виходу, місця збору та маршрути до пунктів сховища (ПСЧ). План передбачає виділення аварійних виходів, їхнє позначення та систему освітлення в разі виникнення надзвичайної ситуації.

7.3.2 Аварійне освітлення

Усі евакуаційні шляхи, виходи, сходові клітини та місця збору обладнуються аварійним освітленням, яке активується при втраті основного живлення. Аварійне освітлення повинно забезпечувати належний рівень освітлення для безпечної евакуації персоналу.

7.3.3 Системи пожежогасіння та сигналізації

Об'єкт обладнується системами автоматичної пожежогасіння та вогневими сигналізаційними системами. Встановлені системи повинні відповідати вимогам відповідних нормативних документів, а їх функціонування регулярно перевіряється. Відповідно до ДБН В.1.1-7-2016 [24] потрібно гарантувати можливість негайного транслявання мовного оповіщення та керівних команд за допомогою мікрофону для оперативного реагування на зміну обставин чи порушення нормальних умов евакуації персоналу з виробничого приміщення.

7.3.4 Навчання персоналу

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Персонал об'єкту проходить регулярне навчання з дій в надзвичайних ситуаціях, включаючи евакуацію, користування засобами пожежогасіння та орієнтування в умовах обмеженої видимості.

У випадку виникнення надзвичайної ситуації (НС), кожен працівник повинен:

Припинити свою діяльність (якщо це відповідає технологічному процесу виробництва);

Негайно повідомити керівника та відповідальну посадову особу про виникнення НС;

Розпочати ліквідацію (локалізацію) надзвичайної ситуації з використанням наявних засобів; у разі потреби викликати підрозділи Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС).

7.3.5 Системи контролю за надзвичайними ситуаціями

В об'єкті встановлюються системи контролю за надзвичайними ситуаціями, які надають можливість оперативного виявлення та реагування на небезпеки, такі як пожежі, витоки речовин, або інші аварійні ситуації.

7.3.6 Заходи безпеки в зоні навколишньої забудови

Враховуючи можливі негативні впливи об'єкту на навколишнє середовище, передбачаються заходи безпеки для населення та природи в разі надзвичайних ситуацій, пов'язаних з функціонуванням об'єкту.

7.3.7 Співпраця з екстреними службами

Розробляється процедура співпраці та взаємодії з місцевими екстреними службами та органами управління надзвичайними ситуаціями для ефективного реагування на надзвичайні події.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3.8 Пожежна безпека

Пожежна безпека забезпечується: системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту, організаційно-технічними заходами.

Пожежа може виникнути у випадку порушення ізоляції електропроводів й устаткування при короткому замиканні, при порушенні правил пожежної безпеки, при порушенні правил експлуатації електроустановок. У приміщенні експлуатації знаходяться наступні пожежонебезпечні матеріали: складові частини вентиляційного устаткування – електро- й теплоізоляція установки. Приміщення згідно з ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 [25] відноситься до категорії «Д», а робочі зони згідно з НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила улаштування електроустановок споживачів» [26]. відносяться до класу П-Па (пожежонебезпечні).

Існує можливість пожежі при короткому замиканні в системі електроживлення. Для усунення можливості запалення, живлення електричною енергією відбувається через щиток, на якому встановлені автоматичні вимикачі. При підвищенні струму вище допустимого значення (5А), відбувається відключення електронної техніки від загальної мережі електроживлення. Кабелі електропроводки захищені негорючою ізоляцією. Згідно вимог ДБН В.2.5-56-2014 [27] у приміщенні вентиляційної передбачена система автоматичної пожежної сигналізації.

У повітрі приміщення немає ніяких вибухонебезпечних паро- і газоповітряних сумішей. Для евакуації людей з приміщення вентиляційної використовується один евакуаційний вихід, розроблена схема шляхів евакуації при пожежі, яка розташована на стіні біля дверей виходу.

Основні заходи щодо забезпечення протипожежної безпеки:

–теплова ізоляція трубопроводів і повітропроводів передбачена з неспалених матеріалів;

–робота систем вентиляції й кондиціювання повітря автоматизовані; автоматичні щити устаткування мають сигналізацію аварійного режиму;

–все устаткування має систему захисного заземлення;

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

–транзитні повітропроводи виконуються з оцинкованої сталі клас щільності «П» і прокладаються в шахтах з межею вогнестійкості EI 45; Після прокладки повітропроводів і трубопроводів місця їхнього проходу через перегородки, стіни й перекриття герметизується негорючими матеріалами із забезпеченням нормативного ступеня вогнестійкості пересічних перешкод;

–відключення вентиляційного устаткування при пожежі здійснюється автоматично по сигналі датчиків протипожежної автоматики;

–при перетинанні протипожежних перешкод передбачається установка на повітропроводах протипожежних клапанів з межею вогнестійкості EI 45 з електроприводом для запобігання проникнення пожежі в інші приміщення.

Приміщення, де розташовані кабельні комунікації, має II ступінь вогнестійкості з межею вогнестійкості 0,75 ч відповідно до ДБН 1.1-7-2016 [24].

Відповідно до вимог, розглянуте приміщення категорії «Д» не входить у перелік приміщень, що підлягають устаткуванню автоматичними установками пожежогасіння. Згідно вимог ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань» [28], із засобів пожежогасіння в приміщенні необхідна наявність одного вуглекислотного вогнегасника типу ВВ-8 (1 шт.).

У приміщенні передбачений вільний доступ до виходу на випадок евакуації.

Мінімальний час евакуації, ширина евакуаційних виходів та проходів, максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів відповідають вимогам ДБН 1.1-7-2016 [24].

Система протипожежного захисту відповідає НАПБ А.01.001-2014 – Правила пожежної безпеки в Україні [29].

7.3.9 Висновки

В даному розділі були розглянуті питання, що характерні для систем вентиляції і кондиціонування повітря громадських об'єктів: технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання вентиляційної камери.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні рішення, прийняті в розділу, відповідають умовам екологічних, санітарно-гігієнічних, будвельних та інших діючих норм і забезпечують безпечну для життя та здоров'я людей експлуатацію будівлі.

ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації було реалізовано проектування систем опалення та вентиляції повітря приміщень офісно-складської будівлі у місті Бориспіль, що ґрунтується на результатах теплотехнічних розрахунків і технічних рішень, направлених на реалізацію інженерних систем будівлі, яка розглядається.

Під час аналізу тепловтрат у холодний період року через зовнішні обгородження будівлі отримано високий показник – 94,6 кВт.

Проведено ретельний розрахунок надходження теплоти та вологи до внутрішніх приміщень будівлі, що складає відповідно 142,5 кВт та 0,005 кг/с. Обчислено також загальний об'єм повітрообміну для будівлі, який становить 27610 м³/год.

На основі отриманих даних вибрано необхідне обладнання для системи опалення і вентиляції офісно-складської будівлі. Усі розрахунки та вибір обладнання виконані відповідно до вимог і нормативів зазначених регуляторних документів, що забезпечує високий рівень ефективності та відповідність проекту всім стандартам.

Графічна частина була ретельно розроблена відповідно до вихідних даних та архітектурно-будівельних креслень. Технічні рішення, які були прийняті в рамках проекту, відповідають всім сучасним екологічним, санітарно-гігієнічним, будівельним та іншим відповідним нормам. Вони гарантують безпечну для здоров'я та життя людей експлуатацію будівлі.

Під час розробки проекту враховані вимоги визначених керівних та нормативних документів, таких як:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДБН В.2.6-31-2016 – «Теплова ізоляція будівель»;
- ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
- ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом».

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 ДСТУ – Н Б В. 1.1 – 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинні від 2009 – 01 – 07. – Київ: Міненергобуд України, 2013. – 167 с.

2 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.

3 ДБН В.2.6-31:2016 «ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ». Чинний від 2017 -05-01. – Київ: Мінрегіон України, 2017. – 31 с.

4 Боженко М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти; Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало – К.; ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2003. – 192 с.

5 Боженко М.Ф. Енергозбереження в теплопостачанні; Навч. посіб. / М.Ф.Боженко, В.П.Сало.– К. :НТУУ «КПІ», 2008. – 268 с.

6 ДБН В. 2.5 – 67: 2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 2013 – 09 – 01. – Київ: Міненергобуд України, 2013. – 167 с.

7 Каталог трубопроводів KAN-therm [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.kan-therm.com/resfile/open/1522/kan-therm-main-catalogue-ua-23-10-05.pdf>;

8 Пирков В. В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. — К.: ІІ ДП «Такі справи», 2003. — 176 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://devi.rv.ua/data/files/books/otopl/cf3971d30ca2ac9d31a84e7e8585e0a8.pdf>;

9 Краснощеков Е.А Задачник по теплопередаче: Учеб. Пособие для вузов. / Е.А Краснощеков, А. С. Сукомел – Москва: «Энергия», 1980. – 288 с.;

10 Сайт фірми виробника «PURMO» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.purmo.com/ua/index.htm>;

11 Сайт фірми виробника «VTS» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vtsgroup.com/ua/heating-units>;

12 Сайт фірми виробника «HERZ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://herz.ua/>;

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13 Сайт фірми виробника «AEROSTAR» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aerostar.ua/ua/catalogue/vozduhoobratyvajuschee-oborudovanie>;

14 Сайт фірми виробника «VENTS» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vents.ua/>;

15 Сайт фірми виробника «GSN» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gsn.net.ua/catalog/>;

16 Сайт фірми виробника «MADEL» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.madel.com/en/product/axp-fixed-blades-circular-diffuser/>;

17 Сайт фірми виробника «Klimagiел» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.klimagiел.it/en/>;

18 ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.

19 ДСТУ EN 61140:2015 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання (EN 61140:2002, IDT)

20 НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями;

21 ДСН 3.3.6.042-99 Санитарные нормы микроклимата производственных помещений

22 ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення;

23 ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку;

24 ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги;

25 ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою;

26 НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;

27 ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. Зі Зміною № 1;

28 ДСТУ 3675-98 Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Зі Зміною № 1 (ІПС № 8-2004);

29 НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні.

					МД.23.144.206.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Втррати теплоти по приміщенням

Таблиця А.1 Розрахунок теплових втрат офісної частини будівлі, перший поверх

Поверх 1																
№/ Тип	Назва приміщення	Характеристики огороження					Поверхня нагріву				Втрати тепла Q, Вт	Надбавки на орієнтацію	Загальна витрата тепла через огороження Q, Вт	Загальна витрата тепла приміщення Q, Вт	Втрата тепла на інфільтрацію Q, Вт	Витрати тепла Q, Вт
		t вн, С	Площа, м ²	Висота, м	Об'єм, м ³	Орієнтація фасаду	Тип огороження	Площа, м ²	Різниця темпе- ратур, °С	Коефіцієнт теплопередачі , Вт/(м ² •К)						
100	Тамбур	14	10,27	3,1	31,8	-	П1	10,37	36	0,136	50,8	0	50,8	50,8	5,1	61,4
						ПнС	ЗС1	8,46	36	0,244	74,2	0,1	81,6	81,6	8,2	98,7
						ПнС	СО1	8,46	36	1,149	350,1	0,1	385,1	385,1	38,5	465,9
						ПдС	СО1	8,14	36	1,149	336,7	0,05	353,5	353,5	35,3	427,7
						ПнЗ	ЗД1	3,43	36	1,667	205,8	0,1	226,4	226,4	22,6	274,0
						ПнЗ	СО1	4,71	36	1,149	194,7	0,1	214,2	214,2	21,4	259,2
		Всього														
101	Хол-коридор	20	54,8	3,1	169,9	-	П1	19,06	42	0,136	108,9	0	108,9	108,9	10,9	131,7
						-	П2	12,44	42	0,105	54,7	0	54,7	54,7	5,5	66,2
						-	П3	8,65	42	0,072	26,2	0	26,2	26,2	2,6	31,7
						-	П4	13,56	42	0,051	29,3	0	29,3	29,3	2,9	35,4
						ПнЗ	СО1	6,52	42	1,149	314,6	0,1	346,0	346,0	34,6	418,7
						ПнС	СО1	16,20	42	1,149	782,1	0,1	860,3	860,3	86,0	1040,9
		Всього														
102	Лабораторія	22	28,2	3,1	87,4	-	П1	10,68	44	0,136	63,9	0	63,9	63,9	6,4	77,3
						-	П2	10,80	44	0,105	49,7	0	49,7	49,7	5,0	60,2
						-	П3	6,48	44	0,072	20,6	0	20,6	20,6	2,1	24,9
						ПнС	СО1	18,50	44	1,149	935,8	0,1	1029,4	1029,4	102,9	1245,6
		Всього														
103	Конференц-зал	22	84,75	3,1	262,7	-	П1	33,40	44	0,136	199,9	0	199,9	199,9	20,0	241,9
						-	П2	25,82	44	0,105	118,9	0	118,9	118,9	11,9	143,9
						-	П3	17,82	44	0,072	56,6	0	56,6	56,6	5,7	68,5
						-	П4	6,06	44	0,051	13,7	0	13,7	13,7	1,4	16,6
						ПнС	СО1	25,70	44	1,149	1300,0	0,1	1430,0	1430,0	143,0	1730,3
						ПдС	СО1	43,92	44	1,149	2221,2	0,05	2332,3	2332,3	233,2	2822,1
		ПдЗ	ВС1	25,31	9	0,116	26,4	0	26,4	26,4	2,6	32,0				
Всього															5055,2	

