

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

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Геннадій ВАРЛАМОВ
(підпис)

“ ” _____ 2020 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Мультизональна система кондиціонування адміністративно-виробничої споруди в м.Київ»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ТП - 61

_____ Баранюк Анастасія Максимівна. _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ доцент, к.т.н. Андрій СОЛОМАХА _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці к.т.н, доц. Юрій ПОЛУКАРОВ _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

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

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Геннадій ВАРЛАМОВ
(підпис) «__» _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Баранюк Анастасії Максимівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Мультизональна система кондиціонування адміністративно-виробничої споруди в м. Київ»

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

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №1168

2. Термін подання студентом проекту 16.06.2020 р.

3. Вихідні дані до проекту 1). Загальна площа будівлі – 474,3 м².

2). Кількість приміщень – 20, кількість поверхів – 4.

3). Кількість людей – 110.

4). Мультизональна система кондиціонування –інвенторного типу зі змінною витратою холодоагенту.

5). Параметри повітря офісних приміщень: температура – 22 °С; відносна вологість – 50 %.

4. Зміст пояснювальної записки 1). Характеристика об'єкту проектування.

2). Розрахунки надходжень теплоти до приміщень.

3). Підбір основного обладнання мультизональної системи кондиціонування.

4). Розрахунок діаметрів та трасування фреоновпрооводу.

5). Розробка дренажної системи.

6). Робота системи в режимі теплового насосу.

7). Охорона праці.

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

- 1). Принципова схема VRF-системи кондиціювання – 1 арк.
- 2). Розташування обладнання 1-го поверху – 2арк.
- 3) Розташування обладнання 2-го поверху – 3арк.
- 4) Розташування обладнання розріз 1-1 – 4 арк..

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Юрій ПОЛУКАРОВ, доцент		

7. Дата видачі завдання 19.05.20 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Теплові надходження до основних приміщень.	22.05.20 р.	
2.	Визначення необхідної повної потужності та типу внутрішніх і зовнішніх блоків.	25.05.20 р.	
3.	Розрахунок діаметрів та довжин фреонових трубопроводу. Визначення типів рефнетів.	28.05.20 р.	
4.	Розробка дренажної системи.	29.05.20 р.	
5.	Аналіз роботи системи кондиціювання в режимі теплового насосу	02.06.20 р.	
6.	Охорона праці	04.06.20 р.	
7.	Креслення		
7.1	Розташування обладнання 1-го поверху.	02.06.20 р.	
7.2	Розташування обладнання 2-го поверху.	05.06.20 р.	
7.3	Розташування обладнання Розріз 1-1	07.06.20 р.	
7.4	Принципова схема VRF-системи кондиціювання	08.06.20 р.	
8.	Оформлення пояснювальної записки	10.06.20 р.	

Студент

(підпис)

Анастасія БАРАНЮК

(ім'я, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Андрій СОЛОМАХА

(ім'я, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: Мультизональна система кондиціювання адміністративно-виробничої споруди в м.Київ

Київ – 2020 року

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Мультизональна система кондиціонування адміністративно-виробничої споруди в м. Київ»: пояснювальна записка на 75 с., 29 рис., 19 табл., 6 бібліографічних найменувань; 5 дод.; креслень – 4 арк. формату А1.

Мета проекту – забезпечення нормованих параметрів повітря усередині приміщень адміністративно-виробничої споруди в теплий та холодний період року за рахунок встановлення мультизональної системи кондиціонування.

Використані методики теплових та гідравлічних розрахунків теплотехнологічного обладнання.

Наведені результати розрахунків теплових находжень від сонячної радіації, від людей, від обладнання, від нагрітих огорожувальних конструкцій та від природної вентиляції приміщень.

Згідно до отриманих результатів розрахунків надходжень теплоти було вибрано обладнання систем кондиціонування повітря, що включає внутрішні та зовнішні блоки кондиціонування, рефнети розгалужувачі. На основі теплових та гідравлічних розрахунків вибрані фреонові та дренажні трубопроводи.

На кресленнях наведені принципова схема VRF-системи кондиціонування, розташування основного обладнання системи кондиціонування на першому та другому поверсі.

Ключові слова: кондиціонування, мультизональність, внутрішні блоки, рефнет, зовнішні блоки, VRF-система, холодопродуктивність, теплопродуктивність, температура, повітря.

SUMMARY

Bachelor's degree diploma project on the topic: "Multi-zone air conditioning system of an administrative and industrial building in Kyiv": explanatory note includes 75 pages, 29 figures, 19 tables, 6 bibliographic references; 5 applications; drawings – 4 sheets of A1 size.

The aim of the project is to provide standardized air parameters inside the premises of an administrative and industrial building in the warm and cold periods of the year through the installation of a multi-zone air conditioning system.

Methods of thermal and hydraulic calculations of heat technological equipment were used.

The results of calculations of heat loads from solar radiation, from people, from equipment, from heated enclosing structures and from natural ventilation of premises were given.

According to the obtained results of calculations of heat loads, the equipment of air conditioning systems was selected, including indoor and outdoor air conditioning units, refnet, splitters.

On the basis of thermal and hydraulic calculations freon and drainage pipelines were chosen.

The drawings show a schematic diagram of the VRF-air conditioning system, the location of the main equipment of the air conditioning system on the first and second floors.

Keywords: air conditioning, multizonal, indoor units, refnet, outdoor units, VRF system, refrigeration capacity, heat output, temperature, air.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврского) уровня высшего образования на тему: «Мультизональная система кондиционирования административно-производственного здания в г. Киев»: пояснительная записка на 75 с., 29 рис., 19 табл., 6 библиографических наименования; 5 прилож.; чертежей - 4 л. формата А1.

Цель проекта - обеспечение нормируемых параметров воздуха внутри помещений административно-производственного здания в теплый и холодный период года за счет установки мультизональной системы кондиционирования.

Использованы методики тепловых и гидравлических расчетов теплотехнологического оборудования.

Приведены результаты расчетов тепловых поступлений от солнечной радиации, от людей, от оборудования, от нагретых ограждающих конструкций и от естественной вентиляции помещений.

Согласно полученным результатам расчетов поступлений теплоты было выбрано оборудования систем кондиционирования воздуха, включая внутренние и внешние блоки кондиционирования, рефнеты разветвители. На основе тепловых и гидравлических расчетов выбраны фреоновые и дренажные трубопроводы.

На чертежах приведены принципиальная схема VRF-системы кондиционирования, размещение основного оборудования системы кондиционирования на первом и втором этаже.

Ключевые слова: кондиционирование, мультизональность, внутренние блоки, рефнет, внешние блоки, VRF-система, холодопроизводительность, теплопроизводительность, температура, воздух

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів.....	9
Вступ.....	8
1 Характеристика об'єкту проектування	9
2. Розрахунки надходжень теплоти до приміщень	10
2.1 Надходження теплоти від сонячної радіації	10
2.2 Надходження теплоти від людей	15
2.3 Надходження теплоти від обладнання	16
2.4 Надходження теплоти від нагрітих огорожувальних конструкцій.....	17
2.5 Теплові надходження з вентиляційним повітрям.....	16
2.6 Сумарні надходження теплоти до основних приміщень	19
3. Підбір основного обладнання мультизональної системи кондиціонування	21
3.1 VRF – ситема кондиціонування	21
3.2 Принцип роботи VRF – системи	22
3.3 Переваги мультизональної системи кондиціонування	23
3.4 Загальні рекомендації до проектування системи кондиціонування	23
3.5 Вибір і розміщення внутрішніх блоків системи кондиціонування.....	24
3.6 Типи внутрішніх блоків	25
3.7 Визначення кількості та типу внутрішніх блоків	27
3.8 Вибір і розміщення зовнішніх блоків системи кондиціонування.....	30
3.9 Визначення кількості та типу зовнішніх блоків	35
4. Розрахунок діаметрів та трасування фреоновипроводу	39
4.1 Особливості прокладання фреоновипроводів.	39
4.2 Методика розрахунку діаметрів трубопроводів	43
4.3 Розрахунок діаметрів трубопроводів.....	45
4.4 Визначення довжин трубопроводу	47
5. Розробка дренажної системи.....	48
5.2 Загальні рекомендації з проектування дренажної системи.....	50
6. Енергоефективність роботи мультизональної системи кондиціонування в режимі теплового насосу	54

					ТП 61 02 002 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Баранюк				Мультизональна система кондиціювання. Пояснювальна записка	Стадія	Арк.	Аркушів
Керівник	Соломаха					ДПБ	7	75
П.контроль	.					КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.	Боженко					Каф. ТПТ, Гр. ТП-61		
Зав. каф.	Варламов							

7. Охорона праці.....	59
7.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів. Заходи з охорони праці.	59
7.2 Пожежна безпека.....	66
Висновки	68
Список використаної літератури	69
Додаток А.....	
Підбір внутрішніх блоків за допомогою програмного забезпечення Hisense 4.0	70
Додаток Б	
Прокладка фреонові та дренажної магістралі в програмі підбору Hisense 4.0	71
Додаток В	
Огляд проекту та конфігурація системи в програмі підбору Hisense 4.0	72
Додаток Г	
Результати перевірки дипломного проекту на академічний плагіат	75
Додаток Д.....	
Список наукових праць і творчих досягнень	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

F – площа поверхні;
 H – висота;
 K – кратність повітрообміну, коефіцієнт неодноразовості;
 L – довжина, витрата повітря;
 M – кількість виділеної вологи;
 N – загальна електрична потужність;
 P – статичний тиск;
 Q – тепловий потік, холодопродуктивність, теплопродуктивність;
 V – об'єм;
 c – теплоємність;
 d – діаметр;
 d – вологовміст;
 g – прискорення вільного падіння;
 h – питома ентальпія;
 k – коефіцієнт корекції холодопродуктивності;
 n – кількість;
 q – густина теплового потоку, надходження повної теплоти від одного дорослого чоловіка;
 t – температура;
 η – коефіцієнт, який враховує частину потоку енергії, що перетворюється на теплову;
 ρ – густина;
 ϕ – відносна вологість.

Індекси

Нижні:	ж – жінки;
а – акумуляція;	з – застосування;
вік – вікна;	з – зовнішні;
в.п. – вертикальна, пряма;	зов. – зовнішній;
в.р. – вертикальна, розсіяна;	конд. – кондиціонування;
вент. – вентиляція;	кор. – корегована;
в- внутрішні;	л – люди;
е.о. – електричне освітлення;	ном. – номінальна;

обг. – обгородження;
с.р. – сонячна радіація;
стін. – стіна;
ст.внутр. – внутрішня стіна;
стел. – стеля;
сз – сонцезахисних;
сум. – сумарна;
підл. – підлога;
п – повітря;
пов. – повна;
пит. – питома;
т – технологічне обладнання;
ч – чоловіки;

1 – на вході;
2 – на виході.
Верхні:
внутр. – внутрішній;
зовн. – зовнішній;
3 – захід;
К.1 – кабінет 1;
Пн – північ;
Пд – південь;
Сх – схід;
Т.З. – торгова зала;
1 – перший поверх.

Скорочення

COP – Seasonal Coefficient Of Performance;
EER – Seasonal Energy Efficiency Ratio.
SCOP – Seasonal Coefficient Of Performance;
SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio;
VRF – Variable Refrigerant Flow - змінний потік холодоагенту (англ.);
3 – захід;
Пн – північ;
Пд – південь.
Сх – схід;

ВСТУП

Для забезпечення продуктивної та безпечної діяльності людини вона повинна перебувати в комфортних умовах у будь-яких приміщеннях. Під комфортними умовами розуміють такі метеорологічні умови, при яких теплообмін між організмом людини і навколишнім середовищем не ускладнений. Вони забезпечуються підтримкою оптимальних значень температури повітря, вологості, швидкості повітряного потоку та рівня шуму в приміщенні від роботи устаткування. Для підтримки цих параметрів застосовуються системи кондиціонування повітря.