Продовження таблиці А.1

104	Гардероб	18	4,4	3,1	13,6	-	П2	2,14	40	0,105	9,0	0	9,0	9,0	0,9	10,8
						-	П3	2,26	40	0,072	6,5	0	6,5	6,5	0,7	7,9
		Всього														
105	Кава 24/7	22	9,65	3,1	29,9	-	П2	5,02	44	0,105	23,1	0	23,1	23,1	2,3	28,0
						-	П3	4,63	22	0,072	7,4	0	7,4	7,4	0,7	8,9
		Всього														
106	Кухня-їдальня	20	37,33	3,1	115,7	-	П3	3,63	42	0,072	11,0	0	11,0	11,0	1,1	13,3
						-	П4	33,75	42	0,051	72,9	0	72,9	72,9	7,3	88,2
						Пд3	BC1	18,16	7	0,116	14,7	0	14,7	14,7	1,5	17,8
		Всього														
107	Санвузол інклюзивний	20	6,64	3,1	20,6	-	П4	6,64	42	0,051	14,3	0	14,3	14,3	1,4	17,3
						Пд3	BC1	7,92	7	0,116	6,4	0	6,4	6,4	0,6	7,8
		Всього														
108	Санвузол	20	9,78	3,1	30,3	-	П4	9,78	42	0,051	21,1	0	21,1	21,1	2,1	25,6
						Пд3	BC1	11,74	7	0,116	9,5	0	9,5	9,5	1,0	11,5
		Всього														
109	Сходова клітина	16	16,29	3,1	50,5	-	П1	6,30	38	0,136	32,6	0	32,6	32,6	3,3	39,4
						-	П2	6,08	38	0,105	24,2	0	24,2	24,2	2,4	29,3
						-	П3	6,08	38	0,072	16,7	0	16,7	16,7	1,7	20,2
						Пн3	ЗД1	3,00	38	1,667	190,0	0,1	209,0	209,0	20,9	252,9
						Пн3	CO1	6,94	38	1,149	303,1	0,1	333,4	333,4	33,3	403,5
		Всього														
110	Кімната відпочинку охорони	22	12,29	3,1	38,1	-	П1	6,03	44	0,136	36,1	0	36,1	36,1	3,6	43,7
						-	П2	5,96	44	0,105	27,5	0	27,5	27,5	2,7	33,2
						-	П3	0,30	44	0,072	1,0	0	1,0	1,0	0,1	1,2
						Пн3	CO1	10,80	44	1,149	546,2	0,1	600,8	600,8	60,1	727,0
		Всього														

Продовження таблиці А.1

111	Приміщення охорони	22	16,69	3,1	51,7	-	П1	12,68	44	0,136	75,9	0	75,9	75,9	7,6	91,8
						-	П2	4,01	44	0,105	18,5	0	18,5	18,5	1,8	22,3
						ПнЗ	ЗД1	3,00	44	1,667	220,0	0,1	242,0	242,0	24,2	292,8
						ПнЗ	СО1	11,22	44	1,149	567,4	0,1	624,2	624,2	62,4	755,3
						ПнС	СО1	15,16	44	1,149	766,5	0,1	843,2	843,2	84,3	1020,2
	Всього															2182,5
112	Технічне приміщення	22	6,35	3,1	19,7	-	ПЗ	3,50	44	0,072	11,1	0	11,1	11,1	1,1	13,5
						-	П4	2,86	44	0,051	6,5	0	6,5	6,5	0,6	7,8
						Всього										
	Всього на поверх 1															13766,0

Таблиця А.2 Розрахунок теплових втрат офісної частини будівлі, другий поверх

Поверх 2																
№/ Тип	Назва приміщення	Характеристики огороження				Поверхня нагріву				Втрати тепла Q, Вт	Надбавки на орієнтацію	Загальна витрата тепла через огороження Q, Вт	Загальна витрата тепла приміщення Q, Вт	Втрата тепла на інфільтрацію Q, Вт	Витрати тепла Q, Вт	
		t вн, C	Площа, м ²	Висота, м	Об'єм, м ³	Орієнтація фасаду	Тип огороження	Площа, м ²	Різниця темпе- ратур, °C							Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² •К)
201	Сходова клітина	16	19,88	3,1	61,6	ПнЗ	СО1	10,87	38	1,149	474,9	0,1	522,4	522,4	52,2	632,1
						-	СП2	19,88	38	0,095	71,5	0	71,5	71,5	7,1	86,5
		Всього														
202	Хол-коридор	20	50,91	3,1	157,8	ПнЗ	СО1	8,57	42	1,149	413,6	0,1	455,0	455,0	45,5	550,5
						-	СП2	50,91	42	0,095	202,3	0	202,3	202,3	20,2	244,7
		Всього														

Продовження таблиці А.2

203	Кабінет головного інженера	22	27,88	3,1	86,4	ПнЗ	CO1	23,56	44	1,149	1191,6	0,1	1310,8	1310,8	131,1	1586,1
						ПнС	CO1	15,41	44	1,149	779,3	0,1	857,2	857,2	85,7	1037,2
						-	СП2	27,88	44	0,095	116,0	0	116,0	116,0	11,6	140,4
		Всього											2763,7			
204	Переговорна	22	33,53	3,1	103,9	ПнС	CO1	18,14	44	1,149	917,6	0,1	1009,4	1009,4	100,9	1221,4
						-	СП2	33,53	44	0,095	139,6	0	139,6	139,6	14,0	168,9
		Всього											1390,2			
205	Сходова клітина	16	21,3	3,1	66,0	ПнЗ	CO1	8,14	38	1,149	355,4	0,1	390,9	390,9	39,1	473,0
						ПнС	CO1	8,10	38	1,149	353,8	0,1	389,2	389,2	38,9	470,9
						ПнС	ЗС1	8,10	38	0,244	75,0	0,1	82,5	82,5	8,2	99,8
						ПдС	CO1	8,14	38	1,149	355,4	0,05	373,1	373,1	37,3	451,5
						ПдС	CO1	12,96	6	1,149	89,4	0,05	93,8	93,8	9,4	113,6
						ПдС	BC1	4,32	6	0,116	3,0	0,05	3,2	3,2	0,3	3,8
						ПнЗ	CO1	12,96	6	1,149	89,4	0,1	98,3	98,3	9,8	119,0
		ПнЗ	BC1	4,32	6	0,116	3,0	0,1	3,3	3,3	0,3	4,0				
Всього											1735,5					
206	Офіс Open-Space	22	72,53	3,1	224,8	ПнЗ	CO1	12,96	44	1,149	655,4	0,1	721,0	721,0	72,1	872,4
						ПнЗ	BC1	4,32	6	0,116	3,0	0,1	3,3	3,3	0,3	4,0
						ПнС	CO1	42,12	44	1,149	2130,2	0,1	2343,2	2343,2	234,3	2835,3
						ПдС	CO1	22,32	44	1,149	1128,8	0,05	1185,3	1185,3	118,5	1434,2
		-	СП2	72,53	44	0,095	301,9	0	301,9	301,9	30,2	365,3				
Всього											5511,2					
207	Архів	18	11,88	3,1	36,8	ПдС	CO1	7,02	40	1,149	322,8	0,05	338,9	338,9	33,9	410,1
						-	СП2	11,88	40	0,095	45,0	0	45,0	45,0	4,5	54,4
		Всього											464,5			
208	Кабінет директора	22	21,32	3,1	66,1	ПдС	CO1	12,60	44	1,149	637,2	0,05	669,1	669,1	66,9	809,6
						ПдЗ	BC1	21,60	9	0,116	22,6	0	22,6	22,6	2,3	27,3
						-	СП2	21,32	44	0,095	88,7	0	88,7	88,7	8,9	107,4
		Всього											944,3			

Продовження таблиці А.2

209	Санвузол директора	20	6,09	3,1	18,9	ПдЗ	BC1	10,55	7	0,116	8,6	0	8,6	8,6	0,9	10,4	
						-	СП2	6,09	42	0,095	24,2	0	24,2	24,2	2,4	29,3	
		Всього															39,6
210	Жіночий санвузол	20	3,93	3,1	12,2	ПдЗ	BC1	4,68	7	0,116	3,8	0	3,8	3,8	0,4	4,6	
						-	СП2	3,93	42	0,095	15,6	0	15,6	15,6	1,6	18,9	
		Всього															23,5
211	Жіноча душова	25	4,59	3,1	14,2	ПдЗ	BC1	5,51	12	0,116	7,7	0	7,7	7,7	0,8	9,3	
						-	СП2	4,59	47	0,095	20,4	0	20,4	20,4	2,0	24,7	
		Всього															34,0
212	Чоловіча душова	25	4,59	3,1	14,2	ПдЗ	BC1	5,47	12	0,116	7,6	0	7,6	7,6	0,8	9,2	
						-	СП2	4,59	47	0,095	20,4	0	20,4	20,4	2,0	24,7	
		Всього															33,9
213	Комутаційна	18	9,48	3,1	29,4	ПдЗ	BC1	11,38	5	0,116	6,6	0	6,6	6,6	0,7	8,0	
																	Всього
216	Чоловічий санвузол	20	3,99	3,1	12,4	ПдЗ	BC1	4,75	7	0,116	3,9	0	3,9	3,9	0,4	4,7	
																	Всього
		Всього поверх 2															

Таблиця А.3 Розрахунок теплових втрат офісної частини будівлі, третій поверх

Поверх 3																	
№/ Тип	Назва приміщення	Характеристики огороження					Поверхня нагріву				Втрати тепла Q, Вт	Надбавки на орієнтаці ю	Загальна виграта тепла через огородження Q, Вт	Загальна виграта тепла приміщення Q, Вт	Втрата тепла на інфільтрацію Q, Вт	Виграти тепла Q, Вт	
		t вн, C	Площа, м²	Висота, м	Об'єм, м³	Орієнтація фасаду	Тип огородження	Площа, м²	Різниця темпе- ратур, °C	Коефіцієнт теплоперед ачі, Вт/(м²•K)							
301	Сходова клітина	16	6,65	2,5	16,6	ПнЗ	CO1	17,36	38	1,149	758,3	0,1	834,1	834,1	83,4	1009,2	
						ПнС	CO1	6,30	38	1,149	275,2	0,1	302,7	302,7	30,3	366,3	
						ПнС	ЗC1	6,30	38	0,244	58,3	0,1	64,1	64,1	6,4	77,6	
						ПдС	CO1	20,44	38	1,149	892,8	0,05	937,4	937,4	93,7	1134,3	
						ПдЗ	ЗД1	4,83	38	1,667	305,7	0	305,7	305,7	30,6	369,9	
						ПдЗ	CO1	7,49	38	1,149	327,3	0	327,3	327,3	32,7	396,0	
						-	СП2	6,65	38	0,095	23,9	0	23,9	23,9	2,4	28,9	
		Всього															3382,2
302	Технічне приміщення	16	18,03	2,5	45,1	ПнЗ	ЗC1	10,08	38	0,244	93,3	0,1	102,6	102,6	10,3	124,2	
						ПнС	ЗД1	4,00	38	1,667	253,3	0,1	278,7	278,7	27,9	337,2	
						ПнС	ЗC1	17,67	38	0,244	163,6	0,1	179,9	179,9	18,0	217,7	
						ПдС	ЗC1	10,22	38	0,244	94,6	0,05	99,3	99,3	9,9	120,2	
						-	СП2	18,03	38	0,095	64,8	0	64,8	64,8	6,5	78,4	
		Всього															877,6
		Всього поверх 3															4259,8