Системи кондиціонування можна класифікувати наступним чином:

- за ступенем забезпечення метеорологічних умов вони поділяються на три класи (перший, другий і третій);
- за призначенням об'єкту застосуванням – технологічні та комфортні;
- за наявністю джерел тепла та холоду – автономні і неавтономні;
- за принципом розміщення системи кондиціонування відносно об'єкту, що обслуговується – центральні і місцеві;
- за кількістю приміщень, що обслуговуються – однозональні та багатозональні;
- за типом об'єктів, що обслуговуються – побутові, напівпромислові та промислові.

Сучасним та енергоефективним рішенням є використання мультизональної системи кондиціонування повітря з можливістю регулювання потужності кожного окремого внутрішнього блоку, що іменована як VRF (Variable Refrigerant Flow - змінний потік холодоагенту (англ.))

В даному дипломному проекті була розрахована та спроектована VRF-система для адміністративно-виробничої споруди у м. Київ. Вибір такої системи обґрунтовується можливістю підключення декількох десятків внутрішніх блоків до одного зовнішнього блоку, одночасної підтримки різних комфортних умов у кожному приміщенні, забезпечення необхідного мікроклімату як взимку так і влітку та простої підтримки, використання та налаштування обладнання.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

Дане підприємство – це приміщення адміністративно-виробничого типу, що відноситься до громадських будівель з магазинами під оптовий продаж та офісними приміщеннями з необхідною інфраструктурою для ведення ділової діяльності.

Будівля складається з 2 поверхів, загальною площею 474,3 м². Загальна кількість приміщень – 20.

Будівля складається з основних та допоміжних приміщень на кожному поверсі. В основних приміщеннях кожного поверху передбачена система мультизонального кондиціювання повітря зі змінною витратою холодоагенту для забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов співробітникам.

Кондиціювання повітря в багатофункціональному комплексі забезпечує в літній період охолодження повітря, а в зимній – його підігріві центральною системою кондиціювання, що складається з внутрішніх блоків та зовнішнього блоку.

Об'єкт розташований у м. Київ, розрахункова географічна широта 50°24' град Пн.ш

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 РОЗРАХУНКИ НАДХОДЖЕНЬ ТЕПЛОТИ ДО ПРИМІЩЕНЬ

Джерелами надходження теплоти до приміщень будівлі є:

- сонячна радіація;
- офісна техніка (обладнання);
- люди, що працюють у приміщеннях;
- нагріті огорожувальні конструкції;
- вентиляція приміщення.

2.1 Надходження теплоти від сонячної радіації

Теплота сонячної радіації надходить до приміщень в основному через заповнення світлових отворів.

Як зазначалося вище, будівля має 2 поверхи, на кожному з них встановлені однакові світлопрозорі конструкції (двокамерні пластикові склопакети).

План приміщень одного з поверхів з зазначенням заповнень світлових отворів та орієнтацією за сторонами світу наведено на рис. 2.1

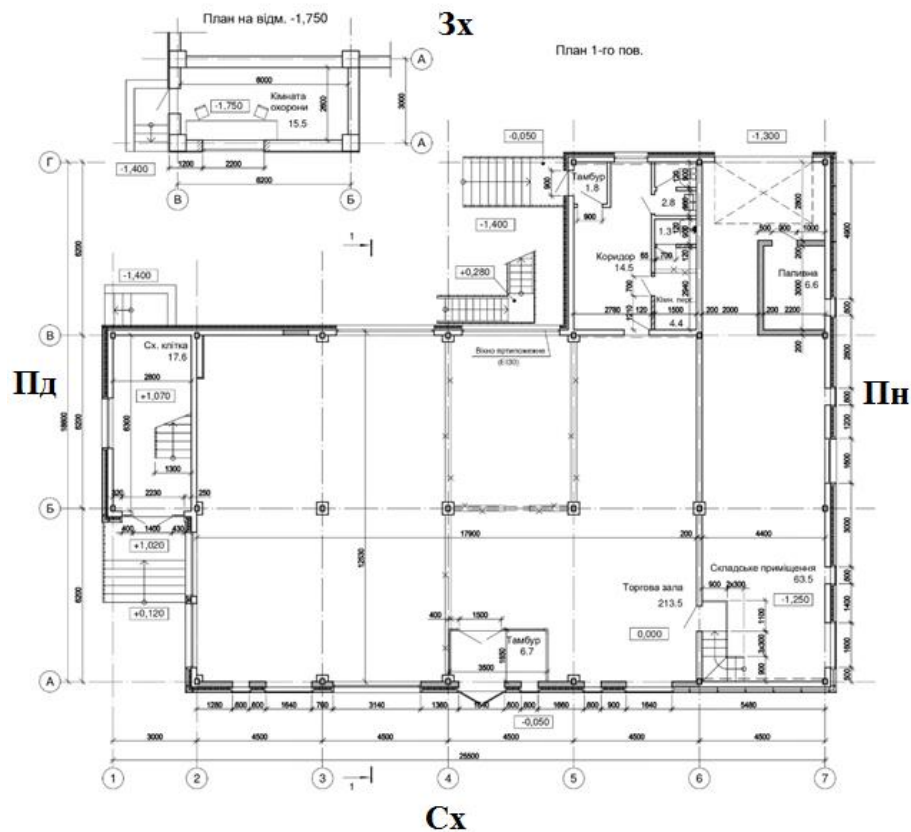


Рисунок 2.1 – План приміщень поверхів

Надходження теплоти у приміщення Q_{cp} , Вт, розраховую за формулою

$$Q_{cp} = q \cdot F \cdot \beta_{с.з} \cdot K_3 \cdot K_a, \quad (2.1)$$

де q – густина теплового потоку сонячної радіації, Вт/м²;

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F – площа світлових отворів, м^2 ;

$\beta_{\text{сз}}$ – коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв;

K_3 – коефіцієнт, який залежить від типу засклення;

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

Спочатку визначаю коефіцієнти, які входять в формулу (2.1):

- При наявності внутрішніх сонцезахисних пристроїв (жалюзі) згідно з [1] коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв має значення $\beta_{\text{сз}} = 0,7$;
- Заповнення світлових отворів – двокамерні склопакети, тому згідно з [1] $K_3 = 0,8$;
- При наявності внутрішніх сонцезахисних пристроїв (жалюзі) згідно з [1] коефіцієнт, яким враховують акумуляцію теплоти внутрішніми огорожувальними конструкціями приміщення $K_a = 1$.

Для вертикального засклення світлових отворів густина потоку сонячної радіації q , Вт/м^2 , визначається за формулою

$$q = (q_{\text{в.п}} + q_{\text{в.р}}) K_1 K_2, \quad (2.2)$$

де $q_{\text{в.п}}$ та $q_{\text{в.р}}$ – відповідно густина потоку прямої та розсіяної сонячної радіації для вертикального засклення світлових отворів, Вт/м^2 ;

K_1 – коефіцієнт, яким враховують затемнення засклення світлових отворів перетинами та забруднення атмосфери;

K_2 – коефіцієнт, яким враховують забруднення скла.

- Оскільки об'єкт розташований в промислових районах з забрудненою атмосферою, то згідно з [1] для двокамерних склопакетів коефіцієнт, яким враховують затемнення засклення світлових отворів перетинами та забруднення атмосфери має значення $K_1 = 0,68$;
- Вміст у повітряному середовищі офісних приміщень частинок пилу незначний, тому коефіцієнт, яким враховують забруднення скла має значення $K_2 = 0,95$;
- Географічна широта міста, в якому знаходиться об'єкт, що розглядається (м.Київ) $50^\circ 24'$ пн.ш., тому згідно з [1] густини потоків прямої та розсіяної сонячної радіації в годинний інтервал 9-10 мають значення для орієнтації вікон на схід $q_{\text{в.п}} = 425 \text{ Вт/м}^2$; та $q_{\text{в.р}} = 137$

Вт/м²; на захід $q_{в.п} = 0$ Вт/м²; та $q_{в.р} = 58$ Вт/м²;, на північ $q_{в.п} = 0$ Вт/м²; та Вт/м²; $q_{в.р} = 71$, а на південь $q_{в.п} = 248$ Вт/м²; та $q_{в.р} = 113$ Вт/м²;

Розрахунки густини потоків сонячної радіації за орієнтаціями світу.

$$q_{Пн} = (0 + 71) \cdot 0,68 \cdot 0,95 = 46; \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{Пд} = (248 + 113) \cdot 0,68 \cdot 0,95 = 233,2 \text{ Вт/м}^2;;$$

$$q_{Зх} = (0 + 58) \cdot 0,68 \cdot 0,95 = 37,5 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{сх} = (425 + 137) \cdot 0,68 \cdot 0,95 = 363 \text{ Вт/м}^2;$$

Для визначення необхідної потужності кожного внутрішнього блоку кондиціонеру будемо розраховувати теплопритоки до кожної основної кімнати окремо.

Перший поверх

Торгове приміщення має

Засклення північного фасаду – стандартні двокамерні склопакети. Встановлено вікна наступних розмірів: 3 вікна 0,6х3 м х м; 2 вікна 1,6х3 м х м. Загальна площа засклення $F_{вік}^{Пн} = 15$ м².

Засклення південного фасаду – стандартні двокамерні склопакети. Встановлено вікна наступних розмірів: 2 вікна 2,3х3 м х м, 1 вікно 1,7х3 м х м. Загальна площа засклення $F_{вік}^{Пд} = 18,9$ м².

Засклення західного фасаду – стандартні двокамерні склопакети. Встановлено вікна наступних розмірів: 1 вікно 3,4х3м х , 1 вікно 1,3х3м х м. Загальна площа засклення $F_{вік}^{Зх} = 14,1$ м².

Засклення східного фасаду – стандартні двокамерні склопакети. Встановлено вікна наступних розмірів: 3 вікна 0,6х3 м х м, 2 вікна 1,64х3 м х м; 1 вікна 3,4х3м х м. Загальна площа засклення $F_{вік}^{Сх} = 24,7$ м².

Тоді надходження теплоти від сонячної радіації до торгового приміщення на 1-му поверсі мають значення:

$$Q_{Пн}^I = 46 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 386,4 \text{ Вт};$$

$$Q_{Пд}^I = 233,2 \cdot 18,9 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 2468,2 \text{ Вт};$$

$$Q_{Зх}^I = 37,5 \cdot 14,1 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 296,1 \text{ Вт},$$

$$Q_{Сх}^I = 363 \cdot 24,7 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 5021 \text{ Вт}.$$

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічні розрахунки проведемо для кожного офісного приміщення 2-го поверху і результати зведемо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків надходжень теплоти сонячної радіації

Орієнтація за сторонами світу	q , Вт/м ²	F, м ²	$\beta_{сз}$	$K_з$	K_a	Q _{ср} , Вт
1	2	3	4	5	6	7
1 поверх						
Торгове приміщення						
Пн	46	15	0,7	0,8	1	386,4
Пд	233,2	18,9	0,7	0,8	1	2468,2
Зх	37,5	14,1	0,7	0,8	1	296,1
Сх	363	24,7	0,7	0,8	1	5021
Сумарні надходження теплоти поверху						8171,1
2 поверх.						
Кабінет 1						
Сх	363	9,1	0,7	0,8	1	1850
Сумарні надходження теплоти поверху						1850
Кабінет 2						
Зх	37,5	10,6	0,7	0,8	1	222,6
Сумарні надходження теплоти поверху						222,6
Кабінет 3						
Сх	363	6,9	0,7	0,8	1	1402,6
Сумарні надходження теплоти поверху						1402,6
Кабінет 4						
Зх	37,5	10,6	0,7	0,8	1	222,6
Сумарні надходження теплоти поверху						222,6
Кабінет 5						
Сх	363	12	0,7	0,8	1	2439,4
Пн	46	11,1	0,7	0,8	1	286
Сумарні надходження теплоти поверху						2725,4
Кабінет 6						

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Пн	46	3,6	0,7	0,8	1	92,7
Сумарні надходження теплоти поверху						92,7
Кабінет 7						
Пн	46	6,5	0,7	0,8	1	167
Сумарні надходження теплоти поверху						167
Конференц-зал						
Сх	363	6,9	0,7	0,8	1	1402,6
Сумарні надходження теплоти поверху						1402,3
Ресепшн						
Зх	37,5	10,35	0,7	0,8	1	217,4
Сумарні надходження теплоти поверху						217,4
Кімната прийому їжі						
Пн	46	9	0,7	0,8	1	231,8
Сумарні надходження теплоти поверху						231,8

2.2 Надходження теплоти від людей

Надходження теплоти від людей $Q_{\text{л}}$, Вт, розраховую за формулою

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n_{\text{ч}} + 0,85 \cdot q \cdot n_{\text{ж}} \quad (2.3)$$

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

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

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

Згідно з технічними умовами експлуатації приміщення, температура в якому знаходиться на рівні $t = 22^{\circ}\text{C}$, люди в приміщенні знаходяться в стані виконання легкої роботи, тому за [1] надходження повної теплоти від одного дорослого чоловіка $q=151$ Вт.

За технічним завданням до виконання проекту кількість людей, що постійно перебувають у приміщенні приймаємо:

- Торговий зал: чоловіків – 30; жінок – 30;
- Кабінет 1: чоловіків – 2, жінок – 2 ;
- Кабінет 2: чоловіків – 2 ,жінок – 1 ;
- Кабінет 3: чоловіків – 3,жінок – 1 ;
- Кабінет 4: чоловіків – 3,жінок – 2;
- Кабінет 5: чоловіків – 6,жінок – 4 ;
- Кабінет 6: чоловіків – 3,жінок – 1 ;
- Кабінет 7: чоловіків – 2,жінок – 2 ;
- Конференц-зал: чоловіків – 7,жінок – 6;
- Ресепшн: чоловіків – 1,жінок – 1;
- Кімната прийому їжі:т чоловіків – 6,жінок – 4 .

$$Q_{\text{л}}^{T.3.} = 151 \cdot 30 + 0,85 \cdot 151 \cdot 30 = 8380 \text{ Вт.}$$

Аналогічні розрахунки проведемо для кожного приміщення 2-го поверху і результати зведемо у таблицю 2.2.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків надходжень теплоти від людей

Назва приміщення	$Q_{\text{л}}$, Вт	Назва приміщення	$Q_{\text{л}}$
Торговий зал	8380	Кабінет 6	581
Кабінет1	559	Кабінет 7	559
Кабінет2	430	Конференц-зал	1827
Кабінет3	581	Ресепшн	408
Кабінет 4	710	Кімната прийому їжі	1420
Кабінет 5	1548		

2.1 Надходження теплоти від обладнання

Згідно з призначенням приміщення (офісні приміщення) технологічна частина приміщення складається з комп'ютерів, з середньою електричною потужністю 200 Вт кожен. В такому випадку надходження теплоти від обладнання $Q_{\text{т}}$, Вт, можна визначити за формулою

$$Q_{\text{т}} = \eta_{\text{т}} \cdot N_{\text{т}} \cdot n, \quad (2.4)$$

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

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

n – кількість комп'ютерів.

Згідно з технічними даними комп'ютерів, що встановлені в приміщенні $\eta_{\text{т}} = 0,4$.

$$Q_{\text{т}}^{\text{кл.}} = 0,4 \cdot 200 \cdot 1 = 80 \text{ кВт}.$$

Надходження теплоти від електричного освітлення $Q_{\text{е.о.}}$, Вт, визначається за формулою

$$Q_{\text{е.о.}} = \eta_{\text{е.о.}} \cdot N_{\text{е.о.}} \cdot n, \quad (2.5)$$

де $\eta_{\text{е.о.}}$ – коефіцієнт, який враховує частину потоку енергії, що перетворюється в теплову та передається навколишньому повітрю під час роботи електричного освітлення;

$N_{\text{е.о.}}$ – потужність електричної освітлювальної апаратури, що складає згідно з завданням 28 Вт одна лампа;

n – кількість ламп.

Для енергозберігаючих ламп $\eta_{\text{е.о.}} = 0,75$.

$$Q_{\text{е.о.}}^{\text{кл.}} = 0,75 \cdot 28 \cdot 4 = 84 \text{ Вт}.$$

Аналогічні розрахунки проведемо для кожного приміщення і результати зведемо у табл.

2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків надходжень теплоти від електричного обладнання

Назва приміщення	п,шт.	N_T , Вт	Q_T , Вт	п,шт	$N_{e.o.}$, Вт	$Q_{e.o.}$, Вт
Торговий зал	-	-	-	30	28	630
Кабінет1	1	200	80	4	28	84
Кабінет2	2	200	160	3	28	63
Кабінет3	6	200	480	4	28	84
Кабінет 4	5	200	400	4	28	84
Кабінет 5	11	200	880	8	28	168
Кабінет 6	1	200	80	2	581	42
Кабінет 7	4	200	320	2	559	42
Конференц-зал	2	200	160	4	1827	84
Ресепшн	1	200	80	4	408	84
Кімната прийому їжі	-	200	-	5	1420	105

2.1 Надходження теплоти від нагрітих огорожувальних конструкцій

Надходження теплоти від огорожувальних конструкцій $Q_{обг.}$, Вт розраховується за формулою:

$$Q_{обг.} = q_{обг.} \cdot F_{обг.}, \quad (2.6)$$

де $q_{обг.}$ – питома теплова потужність теплопередачі огорожувальної конструкції, $Вт / м^2$;

$F_{обг.}$ - площа огорожувальних конструкцій, $м^2$.

До огорожувальних конструкцій відносять: внутрішні та зовнішні стіни, підлогу, стелю та перекриття. Згідно із [2] та технічним завданням будівля має: зовнішні стіни складної конструкції з $q_{обг.} = 30 \frac{Вт}{м^2}$, зовнішні стіни складної конструкції що орієнтовані на Пн з

$q_{обг.} = 25 \frac{Вт}{м^2}$ внутрішні стіни що контактують з не кондиціонований приміщенням $q_{обг.} = 30 \frac{Вт}{м^2}$

підлогу з $q_{обг.} = 10 \frac{Вт}{м^2}$, стелю з $q_{обг.} = 10 \frac{Вт}{м^2}$.

$$Q_{обг.}^{Т.З.} = (30 \cdot 100) + (31,6 \cdot 25) + (10 \cdot 213,5) + (10 \cdot 213,5) = 8240 \text{ Вт.}$$

Отримані розрахунки зведені в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 – Результати розрахунків надходжень теплоти від огорожувальних конструкцій

Назва приміщення	$F_{стін}, \text{м}^2$	$F_{Пн_{стін}}, \text{м}^2$	$F_{ст.внут.}, \text{м}^2$	$F_{підл.}, \text{м}^2$	$F_{стелі}, \text{м}^2$	$Q_{обг.}, \text{Вт}$
Торговий зал	100	-	31,6	213,5	213,5	8240
Кабінет1	28,3	-	-	27,9	27,9	1407
Кабінет2	3,8	-	13,14	19,3	19,3	835
Кабінет3	6,8		13,14	27,6	27,6	1091
Кабінет 4	3,8		41,5	29,7	29,7	1745,5
Кабінет 5	18,7	9,49	13,14	56,9	56,9	2330,5
Кабінет 6	-	4,3	8,7	10,6	10,6	565,5
Кабінет 7	-	5,6	10,1	11,7	11,7	677
Конференц-зал	8,2	-	13,14	28,4	28,4	1208,2
Ресепшн	3,8	-	-	18,5	18,5	484
Кімната прийому їжі	21,5	11,7	-	31,1	31,1	1559,5

2.2 Теплові надходження з вентиляційним повітрям

Згідно з технічним завданням до виконання проекту, основні приміщення будівлі не мають механічної вентиляції, тому теплопритоки повітря $Q_{вент.}$, Вт можна розрахувати за формулою.

$$Q_{вент.} = K \cdot V \cdot \rho_{пов.} \cdot (h_3 - h_6) / 3,6, \quad (2.7)$$

де K – кратність повітрообміну приміщення, обмін/год. Для жилих та громадських будівель з природнім провітрюванням ця величина складає 1 – 1,5;

V – будівельний об'єм приміщення, м^3 ;

$\rho_{пов.}$ – густина припливного повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

h_3, h_6 – ентальпії зовнішнього припливного повітря та внутрішнього витяжного повітря відповідно, $\text{кДж}/\text{кг}$.

Розрахуємо теплові надходження з вентиляційним повітрям для торгової зали

Кратність повітрообміну приймаємо рівну $K=1$. Об'єм торгової зали складає $V=790 \text{ м}^3$. Густина

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

припливного повітря приймаємо $\rho_{нов.} = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Згідно з додатком [1] для м. Києва температура найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99 складає $t_{р.в.т.} = 23^\circ\text{C}$ з вологістю 69%, відповідно ентальпія зовнішнього повітря складає $h_3 = 53,6 \text{ кДж/кг}$.

Температура внутрішнього повітря за санітарно-гігієнічними нормами для громадських будівель повинна складати 22°C з вологістю 50%. Для того щоб визначити значення ентальпії для витяжного повітря необхідно скористатися h-d діаграмою, де за значенням температури і вологості ми отримали $h_6 = 39,09 \text{ кДж/кг}$.

$$Q_{вент} = \frac{1 \cdot 790 \cdot 1,2 \cdot (53,6 - 39,09)}{3,6} = 3821 \text{ Вт.}$$

Аналогічні розрахунки для всіх інших приміщень зведено в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Результати розрахунків надходжень теплоти від вентиляційного повітря

Назва приміщення	К	V, м ³	$\rho_{нов.}$, кг/м ³	h_3 , кДж/кг	$h_в$, кДж/кг	$Q_{вент.}$, Вт
Торговий зал	1	790	1,2	53,6	39,09	3821
Кабінет1	1	103	1,2	53,6	39,09	498,2
Кабінет2	1	70,08	1,2	53,6	39,09	339
Кабінет3	1	102	1,2	53,6	39,09	493,3
Кабінет 4	1	108,4	1,2	53,6	39,09	524,3
Кабінет 5	1	207,7	1,2	53,6	39,09	1004,6
Кабінет 6	1	38,7	1,2	53,6	39,09	187,2
Кабінет 7	1	42,7	1,2	53,6	39,09	206,5
Конференц-зал	1	103,7	1,2	53,6	39,09	501,6
Ресепшн	1	67,5	1,2	53,6	39,09	326,5
Кімната прийому їжі	1	113,5	1,2	53,6	39,09	549

2.3 Сумарні надходження теплоти до основних приміщень

Для кожного приміщення необхідно визначити сумарні теплопритоки, за якими визначається необхідна потужність блоку кондиціонеру. Сумарні теплопритоки $\sum Q$, Вт визначаються за формулою:

$$\sum Q = Q_{с.р.} + Q_T + Q_{е.о.} + Q_{л} + Q_{обг.} + Q_{вент.} \quad (2.8)$$

Для довговічної та надійної роботи кондиціонера важливо, щоб його холодопродуктивність була трохи більшою ніж величина реальних теплопритоків приміщення.

Запас повинен становити 10 - 20% від максимальних теплових надходжень в приміщенні, тому продуктивна потужність кондиціонеру $Q_{\text{конд.}}$, Вт визначається за формулою

$$Q_{\text{конд.}} = (1,1 \dots 1,2) \cdot \sum Q . \quad (2.9)$$

Обираємо запас продуктивної потужності 10%. Всі розрахунки зведені в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунків сумарних надходжень теплоти та необхідної холодопродуктивності кондиціонерів

Назва приміщення	$\sum Q$, Вт	$Q_{\text{конд.}}$, Вт	Назва приміщення	$\sum Q$, Вт	$Q_{\text{конд.}}$, Вт
Торговий зал	29242	32166,3	Кабінет 6	1548,4	1703,2
Кабінет1	4478,2	4926	Кабінет 7	1971,5	2168,7
Кабінет2	3446,6	3791,3	Конференц-зал	5183,1	5701,4
Кабінет3	4131,9	4545,1	Ресепшн	1600	1760
Кабінет 4	3686,4	4055	Кімната прийому їжі	3865,3	4251,8
Кабінет 5	8071,5	8878,7			

3 ПІДБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНУВАННЯ МУЛЬТИЗОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ

3.1 VRF – система кондиціювання

VRF-система або система зі змінною витратою холодоагента (Variable Refrigerant Flow, VRF, англ) – це система мультizonального кондиціювання повітря інвенторного типу, яка дозволяє створювати різні параметри мікроклімату в окремих приміщеннях будівлі. Число температурних зон в одній системі може сягати 60 при одному чи декількох зовнішніх блоках.