Таблиця А.4 Розрахунок теплових втрат складської частини будівлі

Склад																
№/ Тип	Назва приміщення	Характеристики огороження					Поверхня нагріву				Втрати тепла Q, Вт	Надбавки на орієнтацію	Загальна виграта тепла через огороження Q, Вт	Загальна виграта тепла приміщення Q, Вт	Втрата тепла на інфільтрацію Q, Вт	Виграти тепла Q, Вт
		t вн, C	Площа, м ²	Висота, м	Об'єм, м ³	Орієнта ція фасаду	Тип огороження	Площа, м ²	Різниця темпе- ратур, °C	Коефіцієнт теплопере дачі, Вт/(м ² •K)						
1.1	Зона категорії "Б"	18	476,52	11	5241,7	-	П1	116,60	40	0,136	634,3	0	634,3	634,3	63,4	767,6
						-	П2	100,60	40	0,105	421,3	0	421,3	421,3	42,1	509,7
						-	П3	84,60	40	0,072	244,3	0	244,3	244,3	24,4	295,6
						-	П4	172,70	40	0,051	355,1	0	355,1	355,1	35,5	429,7
						ПдС	ЗД1	15,12	40	1,667	1008,0	0,05	1058,4	1058,4	105,8	1280,7
						ПдС	СО1	8,05	40	1,149	370,1	0,05	388,6	388,6	38,9	470,2
						ПдС	ЗС1	138,83	40	0,244	1352,5	0,05	1420,1	1420,1	142,0	1718,4
						ПдЗ	ЗС1	432,00	40	0,244	4208,6	0	4208,6	4208,6	420,9	5092,4
						ПнЗ	ЗД1	2,00	40	1,667	133,3	0,1	146,7	146,7	14,7	177,5
						ПнЗ	СО1	8,05	40	1,149	370,1	0,1	407,1	407,1	40,7	492,6
						ПнЗ	ЗС1	151,95	40	0,244	1480,3	0,1	1628,4	1628,4	162,8	1970,3
		-	СП1	476,52	40	0,184	3515,7	0	3515,7	3515,7	351,6	4254,0				
Всього															17458,6	
1.2	Зона категорії "Б"	18	1202,62	11	13228,8	-	П1	133,20	40	0,136	724,7	0	724,7	724,7	72,5	876,8
						-	П2	133,20	40	0,105	557,8	0	557,8	557,8	55,8	674,9
						-	П3	133,20	40	0,072	384,6	0	384,6	384,6	38,5	465,4
						-	П4	799,32	40	0,051	1643,6	0	1643,6	1643,6	164,4	1988,8
						ПдС	ЗД1	30,24	40	1,667	2016,0	0,05	2116,8	2116,8	211,7	2561,3
						ПдС	СО1	39,10	40	1,149	1797,7	0,05	1887,6	1887,6	188,8	2284,0
						ПдС	ЗС1	332,66	40	0,244	3240,8	0,05	3402,9	3402,9	340,3	4117,5
						ПнЗ	ЗД1	2,00	40	1,667	133,3	0,1	146,7	146,7	14,7	177,5
						ПнЗ	СО1	39,10	40	1,149	1797,7	0,1	1977,5	1977,5	197,7	2392,7
						ПнЗ	ЗС1	360,90	40	0,244	3515,9	0,1	3867,5	3867,5	386,8	4679,7
						-	СП1	1202,62	40	0,184	8872,7	0	8872,7	8872,7	887,3	10736,0
		Всього														

Продовження таблиці А.4

1.3	Зона категорії "А"	18	473,54	11	5208,9	-	П1	72,40	40	0,136	393,9	0	393,9	393,9	39,4	476,6
						-	П2	73,30	40	0,105	306,9	0	306,9	306,9	30,7	371,4
						-	П3	73,30	40	0,072	211,7	0	211,7	211,7	21,2	256,1
						-	П4	250,50	40	0,051	515,1	0	515,1	515,1	51,5	623,3
						ПдС	ЗД1	15,12	40	1,667	1008,0	0,05	1058,4	1058,4	105,8	1280,7
						ПдС	СО1	12,65	40	1,149	581,6	0,05	610,7	610,7	61,1	738,9
						ПдС	ЗС1	134,23	40	0,244	1307,7	0,05	1373,1	1373,1	137,3	1661,4
						ПнЗ	ЗД1	2,00	40	1,667	133,3	0,1	146,7	146,7	14,7	177,5
						ПнЗ	СО1	12,65	40	1,149	581,6	0,1	639,8	639,8	64,0	774,1
						ПнЗ	ЗС1	147,35	40	0,244	1435,5	0,1	1579,1	1579,1	157,9	1910,7
						-	СП1	473,54	40	0,184	3493,7	0	3493,7	3493,7	349,4	4227,4
Всього															12498,0	
1.4	Приміщення кладовщика	20	9,52	3,1	29,5	-	П1	9,52	42	0,136	54,4	0	54,4	54,4	5,4	65,8
						ПдС	ЗД1	2,00	42	1,667	140,0	0,05	147,0	147,0	14,7	177,9
						ПдС	ЗС1	12,63	42	0,244	129,2	0,05	135,7	135,7	13,6	164,2
						ПдЗ	ЗС1	12,96	42	0,244	132,6	0	132,6	132,6	13,3	160,4
						ПнЗ	ВС1	12,96	7	0,116	10,5	0,1	11,6	11,6	1,2	14,0
						-	СП1	9,52	42	0,184	73,7	0	73,7	73,7	7,4	89,2
Всього															671,5	
1.5	Санвузол	20	5,8	3,1	18,0	-	П1	5,80	42	0,136	33,1	0	33,1	33,1	3,3	40,1
						ПдС	ЗД1	2,00	42	1,667	140,0	0,05	147,0	147,0	14,7	177,9
						ПдС	ЗС1	6,64	42	0,244	67,9	0,05	71,3	71,3	7,1	86,3
						ПнЗ	ВС1	7,76	7	0,116	6,3	0,1	6,9	6,9	0,7	8,4
						ПнС	ЗС1	12,13	42	0,244	124,1	0,1	136,5	136,5	13,7	165,2
						-	СП1	5,80	42	0,184	44,9	0	44,9	44,9	4,5	54,4
Всього															532,2	
Всього на склад															62114,9	