Змінна витрата холодоагенту - це загальний принцип регулювання холодопродуктивності системи кондиціювання, який реалізований як в управлінні роботою компресорів зовнішнього блоку, так і регулюючої апаратури внутрішніх блоків. Областю застосування є офіси, готелі, школи, житлові приміщення, тобто об'єкти, переважно, з великим числом приміщень, з різним тепловим навантаженням і різними вимогами до комфортних умов.

Справжня VRF-система повинна відповідати 4 ключовим вимогам:

- 1 У таких системах завжди присутній тільки один холодоагент. У цьому головна відмінність VRF-системи від системи чиллер-фанкойлів, де крім контуру з циркуляцією холодоагенту є і гідравлічний контур.
- 2 VRF-система має компресори інверторного типу. Інвертор - це електронний пристрій, що дозволяє плавно регулювати потужність компресора. При включенні побутовий кондиціонер відразу ж починає працювати з підвищеною потужністю, щоб швидше забезпечити задану температуру, а після її досягнення він не відключається, як звичайний кондиціонер, а плавно знижує свою потужність.
- 3 До одного зовнішнього блоку в VRF-системі підключаються кілька внутрішніх блоків, що встановлюються в різних приміщеннях (зонах).
- 4 Кількість внутрішніх блоків можна нарощувати, в залежності від потреб замовника. Тобто VRF-система має властивість масштабованості.

3.2 Принцип роботи VRF – системи

Мультизональна система кондиціонування складається з одного або декількох зовнішніх блоків і великої кількості внутрішніх блоків, які можуть бути різних типів і потужності. Зовнішній блок з'єднується з внутрішніми блоками фреоновими магістралями.

Компресор, розташований в зовнішньому блоці VRF системи, стискає фреон, який надходить туди в пароподібному стані. Потім стислий холодоагент трасами подається в теплообмінник, який може бути як з повітряним, так і з водяним охолодженням. Вентилятор обдуває теплообмінник, завдяки чому, фреон охолоджується, переходячи в рідкий стан.

Після цього охолоджений холодоагент (0-15° C) надходить в розгалужувачі – рефнети, де його потік ділиться і фреоновими магістралями подається до внутрішніх блоків системи. Внутрішні блоки мають дросель-клапан, який регулює необхідну кількість фреону в поточний період. Далі холодоагент подається на випарник, який обдувається повітрям, що забирається з приміщення, яке обслуговується. Внаслідок чого фреон кипить і спрямовується в компресор.

Принципова схема роботи VRF системи кондиціонування повітря зображена на рис.3.1

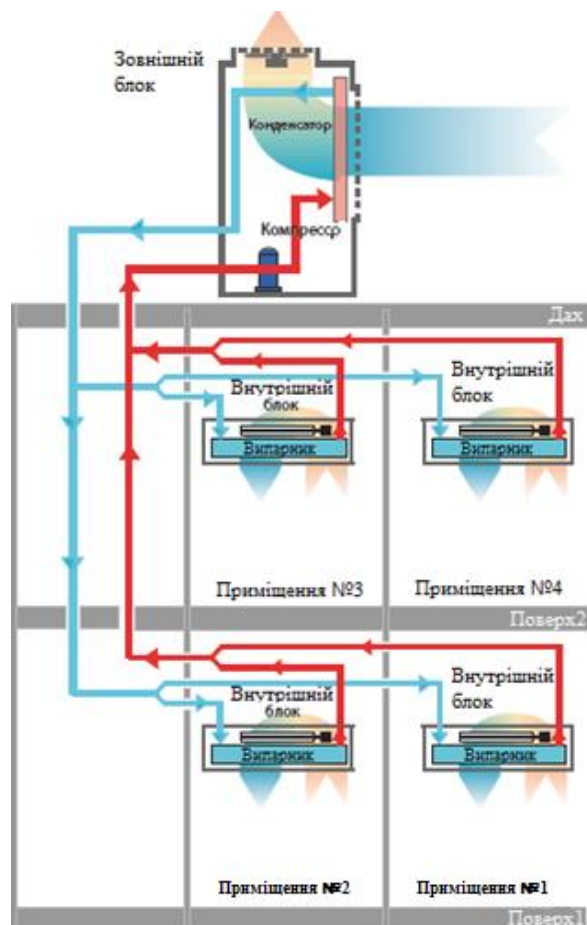


Рисунок 3.1 – Принципова схема роботи VRF системи

Мультизональна система може бути дво- або тритрубна. Двотрубна VRF система може бути застосована для змінного охолодження або підігріву повітря в приміщеннях, а тритрубна

система дає можливість одночасно в одних приміщеннях охолоджувати повітря, а в інших нагрівати його.

3.3 Переваги мультизональної системи кондиціонування

1 Потужність системи може варіюватися від 10 до 400 кВт і більше, завдяки чому обладнання може бути застосовано як для будинку, комерційних приміщень, так і для промислових об'єктів.

2 Довжина фреонових магістралей може становити 1000 м, а перепад висот між зовнішнім блоком системи і внутрішніми блоками до 200 м.

3 VRF системи дуже гнучкі відносно підбору обладнання, тобто, в одній системі можуть використовуватися різні за типом і потужністю внутрішні блоки, припливні установки, повітряні завіси. До того ж, система при необхідності може бути доукомплектована внутрішніми блоками, а вже встановлені блоки можуть підключатися поетапно, в міру необхідності.

4 Мультизональні системи дають можливість регулювати параметри мікроклімату кожного приміщення окремо з високою точністю.

5 Система дозволяє заощаджувати електроенергію, за допомогою утилізації тепла.

6 Обладнання дуже надійне і має тривалий термін експлуатації.

7 Низька вартість обслуговування і експлуатації VRF системи дозволяє окупитися обладнанню найближчим часом.

8 Автоматизовані системи управління мультизональної кондиціонування роблять систему ще більш зручною, безпечною і економічною в процесі експлуатації.

Таким чином, VRF-системи це високоефективні і надійні системи кондиціонування повітря, гнучкі в проектуванні і прості в обслуговуванні. Завдяки всім перевагам мультизональні системи широко застосовуються в комерційному та промисловому кондиціуванні.

3.4 Загальні рекомендації до проектування системи кондиціонування

Для визначення типу і приблизного конструктивного виконання системи, необхідно пам'ятати про деякі правила, які продовжать термін служби VRF-системи і роблять її експлуатацію простою та зручною.

1 Найкраще проектувати малі і середні системи. Трубопроводи систем повинні мати мінімальну довжину для досягнення максимальної продуктивності.

2 Мінімізування кількості внутрішніх блоків. Для рекомендованої і максимальної кількості внутрішніх блоків існують різні обмеження по довжині трас. Краще використовувати блоки однаковою продуктивності. Це забезпечує рівномірне розподілення холодоагенту в системі і зменшує втрати тиску в системі.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Краще проектувати одну систему на одному поверсі, тобто мінімізувати перепад висоти між внутрішніми блоками.

5 Великі приміщення з періодичним навантаженням (наприклад, зали нарад) краще проектувати як окремі системи.

6 Приміщення з інтенсивними тепловиділеннями (наприклад, дата-центр, приміщення колл-центру і т.д.) також краще проектувати окремими системами.

7 Приміщення з необхідністю постійного охолодження (наприклад, VIP-кімнати і зали) рекомендується проектувати з резервуванням і поділом на дві незалежні системи

3.5 Вибір і розміщення внутрішніх блоків системи кондиціонування

Після визначення теплових надходження в кожне приміщення, що можна розрахувати різними способами (більш докладними і спрощеними, які використовують для швидкого попереднього розрахунку системи), необхідно визначити тип і продуктивність внутрішнього блоку. Продуктивність блоку залежить від температури внутрішнього повітря і від рівня вологості в приміщенні.

Для визначення повної продуктивності блоку $Q_{пов}^{нут}$, Вт за формулою 3.1, в розрахункових умовах можна скористатися таблицею для даного типу блоків, або скорегувати потужність за графіком, рис.3.2.

$$Q_{пов}^{нут} = Q_{ном} \cdot k, \quad (3.1)$$

де k – коефіцієнт корекції холодопродуктивності.



Рисунок 3.2 – Графік залежності корекції продуктивності від температури мокрого термометра

Важливо пам'ятати, що продуктивність внутрішніх блоків в каталозі вказується при номінальних умовах + 27 °C і 50% відносної вологості, тобто при температурі вологого термометра рівній + 19 °C.

Наприклад, при температурі в приміщенні +22 °C і вологості 50%, температура вологого термометра становить +15,4 °C. Тоді продуктивність блоку AVC-18UXCSEB (продуктивність за

каталогом $Q_{ном} = 5600$ Вт) складе $Q_{пов}^{внут} = Q_{ном} \cdot 0.91 = 5096$ Вт. І якщо теплові надходження в приміщення будуть більше цієї величини, то блок не зможе досягти цільової температури. Тип внутрішнього блоку слід вибирати, спираючись на геометрію приміщення, деякі рекомендації і особливості установки різних типів внутрішніх блоків.

3.6 Типи внутрішніх блоків

Настінні блоки

Настінні блоки слід розміщувати на висоті не більше 3 метрів, але не менше 2,5 метрів, тому що при більшій висоті установки струмінь охолодженого повітря не зможе досягти нижньої зони приміщення, а при меншій - повітря в робочій зоні буде надмірно переохолоджений. Розміщувати блок необхідно таким чином, щоб струмінь відтинав основний тепловий потік, наприклад, вішати блок ближче до зовнішньої стіни, щоб струмінь був спрямований уздовж зовнішньої стіни, та здував теплові надходження від сонячної радіації. Не розміщувати робочі місця в зоні прямої досяжності струменя, тобто вигідніше встановити блок, щоб він «дув» в прохід між робочими місцями.

Настінний блок забирає повітря верхньою частиною, тобто для нормальної циркуляції повітря від стелі або перешкоди над блоком треба залишати 100 - 150 мм. Приклад розміщення настінного блоку зображений на рис. 3.3

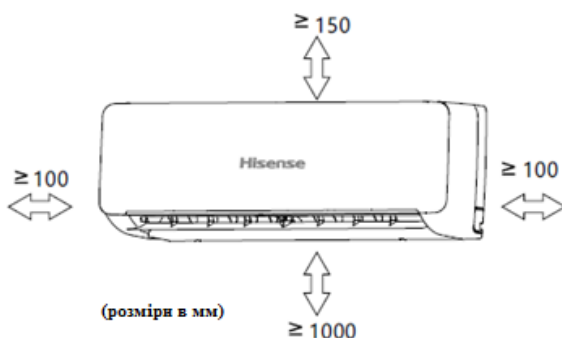


Рисунок 3.3 – Розміщення настінного блоку

Касетні блоки

Касетні блоки абсолютно неефективні при використанні їх на великій висоті установки. На висоті понад 5 – 6 метрів касетний кондиціонер буде охолоджувати тільки верхню зону, не підтримуючи необхідні умови в робочій зоні. Касетні блоки необхідно розташовувати як мінімум в 1,5 м від стіни і в 3 м один від одного. При нехтуванні цих рекомендацій блоки будуть засмоктувати своє же охолоджене повітря, або охолоджене повітря сусіднього блоку, що призведе до встановлення некоректної температури в робочій зоні. Тому необхідно враховувати ці значення при розміщенні групи внутрішніх блоків в одному приміщенні. Приклад розміщення касетних блоків зображено на рис.3.4

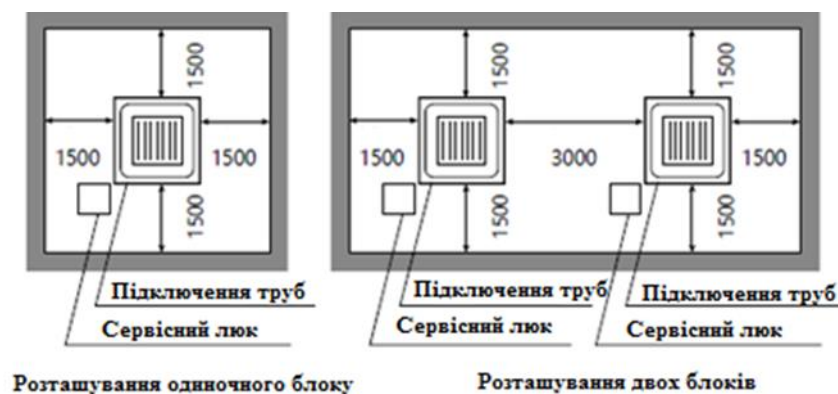


Рисунок 3.4 – Розміщення касетних блоків

Канальні блоки

Для каналних блоків в більшості випадків необхідна мережа трубопроводів для подачі охолодженого повітря в приміщення. Важливо враховувати опір цієї мережі, як на припливній частині, так і на витяжній. Холодопродуктивність каналних блоків в каталозі вказується при певному значенні опору мережі. При збільшенні опору продуктивність блоку падає, її слід визначати за графіком для кожної конкретної моделі. Маючи в своєму розпорядженні припливні і витяжні решітки слід керуватися тими ж правилами, що і для касетних внутрішніх блоків у випадку з 4 – поточними розподільниками. У разі використанні 1 – поточних розподільників, струмін повітря необхідно направляти уздовж стелі, а не вертикально вниз для виключення сильного перепаду температури повітря по висоті приміщення, що обслуговується. Приклад одного та чотирьох каналних блоків зображений на рис. 3.5

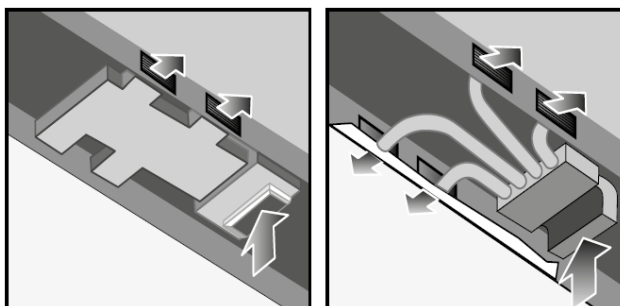


Рисунок 3.5 – Одно та чотирьох каналні блоки

Консольні (підлого-стельові) блоки

Ці блоки володіють потужним струменем охолодженого повітря, який необхідно направляти на відсікання основних тепло надходжень і поза робочої зони. Рекомендації по їх розміщенню багато в чому схожі з рекомендаціями для настінних блоків. Так само не допускаються перешкоди для забору повітря. Даний тип блоків ефективний для охолодження витягнутих приміщень з досить високими стелями. Блоки можна встановити потоками назустріч один одному над проходом поза робочої зони.

Рекомендації по установці інших типів блоків комбінуються з рекомендацій для чотирьох основних типів, описаних вище.

3.7 Визначення кількості та типу внутрішніх блоків

За отриманими розрахунками необхідної холодопродуктивності для кожного основного приміщення, що наведені в табл.2.6, та рекомендаціями щодо вибору типу внутрішніх блоків, що наведені в розділі 3.6, згідно з технічними характеристиками будівлі були обрані блоки касетного типу серії AVC, рис.3.6.



Рисунок 3.6 – Блок касетного тупи серії AVC

Касетні блоки серії AVC мають:

- Сучасний дизайн декоративної панелі;
- Вбудований дренажний насос ($h = 850$ мм);
- Високу енергоефективність;
- Вбудований безшумний ЕРВ;
- Фільтр що легко миється;
- Інтелектуальне управління;

Технічні характеристики касетних блоків AVC наведені в каталозі Hisense [3] та в табл.3.1, згідно з якими необхідно обрати внутрішні блоки для кожного кондиційованого приміщення з відповідною номінальною холодопродуктивністю.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики блоків серії AVC

Модель	Один. Виміру	AVC- 18UXC SEB	AVC- 24UXCS EB	AVC- 30UXCS FB	AVC- 38UXC SFB	AVC- 48UXCS FB	AVC- 54UXC SFB
Продуктивність							
Номінальна холодопрод- уктивність	КВт	5,6	7,1	9,0	11,2	14,2	16,0
Номінальна теплопроду- ктивність	кВт	6,5	8,5	10,0	13,0	16,3	18,0
Електричні характеристики							
Напруга живлення	В/ф/Гц		220-240В/1ф/50Гц				
Потужність вентилятора	Вт	50	60	90	120	150	160
Робочий струм	А	0,27	0,32	0,48	0,59	0,75	0,8
Характеристики							
Габарити	Мм	840x840x248					
Повітряний потік (низ./серед./ висок.)	м³/год	720	900	1200	1440	1500	1620
		840	1020	1380	1680	1740	1920
		960	1200	1560	1920	2040	2220

При підборі кондиціонерів важливо щоб номінальна потужність, що вказана в технічних характеристиках співпадала з розрахованою необхідною холодопродуктивністю або була вище неї. Якщо потужність буде менше, то блок не зможе досягти цільової температури. Спираючись на це були підібрані внутрішні блоки касетного типу для кожного кондиційованого приміщення. Результати підбору зведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Підбір внутрішніх блоків за номінальною продуктивністю

Назва приміщення	$\sum Q$, Вт	$Q_{\text{конд.}}, \text{Вт}$	К-сть	Тип	$Q_{\text{ном.}}, \text{Вт}$	$\sum Q_{\text{ном.}}, \text{Вт}$
Торговий зал	29242	32166,3	6 шт.	AVC-18UXCSEB	5600	33600
Кабінет1	4478,2	4926	1шт.	AVC-17UXCSEB	5000	5000
Кабінет2	3446,6	3791,3	1шт.	AVC-14UXCSEB	4300	4300
Кабінет3	4131,9	4545,1	1шт.	AVC-17UXCSEB	5000	5000
Кабінет 4	3686,4	4055	1шт.	AVC-14UXCSEB	4300	4300
Кабінет 5	8071,5	8878,7	1шт,	AVC-17UXCSEB	5000	9300
			1шт.	AVC-14UXCSEB	4300	
Кабінет 6	1548,4	1703,2	1шт.	AVC-09UXCSEB	2800	2800
Кабінет 7	1971,5	2168,7	1шт.	AVC-09UXCSEB	2800	2800
Конференц-зал	5183,1	5701,4	1шт.	AVC-22UXCSEB	6300	6300
Ресепшн	1600	1760	1шт.	AVC-09UXCSEB -	2800	2800
Кімната прийому їжі	3865,3	4251,8	1шт.	AVC-14UXCSEB -	4300	4300

Для визначення повної продуктивності блоку в розрахункових умовах необхідно скоригувати номінальну потужність обраних блоків визначивши коефіцієнт корекції холодопродуктивності за графіком, рис.3.2

Згідно з технічним завданням температура в приміщенні +22 °С, вологості 50% і відповідно температура вологого термометра становить +15,4 °С, тоді коефіцієнт корекції холодопродуктивності $k = 0,91$. Розраховуємо повну потужність для кожного блоку за формулою 3.1 і скорегуємо підбір.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{пов.}^{AVS-09} = 2800 \cdot 0,91 = 2548 \text{ Вт};$$

$$Q_{пов.}^{AVS-14} = 4300 \cdot 0,91 = 3913 \text{ Вт};$$

$$Q_{пов.}^{AVS-17} = 5000 \cdot 0,91 = 4550 \text{ Вт};$$

$$Q_{пов.}^{AVS-18} = 5600 \cdot 0,91 = 5096 \text{ Вт};$$

$$Q_{пов.}^{AVS-22} = 6300 \cdot 0,91 = 5733 \text{ Вт}.$$

Враховуючи отриману повну продуктивність кожного блоку корегуємо підбір. Остаточні результати підбору внутрішніх блоків зведені в табл.3.3

Як видно з порівняння табл. 3.2 та табл. 3.3, для деяких кімнат з урахуванням повної продуктивності була змінена кількість та модель внутрішніх блоків кондиціонерів . Після того, як визначені продуктивності внутрішніх блоків і місця їх розташування можна переходити до вибору зовнішніх блоків.

3.8 Вибір і розміщення зовнішніх блоків системи кондиціонування

Розрахунок потужності зовнішнього блоку $Q_{зов.}$, Вт повинен проводитися виходячи з умови забезпечення максимальної холодопродуктивності внутрішніх блоків.

$$Q_{зов.} = \sum (Q_{пов.}^{нут} \cdot n) \cdot K, \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт неодночасності;

n – кількість блоків.

Як правило, VRF-системи кондиціонування застосовуються в приміщеннях, де коефіцієнт неодночасності $K < 1$. Тобто в один момент часу працює тільки частина внутрішніх блоків. тому при проектуванні VRF-систем необхідно обирати внутрішні блоки в межах однієї системи з неодночасними максимумом навантажень, наприклад, орієнтовані за різними фасадам будівлі. Такий вибір забезпечує рівномірне завантаження зовнішнього блоку протягом доби і його меншу розрахункову потужності.

Коефіцієнт неодночасності K залежить в першу чергу від теплового режиму будівлі , що зображений на графіку , рис.3.7, але не може бути більше певних величин, що залежать від конструкції VRF-систем. Наприклад, для серії X HISENSE сума номінальних потужностей (індексів) внутрішніх блоків не може бути більше 130% потужності зовнішнього блоку. Тобто в один момент часу працює $\sim 75\%$ внутрішніх блоків. Тому для визначення потужності зовнішнього блоку необхідно знати три величини:

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Підбір внутрішніх блоків зв повною продуктивністю

Назва приміщення	$\sum Q$, Вт	$Q_{\text{конд.}}$, Вт	К-сть	Тип	$Q_{\text{пов.}}$, Вт	$\sum Q_{\text{пов.}}$, Вт
Торговий зал	29242	32166,3	7 шт.	AVC-18UXCSEB	5096	35672
Кабінет1	4478,2	4926	1шт.	AVC-18UXCSEB	5096	5096
Кабінет2	3446,6	3791,3	1шт.	AVC-14UXCSEB	3913	3913
Кабінет3	4131,9	4545,1	1шт.	AVC-17UXCSEB	4550	4550
Кабінет 4	3686,4	4055	1шт.	AVC-17UXCSEB	4550	4550
Кабінет 5	8071,5	8878,7	1шт,	AVC-14UXCSEB	3913	9009
			1шт.	AVC-18UXCSEB	5096	
Кабінет 6	1548,4	1703,2	1шт.	AVC-09UXCSEB	2548	2548
Кабінет 7	1971,5	2168,7	1шт.	AVC-09UXCSEB	2548	2548
Конференц-зал	5183,1	5701,4	1шт.	AVC-22UXCSEB	5733	5733
Ресепшн	1600	1760	1шт.	AVC-09UXCSEB	2548	2548
Кімната прийому їжі	3865,3	4251,8	1шт.	AVC-17UXCSEB	4550	4550

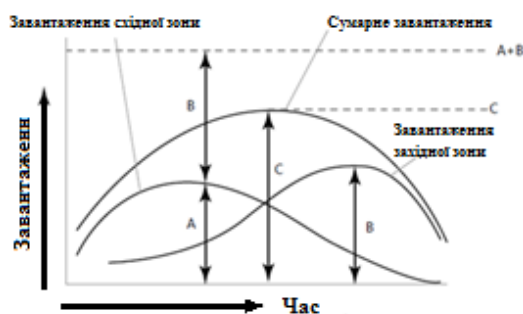


Рисунок 3.7 – Сумарне теплове навантаження від різних фасадів приміщення

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Суму максимального надлишку теплоти обслуговуваних приміщень;
 2 Коефіцієнт неодноразовості теплового навантаження приміщень (характеристики об'єкта кондиціювання);

3 Суму індексів внутрішніх блоків (характеристика системи кондиціювання).

Завантаження зовнішнього блоку може становити:

- 100% ($K = 1$) - офіси з внутрішніми блоками розміщеними по одному фасаду, приміщення однакового об'єму;
- 110 -115% ($K = 0,9 - 0,85$) - офіси з внутрішніми блоками розміщеними по різних фасадам будівлі;
- 120 -125% ($K = 0,85 - 0,8$) - квартири і котеджі.