Додаток Б Характеристики вентиляційних установок

Таблиця Б.1 Характеристики вентиляційних установок

Тип установки	Вентилятор		Електродвигун		Повітронагрівач			Фільтр	
	L, м³/год	P, Па	Тип	N, кВт	Q, кВт	ΔP, Па	t ₃ , °C	Тип	P, Па
ПВ1									
SlimStar 2000EC	2000	350	EC	2,2	3,2	30	-22	G4	75
ПВ2									
SlimStar 2000EC	2000	350	EC	2,2	3,2	30	-22	G4	75
ПВ0									
GREENSTR 20EC	25000	1200	EC	5	90	30	-22	G4	85

Додаток В Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

Таблица В.1 Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

Номер ділянки	V, м3/год	l, м	Розмір повітроводів				v , м/с	R, Па/м	$\Delta P_{тр} = R \cdot l$, Па	$P = \frac{\rho^2 v^2}{2}$, Па	$\Sigma \xi$	$Z = \Sigma \xi \cdot P$, Па	$\Delta P_{тр} + Z$, Па	$\Sigma(\Delta P_{тр} + Z)$, Па
			a, мм	b, мм	d, мм	d _c , мм								
Припливне повітря														
1	100	2,6	-	-	125	0,13	2,26	0,69	1,81	6,1	3,6	11,0	12,8	12,8
2	200	3,6	-	-	200	0,2	1,77	0,25	0,90	3,8	3,6	6,8	7,7	20,5
3	300	2,5	500	200	-	0,29	0,89	0,05	0,12	1,0	3,6	1,7	1,8	22,3
4	520	5,5	500	200	-	0,29	1,44	0,11	0,61	2,5	6,2	7,7	8,3	30,6
5	1220	5,5	500	200	-	0,29	3,4	0,52	2,84	13,9	6,2	43,0	45,8	76,5
6	150	2,5	-	-	125	0,13	3,4	1,45	3,63	13,9	2,8	19,4	23,1	99,5
7	325	6,1	-	-	200	0,20	2,87	0,59	3,62	9,9	9,4	46,5	50,1	149,6
8	775	6,3	500	200	-	0,29	2,15	0,23	1,42	5,5	6,2	17,2	18,6	168,2
9	170	1,3	-	-	150	0,15	2,67	0,75	0,97	8,6	5,5	23,5	24,5	192,7
10	260	2,3	-	-	200	0,20	2,3	0,40	0,92	6,3	3,2	10,2	11,1	203,8
11	350	4,7	500	200	-	0,29	0,97	0,05	0,26	1,1	2,8	1,6	1,8	205,6
12	150	5,2	-	-	125	0,13	3,4	1,45	7,55	13,9	4,8	33,3	40,8	246,5
13	1995	31	500	200	-	0,29	5,54	1,26	39,03	36,8	3,2	58,9	98,0	344,4
Витяжне повітря														
1	100	1,5	-	-	125	0,13	2,26	0,69	1,04	6,1	3,6	11,0	12,1	12,1
2	300	3,2	-	-	200	0,2	2,65	0,51	1,65	8,4	3,6	15,2	16,8	28,9
3	220	1,5	-	-	200	0,20	1,24	0,13	0,20	1,8	3,6	3,3	3,5	32,4
4	570	2,1	-	-	250	0,25	3,23	0,56	1,17	12,5	6,6	41,3	42,5	74,9
5	770	4,6	500	200	-	0,29	2,14	0,22	1,03	5,5	6,2	17,0	18,1	93,0
6	50	3,1	-	-	125	0,13	1,13	0,20	0,63	1,5	2,8	2,1	2,8	95,8
7	100	0,7	-	-	125	0,13	2,26	0,69	0,49	6,1	2,8	8,6	9,1	104,8
8	150	0,9	-	-	150	0,15	1,33	0,21	0,19	2,1	3,2	3,4	3,6	108,4
9	400	6,6	-	-	200	0,20	3,54	0,87	5,73	15,0	6,6	49,6	55,4	163,8
10	1170	12,8	500	200	-	0,29	3,25	0,48	6,09	12,7	3,2	20,3	26,4	190,1