Продуктивність зовнішнього блоку в каталозі вказується при певній довжині траси, що рівна 7,5 м і при перепаді висот рівним 0 м. При збільшенні довжини магістралей вище номіналу 7,5 м відбувається збільшення гідравлічної характеристики мережі і, відповідно, зменшення витрат фреону в системі. Зовнішній блок зменшує загальну витрату фреону, зберігаючи перепад тиску в системі. Скореговану продуктивність зовнішнього блоку визначають з графіка рис. 3.8

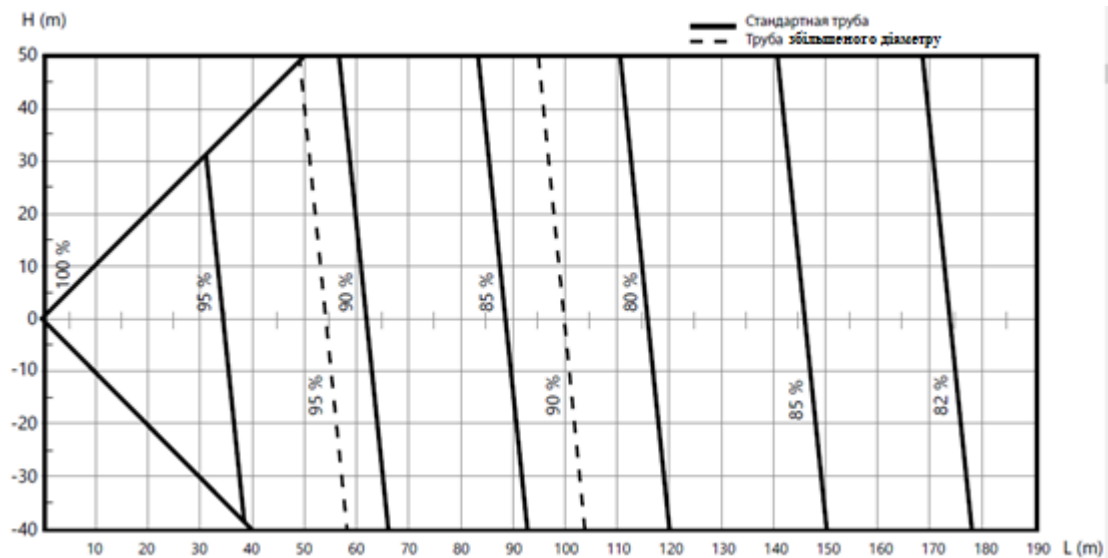


Рисунок 3.8 – Графік визначення продуктивності зовнішнього блоку від еквівалентної довжини трубопроводу.

Зовнішній блок обирається з умови забезпечення максимальної (скорегованої) продуктивності внутрішніх блоків, з урахуванням коефіцієнта неодноразовості і з можливістю корегування продуктивності блоку в залежності від еквівалентної довжини траси до блоку і перепаду висоти.

Спочатку визначається сумарна повна (скорегована) продуктивність внутрішніх блоків з урахуванням коефіцієнта неодноразовості навантаження за формулою 3.2.

Потім визначається повна продуктивність зовнішнього блоку $Q_{пов}^{зовн.}$, Вт з урахуванням коефіцієнта коректування, що залежить від еквівалентної довжини трубопроводу $k_{зов.}$ за графіком 3.8:

$$Q_{кор}^{зовн} = Q_{ном}^{зовн} \cdot k_{зовн}, \quad (3.3)$$

Отримана величина $Q_{пов}^{зовн}$ повинна бути більше або дорівнювати $Q_{сум}$. Тільки в такому випадку зовнішній блок зможе забезпечити потребу внутрішніх блоків в холоді в будь-який момент часу, тобто система буде виконувати своє завдання.

Також необхідно перевірити суму індексів внутрішніх блоків та зовнішнього блоку. Якщо відношення індексів буде більше 130%, то система не запуститься.

$$\frac{\text{Сума індексів внутрішніх блоків}}{\text{Індекс зовнішнього блоку}} \times 100\% \leq 130\% \quad (3.4)$$

При визначенні серії зовнішніх блоків необхідно спиратися на існуючі обмеження по числу підключених блоків і допустимі перепади висот і довжини трас. Детально ця інформацію наведена в каталозі HISENSE [3].

При розміщенні зовнішнього блоку для початку необхідно визначити конфігурацію системи, тобто розташування внутрішніх блоків, трубопроводів і трійників один щодо одного. На конфігурацію VRF-системи в залежності від серії накладаються досить серйозні обмеження [3]:

1 Максимальна довжина рідинних трубопроводів від зовнішнього блоку до самого віддаленого внутрішнього – від 100 до 165 м.

2 Максимальна сумарна довжина всіх рідинних трубопроводів в системі – від 300 до 1000 м.

3 Максимальна довжина трубопроводів від першого трійника до найвіддаленішого внутрішнього блоку – від 40 до 90 м.

4 Максимальний перепад висот від зовнішнього блоку до самого віддаленого (по вертикалі) внутрішнього блока – від 30 до 110 м.

5 Максимальний перепад висот між найбільш віддаленими (по вертикалі) внутрішніми блоками – від 15 до 30 м.

3 точки зору розташування зовнішніх блоків існують три основні варіанти:

1 Розташування зовнішніх блоків на рівні нижньої частини будівлі поруч з нею.

2 Розташування зовнішніх блоків на даху будівлі.

3 По-поверхове розташування зовнішніх блоків на спеціальних балконах (технічних поверхах).

Розташування на рівні нижчій частини будівлі має такі недоліки:

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Холодоагент піднімається від зовнішнього блоку до внутрішніх блоків у рідкому стані, а повертається назад у вигляді газу. Отже, зовнішній блок як би постійно бореться з гідростатичним тиском рідкого фреону. Виникають додаткові втрати потужності зовнішнього блоку і знижується термін його експлуатації.

2 Шум від зовнішнього блоку потрапляє безпосередньо в зону перебування людей. Причому поряд з блоком рівень шуму набагато більше за рахунок звуку, відбитого від оточуючих стін. Можуть бути проблеми з жителями навколишніх будинків.

3 Трубопроводи довгі, відповідно великі гідравлічні втрати по довжині.

На відміну від першого способу розташування зовнішніх блоків розміщення на даху має такі переваги:

1 З точки зору фреону: рідкий холодоагент самопливом опускається вниз, тому немає втрат по висоті в режимі охолодження, відповідно зовнішні блоки матимуть більший термін експлуатації.

2 Рівень шуму значно менше, тому що звук від зовнішніх блоків відбивається від покрівлі і йде вгору.

Недолік розташування на даху є довгі трубопроводи та великі гідравлічні втрати по довжині.

По-поверхове розташування зовнішніх блоків має багато переваг та вимог які необхідно обов'язково виконувати. З точки зору фреонового контуру воно є ідеальним так як тепле повітря від зовнішнього блоку викидається через ґрати на фасад будівлі за допомогою повітропроводу. Або ж зовнішні блоки встановлюються на балконах або на спеціально відведених майданчиках з дотриманням рекомендованих відстаней по установці.

Зовнішній блок повинен мати достатній простір з усіх боків для обдування повітрям і для видалення гарячого повітря. Не допускається розташування перешкод над зовнішнім блоком (або перед ним в разі фронтального видування повітря), тому що виникне «теплове кільце», блок почне засмоктувати власне гаряче повітря. Температура припливного повітря зросте до $+43^{\circ}\text{C}$, і блок зупиниться.

У даній ситуації необхідно забезпечити відведення гарячого повітря від блоку, наприклад, за допомогою короба-повітропроводу. З'єднання повітропроводу і блоку має відбуватися через гнучку вставку. Рекомендована швидкість руху повітря в коробі становить $4,5 - 6 \text{ м / с}$.

При використанні декількох зовнішніх блоків забороняється відведення гарячого повітря єдиним коробом, кожен зовнішній блок повинен бути оснащений окремим повітропроводом. Пов'язано це з тим, що в разі відключення одного з блоків, гаряче повітря сусіднього блоку може

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

не доходити до вулиці, а потрапляти через вентилятор неробочого блоку назад в область забору повітря.

При використанні жалюзі для закриття отворів забору повітря забороняється використання жалюзі, що захищають від погодних умов, тому що це може привести до недостатньої витрати зовнішнього повітря і неефективного охолодження з зовнішнього блоку. Площа живого перетину захисного огороження повинна бути більше 80%. Швидкість повітря в перетині повітрозбірника не повинна перевищувати 1,6 м / с (1 м / с для блоків з фронтальним видуванням повітря). Площа забору повітря повинна бути в 3 – 4 рази більше площі викиду повітря.

Також до переваг даного способу розташування відносять:

1 Мінімальна довжина трубопроводів, отже, мінімальні втрати потужності зовнішнього-го блоку.

2 Нульовий перепад висот, отже, ідеальні умови повернення масла в компресор.

3 Так як необхідна довжина трубопроводів невелика, можна застосовувати міні-VRF-системи, у яких вартість кіловата холоду мінімальна.

3.9 Визначення кількості та типу зовнішніх блоків

За результатами розрахунків теплових надходжень в розділі 2 визначаємо сумарну скореговану продуктивність внутрішніх блоків з урахуванням коефіцієнта неодноразовості навантаження за формулою 3.2. Згідно з технічним завданням в офісі внутрішні блоки розташовані по різних фасадам будівлі. Завантаження зовнішнього блоку складає 115%, відповідно коефіцієнт неодноразовості $K = 0,85$.

$$Q_{\text{зов.}} = ((2548 \cdot 3) + (3913 \cdot 2) + (4550 \cdot 3) + (5096 \cdot 9) + (5733 \cdot 1)) \cdot 0,85 = 68609,5 \text{ Вт}$$

За отриманою необхідною продуктивністю зовнішнього блоку, та рекомендаціями щодо вибору типу зовнішніх блоків, що наведені в [3], згідно з технічними характеристиками будівлі був обраний блоки серії X, рис.3.9.



Рисунок 3.9 – Зовнішній блок серії X

Сучасна серія X зовнішніх блоків VRF-систем Hisense поєднує в собі останні сучасні тенденції для даного типу обладнання. Для X серії був спроектований новий теплообмінник, а основною відмінністю в холодильному контурі стало використання одного інверторного компресора в кожному зовнішньому блоці.

Це дозволило досягти високих характеристик енергоефективності, зменшити масу і займану установчу площу, а також підвищити надійність системи при поєднанні зовнішніх блоків. Вбудована система сепарації та вирівнювання масла виключає масляне голодування компресора, а DC-інверторний вентилятор з плавним регулюванням швидкості обертання забезпечує точне підтримання величини переохолодження у відповідності з поточними потребами системи і змінюються температурними умовами.

Технічні характеристики зовнішніх блоків X серії наведені в каталозі Hisense [3] та в табл.3.4, згідно з якими необхідно обрати блок з відповідною номінальною холодопродуктивністю.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики зовнішнього блоку серії X

Модель	Один. Виміру	AVWT- 76UESR X	AVWT- 96UESR X	AVWT- 114UESS X	AVWT- 136UESS X	AVWT- 154UESS X
Продуктивність						
Номінальна холодопродук- тивність	кВт	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0
Номінальна теплопродук- тивність	кВт	25,0	31,5	37,5	45,0	50,0
Електричні характеристики						
Напруга живлення	В/ф/ Гц	380~415В/3ф/50Hz				
Макс. спо- живана по- тужність, охл.	кВт	4,79	6,59	7,85	10,08	11,94
EER		4,68	4,25	4,27	3,97	3,77
Макс. Споживана потужність, нагр.	кВт	5,21	6,92	8,05	10,16	11,31
COP		4,8	4,55	4,66	4,43	4,42
Макс.струм (охо./нагр.)	А	16,1/16, 1	17/17	23/23	28/28	31/31
Характеристики						
Габарити	Мм	1 720 x 950 x 765				
Повітряний потік (низ./серед./в исок.)	м³/год	9300	10200	10500	11400	11400

Обираємо 2 зовнішніх блоки AVWT-154UESSX та AVWT-114UESSX номінальною потужністю 45 кВт і 33,5кВт відповідно. Потім необхідно визначити продуктивність зовнішнього блоку з урахуванням коефіцієнта коректування, що залежить від еквівалентної довжини трубопроводу $k_{зов.}$ за графіком 3.8 та формулою 3.3.

Виходячи з відомих розмірів будівлі приймаємо довжину траси 25,5 м і перепад висоти 5,4 м, відповідно коефіцієнт корегування складатиме $k_{зов}=1$.

$$Q_{кор}^{зовн} = 78500 \cdot 1 = 78500 \text{ Вт}$$

Отримана величина $Q_{кор}^{зовн}$ більше $Q_{сум}$, зовнішній блок зможе забезпечити потребу внутрішніх блоків в холоді в будь-який момент часу.

Останнім кроком є перевірка відношення суми індексів внутрішніх блоків та зовнішніх за співвідношенням 3.4.

$$\frac{(9 \cdot 3) + (14 \cdot 2) + (17 \cdot 3) + (18 \cdot 9) + (22 \cdot 1)}{154 + 114} \cdot 100 = 108,2 \leq 130 \%$$

Отже, зовнішні блоки підібрані правильно і система буде працювати. Корекція вибору можлива при подальшому розрахунку трубопроводів системи кондиціонування.

Якщо розраховувати зовнішні блоки за встановленою потужністю внутрішніх блоків, то для обраних зовнішніх блоків потужність яких складає 78,5кВт завантаженість складатиме $113\% < 130\%$, що задовольняє умовам проектування.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

4 РОЗРАХУНОК ДІАМЕТРІВ ТА ТРАСУВАННЯ ФРЕОНОПРОВОДУ

4.1 Особливості прокладання фреоноводів.

Порівнюючи конфігурацію VRF-систем з більш простими і зрозумілими системами водяного опалення, потрібно відзначити різний підхід до обв'язки внутрішніх блоків трубопроводами. Приклад рекомендованої обв'язки внутрішніх блоків зображено на рис.4.1.

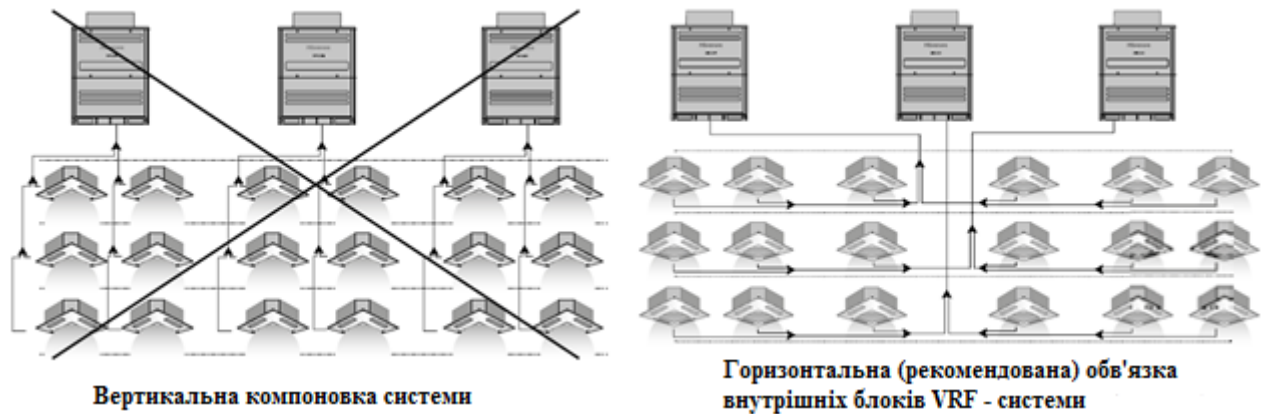


Рисунок 4.1 – Обв'язка внутрішніх блоків VRF – системи

Для VRF-систем характерна горизонтальна обв'язка внутрішніх блоків, а для систем водяного опалення - переважно вертикальні колекторні трубопроводи. Ця різниця пояснюється різним фазовим складом енергоносія. Вода в системах опалення - це завжди рідина з приблизно однаковою щільністю. Фреон же на вході у внутрішній блок – це рідина (на великих довжинах трубопроводів – суміш рідини і газу), а на виході з внутрішнього блоку – газ . Тому для VRF-систем є обов'язковим рівномірне надходження потоків у внутрішні блоки.

При великій різниці висоти між внутрішніми блоками, холодоагент надходить до них нерівномірно, і може провокуватися ситуація, коли нижні внутрішні блоки будуть працювати на холод значно краще, ніж верхні. Робити великий (більше 15 метрів) перепад між внутрішніми блоками можливо, але тоді потрібно приймати продуктивність зовнішнього блоку рівну продуктивності внутрішніх. По-фасадна обв'язка внутрішніх блоків – це коли внутрішні блоки приміщень по одному фасаду будівлі з'єднуються фреоноводом з одним зовнішнім блоком. А приміщення по іншому фасаду – з іншим зовнішнім блоком.

Існує думка, що в перехідний період року виникне необхідність використання двох режимів роботи (тепло або холод) в приміщеннях по різних фасадах будівлі. Однак на практиці це не підтверджується. Тому рекомендується змішана обв'язка внутрішніх блоків, щоб в межах однієї системи працювали блоки з різними температурними режимами. Переваги такої обв'язки наступні:

1 Реалізується принцип багатозональності VRF-систем. Вранці сонячна радіація гріє східний фасад будівлі, і велика частина холодоагенту подається туди. У другій половині дня

гріється вже західний фасад, і система перерозподіляє фреон по-новому. В результаті сумарна витрата фреону значно знижується і можна підібрати зовнішній блок меншої потужності.

2 Зменшується витрата міді на обв'язку внутрішніх блоків (немає двох паралельних гілок).

3 Навантаження зовнішнього блоку більш рівномірне в часі, без стрибків.

Приклад фасадної та змішаної обв'язки внутрішніх блоків фреопроводом зображено на рис.4.2



Рисунок 4.2 – Змішана та фасадна обв'язка фреопроводом

При прокладці фреопровода по приміщенню необхідно брати до уваги деякі обмеження, щодо розташування розгалужень і конфігурації траси:

1 Ділянки траси повинні мати найменшу довжину.

2 Не використовувати непотрібні розгалуження фреопроводів. Схема відгалуження від рефнету до рефнету і блоку більш доцільна, ніж схема від рефнету на два інших рефнети. Для подальшого використання введемо поняття головний рефнет – це рефнет, відгалуження від якого відбувається на два інших рефнети, рис.4.3

3 При віддаленні внутрішнього блоку на відстань від 41 м до 90 м допускається застосування тільки двох головних рефнетів. При видаленні блоку менш, ніж на 40 метрів число головних рефнетів не обмежене, рис. 4.3.

4 При віддаленні внутрішнього блоку на відстань від 41 м до 90 м допускається розподіл навантаження між плечами в співвідношенні 40%- 60% після першого головного рефнета. При видаленні блоку менш, ніж на 40 метрів пропорції не регламентуються, рис. 4.3.

5 Існує дві величини: рекомендована і максимальна кількість підключених блоків. Обмеження по довжині ділянок траси залежать від кількості підключених внутрішніх блоків. Схема підключення внутрішніх блоків зображена на рис 4.4, а допустимі значення довжини трубопроводів зведені в таблицю 4.1

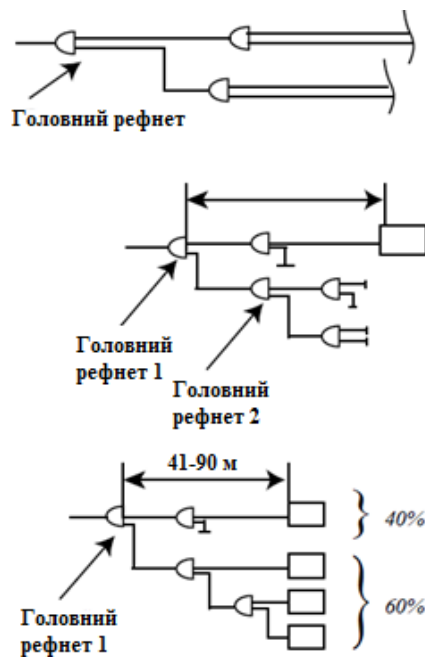


Рисунок 4.3 – Приклад розташування головних рефнетів

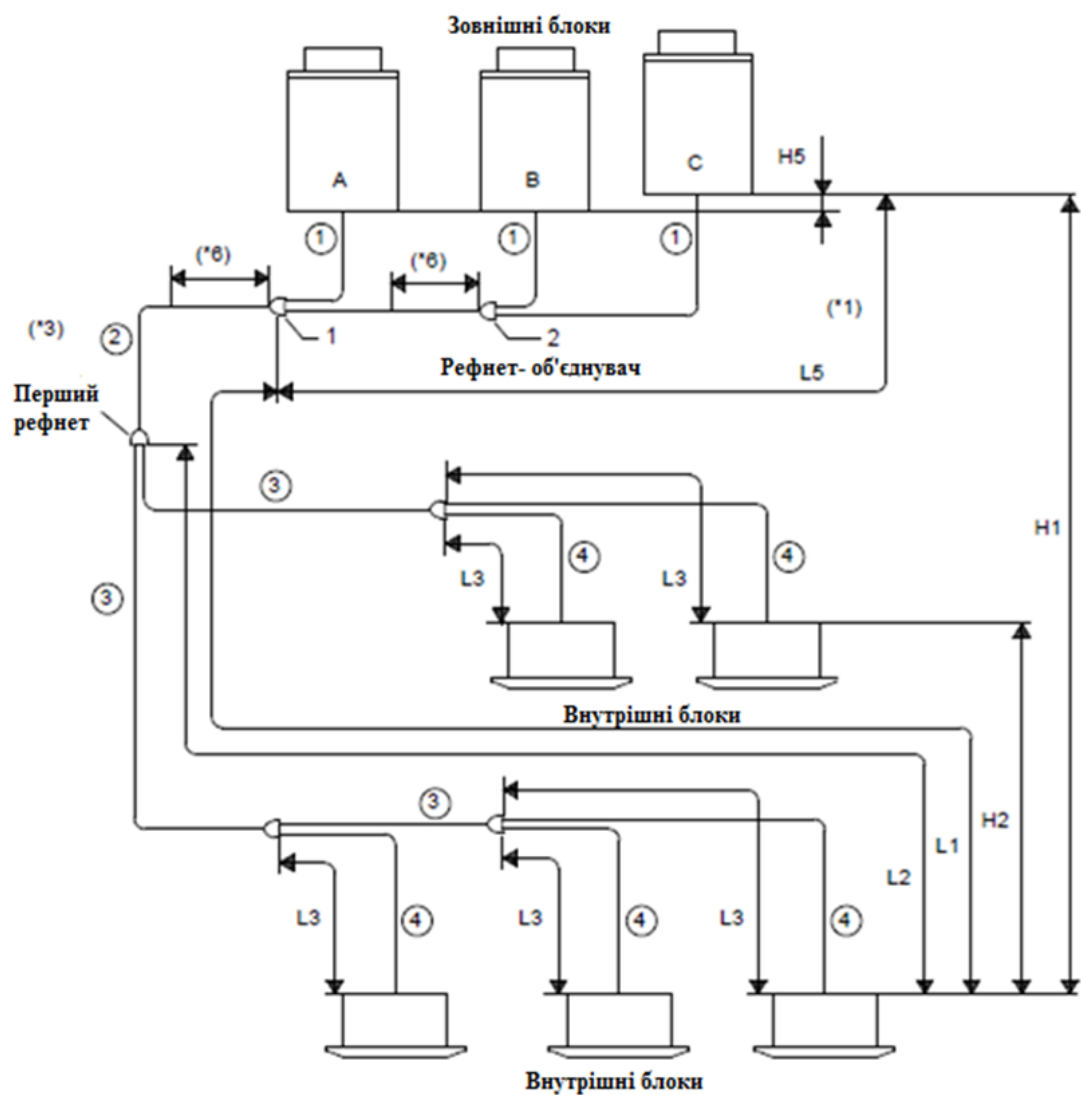


Рисунок 4.4 – Схема підключення внутрішніх блоків

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТП 61 02 002 ПЗ

Арк.