Таблиця В.2 Аеродинамічний розрахунок системи ПВ2

Номер ділянки	V, м3/год	l, м	Розмір повітроводів				θ , м/с	R, Па/м	ΔP _{тр} = R·l, Па	P = 9²ρ/ 2, Па	Σξ	Z= Σξ·P, Па	ΔP _{тр} +Z, Па	Σ(ΔP _{тр} + Z), Па
			a, мм	b, мм	d, мм	d _е , мм								
Припливне повітря														
1	100	2,6	-	-	125	0,13	2,26	0,69	1,81	6,1	3,6	11,0	12,8	12,8
2	315	6,4	-	-	200	0,2	2,8	0,57	3,63	9,4	6,6	31,0	34,7	47,5
3	415	2,6	-	-	250	0,25	2,35	0,31	0,81	6,6	3,6	11,9	12,7	60,2
4	195	5,2	-	-	125	0,13	4,41	2,33	12,12	23,3	2,8	32,7	44,8	105,0
5	510	6	-	-	250	0,25	3,4	0,61	3,66	13,9	9,4	65,2	68,9	173,9
6	755	5,3	-	-	315	0,32	2,7	0,30	1,60	8,7	4,8	21,0	22,6	196,5
7	200	2,3	-	-	125	0,13	4,53	2,45	5,63	24,6	2,8	34,5	40,1	236,6
8	955	1,6	-	-	315	0,32	3,4	0,46	0,73	13,9	1,2	8,3	9,1	245,6
9	1155	3,8	500	200	-	0,29	3,2	0,46	1,76	12,3	3,8	23,3	25,1	270,7
10	1355	3,8	500	200	-	0,29	3,76	0,62	2,36	17,0	4,2	35,6	38,0	308,7
11	1500	2,9	500	200	-	0,29	4,17	0,75	2,17	20,9	3,2	33,4	35,6	344,3
12	1915	18,6	500	200	-	0,29	5,3	1,16	21,59	33,7	1,8	30,3	51,9	396,2
Витяжне повітря														
1	100	2,8	-	-	125	0,13	2,26	0,69	1,95	6,1	3,6	11,0	13,0	13
2	215	2	-	-	200	0,2	1,9	0,28	0,57	4,3	3,6	7,8	8,4	21,4
3	460	3,1	-	-	200	0,20	4,07	1,12	3,47	19,9	8,6	85,5	88,9	110,3
4	570	2,1	-	-	250	0,25	3,23	0,56	1,17	12,5	6,6	41,3	42,5	152,8
5	770	4,6	500	200	-	0,29	2,14	0,22	1,03	5,5	6,2	17,0	18,1	170,9
6	100	1,3	-	-	125	0,13	2,26	0,69	0,90	6,1	2,8	8,6	9,5	180,3
7	315	1,3	-	-	200	0,20	2,8	0,57	0,74	9,4	2,8	13,2	13,9	194,2
8	245	1,7	-	-	200	0,20	2,17	0,36	0,61	5,7	3,2	9,0	9,7	203,9
9	560	1,7	-	-	250	0,25	3,17	0,54	0,91	12,1	3,2	19,3	20,2	224,1
10	1080	13,2	-	-	315	0,32	3,85	0,57	7,56	17,8	11,8	104,9	112,5	336,6
11	1540	9,8	500	200	-	0,29	4,28	0,78	7,69	22,0	1,8	19,8	27,5	364,1

Таблиця В.3 Аеродинамічний розрахунок системи ПВ0

Номер ділянки	V, м3/год	l, м	Розмір повітроводів				θ, м/с	R, Па/м	ΔP _{тр} = R·l, Па	P = g²ρ/2, Па	Σξ	Z= Σξ·P, Па	ΔP _{тр} +Z, Па	Σ(ΔP _{тр} +Z), Па
			a, мм	b, мм	d, мм	d _е , мм								
Припливне повітря														
1	5250	8,6	700	400	-	0,51	5,2	0,54	4,68	32,4	2,6	42,2	46,9	46,9
2	11865	12,7	1000	550	-	0,71	5,99	0,47	5,92	43,1	5,2	111,9	117,9	164,8
3	5250	8,6	700	400	-	0,51	5,2	0,54	4,68	32,4	2,6	42,2	46,9	211,6
4	11865	12,7	1000	550	-	0,71	5,99	0,47	5,92	43,1	5,2	111,9	117,9	329,5
5	23730	9,3	1000	1000	-	1,00	6,6	0,36	3,38	52,3	1,8	47,0	50,4	379,9
Витяжне повітря														
1	750	3,7	-	-	250	0,25	4,24	0,91	3,37	21,6	0,6	6,5	9,8	9,8
2	1500	3,3	-	-	315	0,315	5,35	1,05	3,45	34,3	1,6	27,5	30,9	40,7
3	2250	4,3	350	350	-	0,35	5,1	0,84	3,61	31,2	1,6	25,0	28,6	69,3
4	3000	4,2	450	350	-	0,39	5,3	0,78	3,26	33,7	1,6	27,0	30,2	99,5
5	3750	4,5	600	350	-	0,44	4,96	0,60	2,68	29,5	1,6	23,6	26,3	125,8
6	4500	3,9	700	350	-	0,47	5,1	0,59	2,28	31,2	1,6	25,0	27,3	153,1
7	5250	18,1	700	400	-	0,51	5,21	0,55	9,89	32,6	4,2	68,4	78,3	231,4
8	945	3,7	-	-	250	0,25	5,35	1,40	5,16	34,3	0,6	10,3	15,5	246,8
9	1890	3,3	300	350	-	0,32	5	0,89	2,95	30,0	1,6	24,0	27,0	273,8
10	2835	4,3	400	350	-	0,37	5,63	0,93	3,99	38,0	1,6	30,4	34,4	308,2
11	3780	4,2	600	350	-	0,44	5	0,60	2,54	30,0	1,6	24,0	26,5	334,8
12	4725	4,5	700	350	-	0,47	5,36	0,64	2,89	34,5	1,6	27,6	30,5	365,2
13	5670	3,9	800	350	-	0,49	5,63	0,67	2,60	38,0	1,6	30,4	33,0	398,3
14	6615	2	900	400	-	0,55	5,1	0,47	0,95	31,2	2,2	34,3	35,3	433,5
15	11865	1	1000	550	-	0,71	5,99	0,47	0,47	43,1	3,2	68,9	69,4	502,9
16	750	3,7	-	-	250	0,25	4,24	0,91	3,37	21,6	0,6	6,5	9,8	512,7
17	1500	3,3	-	-	315	0,315	5,35	1,05	3,45	34,3	1,6	27,5	30,9	543,7
18	2250	4,3	350	350	-	0,35	5,1	0,84	3,61	31,2	1,6	25,0	28,6	572,2
19	3000	4,2	450	350	-	0,39	5,3	0,78	3,26	33,7	1,6	27,0	30,2	602,5
20	3750	4,5	600	350	-	0,44	4,96	0,60	2,68	29,5	1,6	23,6	26,3	628,8
21	4500	3,9	700	350	-	0,47	5,1	0,59	2,28	31,2	1,6	25,0	27,3	656,0
22	5250	18,1	700	400	-	0,51	5,21	0,55	9,89	32,6	4,2	68,4	78,3	734,3
23	945	3,7	-	-	250	0,25	5,35	1,40	5,16	34,3	0,6	10,3	15,5	749,8
24	1890	3,3	300	350	-	0,32	5	0,89	2,95	30,0	1,6	24,0	27,0	776,7
25	2835	4,3	400	350	-	0,37	5,63	0,93	3,99	38,0	1,6	30,4	34,4	811,2
26	3780	4,2	600	350	-	0,44	5	0,60	2,54	30,0	1,6	24,0	26,5	837,7
27	4725	4,5	700	350	-	0,47	5,36	0,64	2,89	34,5	1,6	27,6	30,5	868,2
28	5670	3,9	800	350	-	0,49	5,63	0,67	2,60	38,0	1,6	30,4	33,0	901,2
29	6615	2	900	400	-	0,55	5,1	0,47	0,95	31,2	2,2	34,3	35,3	936,5
30	11865	1	1000	550	-	0,71	5,99	0,47	0,47	43,1	3,2	68,9	69,4	1005,8
31	23730	9,3	1000	1000	-	1,00	6,59	0,36	3,37	52,1	1,8	46,9	50,3	1056,1

Таблиця В.4 Аеродинамічний розрахунок систем В1-В5

Номер ділянки	V, м3/год	l, м	Розмір повітроводів				v , м/с	R, Па/м	$\Delta P_{тр} = R \cdot l, \text{Па}$	$P = \frac{\rho v^2}{2}, \text{Па}$	$\Sigma \xi$	$Z = \Sigma \xi \cdot P, \text{Па}$	$\Delta P_{тр} + Z, \text{Па}$	$\Sigma(\Delta P_{тр} + Z), \text{Па}$
			a, мм	b, мм	d, мм	d _e , мм								
B1														
1	50	2,5	-	-	125	0,13	0,7	0,09	0,22	0,6	2,6	0,8	1,0	1
B2														
1	300	20,3	-	-	200	0,20	2,3	0,40	8,09	6,3	3,6	11,4	19,5	19,5
B3														
1	80	1	-	-	125	0,13	1,8	0,46	0,46	3,9	2,6	5,1	5,5	5,5
1	170	1	-	-	150	0,15	2,67	0,75	0,75	8,6	3,6	15,4	16,1	21,6
1	350	13,3	-	-	200	0,20	2,3	0,40	5,30	6,3	4,2	13,3	18,6	40,3
B4														
1	175	14,4	-	-	150	0,15	2,75	0,79	11,34	9,1	2,6	11,8	23,1	27,7
B5														
1	125	1	-	-	150	0,15	1,96	0,43	0,43	4,6	3,6	8,3	8,7	8,7
1	125	3	-	-	150	0,15	1,96	0,43	1,29	4,6	3,6	8,3	9,6	18,3
1	375	11,3	-	-	200	0,20	3,32	0,77	8,73	13,2	3,6	23,8	32,5	50,8

Додаток Г Перевірка дипломного проекту на академічну доброчесність



Имя пользователя:
Риндюк Дмитро Вікторович

Дата проверки:
04.01.2024 10:23:03 EET

Дата отчета:
04.01.2024 10:25:33 EET

ID проверки:
1016044796

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

ID пользователя:
92674

Название файла: Алтин В.І. ТУ-21мп

Количество страниц: 102 Количество слов: 18979 Количество символов: 132483 Размер файла: 2.69 MB ID файла: 1015742557

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

26.7% Совпадения

Наибольшее совпадение: 11.8% с Интернет-источником (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48260/1/Altyn_bakalav..)

23.3% Источники из Интернета 254 Страница 104

20.6% Источники из Библиотеки 248 Страница 112

0.48% Цитат

Цитаты 8 Страница 113

Ссылки 1 Страница 113

0.41% Исключений

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

0.19% Исключений из Интернета 79 Страница 114

0.29% Исключенного текста из Библиотеки 177 Страница 116

Модификации

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

Замененные символы 157

Подозрительное форматирование 20 страниц

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на магістерську дисертацію	2	
2	A4	МД 23.144.206 ПЗ	Пояснювальна записка	101	
3	A1	МД 23.144.206 001 ОВ	Фрагмент плану на відм. +0,300 в вісях А-И/1-7 (Опалення)	1	
4	A1	МД 23.144.206 002 ОВ	Фрагмент плану на відм. 0,000 в вісях Б-Ж/6-10 (Опалення)	1	
5	A1	МД 23.144.206 003 ОВ	Фрагмент плану на відм. + 3,900 в вісях Б-Ж/6-10 (Опалення)	1	
6	A1	МД 23.144.206 004 ОВ	Фрагмент плану на відм. +7,805 в вісях Б-Ж/6-10 (Опалення)	1	
7	A1	МД 23.144.206 005 ОВ	Розріз 1-1, 2-2 Вузли підключення	1	
8	A1	МД 23.144.206 006 ОВ	Ізометрична схема опалення	1	
9	A1	МД 23.144.206 007 ОВ	Фрагмент плану на відм. 0,000 в вісях Б-Ж/6-10 (Вентиляція)	1	
10	A1	МД 23.144.206 008 ОВ	Фрагмент плану на відм. + 3,900 в вісях Б-Ж/6-10 та на відм. +7,805 в вісях А-Е/5-8 (Вентиляція)	1	
11	A1	МД 23.144.206 009 ОВ	Ізометрична схема вентиляції офісної частини будівлі	1	
12	A1	МД 23.144.206 010 ОВ	Фрагмент плану на відм. +0,300 в вісях А-И/1-7 (Вентиляція)	1	
13	A1	МД 23.144.206 011 ОВ	Ізометрична схема вентиляції складської частини будівлі	1	

				МД 23.144.206 ПЗ		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент	Алтин			Відомість магістерської дисертації	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Соломаха					1
Консульт.	-				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІАТЕ, Кафедра ТАЕ	
Н.контр.	Шелешей					
Зав.каф.	Черноусенко					