41

Таблиця 4.1 – Допустимі значення довжин трубопроводів

Найменування		Позначення	Менше рекомендованої кількості внутрішніх блоків	Більше рекомендованої кількості внутрішніх блоків
Сумарна довжина траси, м			<1000	<300
Максимальна довжина ділянки, м	Фактична довжина, м	L1	<165	<165
	Еквівал. довжина, м		<190	<190
Макс. відстань від першого рефнету до найвіддаленішого блоку, м		L2	<90	<40
Макс. відстань від рефнету до блоку, м		L3	<40	<40
Відстань від рефнету до кожного зовнішнього блоку, м		L5	<10	<10
Перепад висот, м	З.Б. вище	H1	<50 (70*)	<50 (70*)
	З.Б. нижче		<40 (90*)	<40 (90*)
Перепад між внутрішніми блоками, м		H2	<15 (30*)	<15 (30*)
Перепад між зовнішніми блоками, м		H5	<0,1	<0,1

* Після узгодження з заводом-виробником

6 Відстань між рефнетами та поворотами має бути більшою 800 мм, а відстань між рефнетом і першим поворотом має бути не менше 800 мм. Такі обмеження забезпечують зменшення гідравлічного опору, вірогідність виникнення турбулентного потоку і скипання холодоагенту в трубопроводі.

7 Рефнет на горизонтальній ділянці траси повинен розташовуватися горизонтально в межах допустимих відхилень $\pm 15^\circ$. Вертикальне розміщення рефнета на горизонтальних ділянках не допускається, а на вертикальній ділянці траси він повинен розташовуватися вертикально, величина повороту щодо осі траси не регламентується.

8 При прокладанні трубопроводів до групи зовнішніх блоків необхідно враховувати те, що магістраль та розгалужувачі повинні розташовуватися нижче рівня блоків, якщо вони проходять вище (наприклад, блоки стоять на землі), необхідно організувати масляні пастки і піднімати трасу не відстань не більше 300 мм від нижнього рівня блоків. Це необхідно враховувати при організації сервісних зон. Висота масляної пастки повинна становити не менше 200 мм.

4.2 Методика розрахунку діаметрів трубопроводів

Після того, як визначена структура фреонової траси з урахуванням всіх обмежень і рекомендацій, можна розраховувати діаметри трубопроводів. Найпростіший і швидший спосіб скористатися програмою підбору. Також можна скористатися ручним розрахунком діаметрів труб і розмірів рефнетів.

Переріз трубопроводу залежить від продуктивності підключених блоків. Найпростіше представити дані у вигляді таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Моделі рефнетів в залежності від продуктивності зовнішнього блоку

Потужність зовнішнього блоку , кВт (кБТЕ/ч)	Модель рефнета
22,3 – 28,2 (76...96)	Y-1
33,4 – 45,1 (144...154)	Y-2
50,4 – 67,1 (172...229)	Y-2
73,3 – 134,8 (250...460)	Y-3

Перший рефнет після зовнішнього блоку вибирається згідно потужності зовнішнього блоку. Далі підсумовуються індекси внутрішніх блоків, розташованих після першого рефнету, і в залежності від цієї величини визначається діаметр труб і наступні рефнети. Залежність діаметрів від суми індексів блоків показані в табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Залежність діаметрів від суми індексів внутрішніх блоків

Сума індексів внутрішніх блоків	Газова труба, мм	Рідинна труба, мм	Модель рефнету
Менше 57	15,88	9,53	Y-1
57.. 86	19,05	9,53	
86...114	22,2	9,53	
114...154	25,4	12,7	Y-2
154...172	28,6	12,7	
172...250	28,6	15,88	
250...343	31,75	19,05	Y-3
Більше 343	38,1	19,05	

Іноді зручніше починати розрахунок з кінця системи, поступово збільшуючи суму індексів блоків.

Траса до внутрішніх блоків ведеться діаметрами підключення цих блоків, табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Діаметри підключення внутрішніх блоків

Внутрішні блоки (індекси)	Газова труба, мм	Рідинна труба, мм
07...14	12,7	6,35*
17...18	15,88	6,35*
22...54	15,88	9,53
76	19,05	9,53
96	22,2	9,53

* - При віддаленні внутрішнього блоку більше ніж на 15 м від рефнета, рідинна труба повинна бути діаметром 9,53мм і підключатися до блоку через перехідник.

Траса від зовнішнього блоку до першого рефнете ведеться діаметром підключення цього зовнішнього блоку (або групи блоків), табл.4.5

Таблиця – 4.5 Діаметри підключення зовнішніх блоків

Потужність зовнішнього блоку, кВт (кБТЕ/ч)	Газова труба, мм	Рідинна труба, мм
22,3 (76)	19,05	9,53
28,1 (96)	22,2	9,53
33,4 (114)	25,4	12,7
39,9 (136)		
45,1 (154)	28,6	12,7
50,4 (172)	28,6	15,88
55,7 (190)		
61,5 (210)		
67,1 (229)		
73,3 (250)	31,75	19,05
78,5 (268)		
85 (290)		
90 (307)		
95 (324)		
100 (343)	38,1	19,05
118,4 (365)		
123,1 (386)		
130,1 (404)		

4.3 Розрахунок діаметрів трубопроводів

За отриманими результатами підбору внутрішніх і зовнішніх блоків в розділах 3.7 і 3.9 та архітектурними планами першого та другого поверху будівлі, а також за рекомендаціями, щодо розміщення блоків, що наведені вище, було створене схематичне зображення системи трубопроводів (рис.4.5). Розміщено внутрішні блоки в основних приміщеннях та зовнішні блоки на даху будівлі.

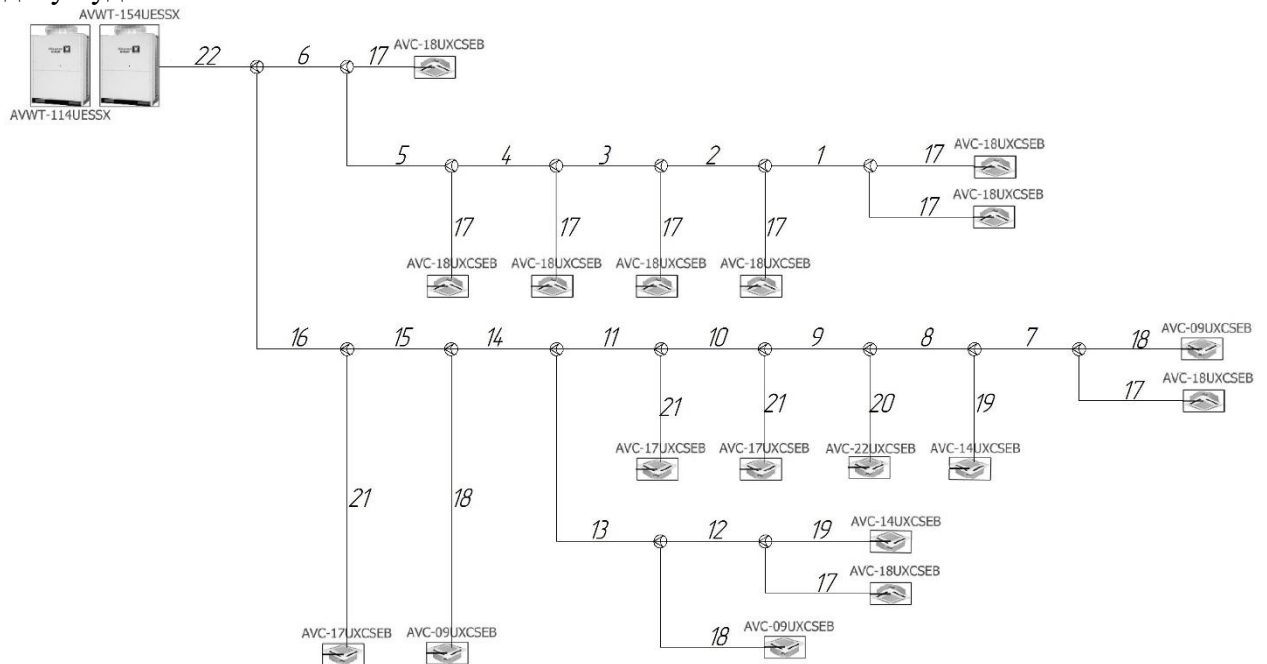


Рисунок 4.5 – Схематичне зображення системи трубопроводів

Зовнішні блоки мають продуктивність 78,5 кВт, отже за табл.4.5 ділянка від зовнішніх блоків до першого рефнету (22) матиме діаметри 31,75 / 19,05. Перший рефнет по табл. 4.2 для цього блоку: Y-3. Потім, як вказано вище, зручно розраховувати трасу з кінця, тобто на ділянці (1) сума індексів блоків дорівнює $18 + 18 = 36$, згідно з табл.4.3, це значення потрапляє в діапазон – менше 57, відповідно діаметр цієї ділянки буде 15,88/9,53. Далі, ділянки від рефнетів до внутрішніх блоків прокладаються діаметром підключення цих блоків згідно табл.4.4. Відповідно для ділянок (21-25) ми отримуємо такі діаметри:

- ділянка (17) – індекс підключених внутрішніх блоків 18, отже, діаметри 15,88/6,35;
- ділянка (18) – індекс підключених внутрішніх блоків 09, отже, діаметри 12,7/6,35;
- ділянка (19) – індекс підключених внутрішніх блоків 14, отже, діаметри 12,7/6,35;
- ділянка (20) – індекс підключених внутрішніх блоків 22, отже, діаметри 15,88/9,53;
- ділянка (21) – індекс підключених внутрішніх блоків 17, отже, діаметри 15,88/6,35;

Аналогічно визначенню діаметрів для ділянки (1) визначаємо всі інші діаметри.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для ділянки(2): $36 + 18 = 54 \rightarrow$ менше 57, отже труби будуть 15,88/9,53.

Для ділянки (3): $54 + 18 = 72 \rightarrow 57 \dots 86$, отже труби будуть 19,05/9,53.

Для ділянки (4): $72 + 18 = 90 \rightarrow 86 \dots 114$, отже труби будуть 22,2/9,53.

Для ділянки (5): $90 + 18 = 108 \rightarrow 86 \dots 114$, отже труби будуть 22,2/9,53.

Для ділянки (6): $108 + 18 = 126 \rightarrow 114 \dots 154$, отже труби будуть 25,4/12,7.

Для ділянки (7): $9 + 18 = 27 \rightarrow$ менше 57, отже труби будуть 15,88/9,53.

Для ділянки (8): $27 + 14 = 41 \rightarrow$ менше 57, отже труби будуть 15,88/9,53.

Для ділянки (9): $41 + 22 = 63 \rightarrow 57 \dots 86$, отже труби будуть 19,05/9,53.

Для ділянки(10): $63 + 17 = 80 \rightarrow 57 \dots 86$, отже труби будуть 19,05/9,53.

Для ділянки (11): $80 + 17 = 97 \rightarrow 86 \dots 114$, отже труби будуть 22,2/9,53..

Для ділянки (12): $14 + 18 = 32 \rightarrow$ менше 57, отже труби будуть 15,88/9,53.

Для ділянки (13): $32 + 9 = 41 \rightarrow$ менше 57, отже труби будуть 15,88/9,53.

Для ділянки (14): $41 + 86 = 127 \rightarrow 114 \dots 154$, отже труби будуть 25,4/12,7.

Для ділянки (15): $114 + 9 = 136 \rightarrow 114 \dots 154$, отже труби будуть 25,4/12,7.

Для ділянки (16): $136 + 17 = 153 \rightarrow 114 \dots 154$, отже труби будуть 25,4/12,7.

Розмір рефнетів визначається сумою індексів блоків після кожного рефнета згідно табл.

4.3.

Для ділянок (17), (17) сума індексів = 36, рефнет Y-1.

Для ділянок (1), (17) сума індексів = 54, рефнет Y-1.

Для ділянок (2), (17) сума індексів = 72, рефнет Y-1.

Для ділянок (3), (17) сума індексів = 90, рефнет Y-1.

Для ділянок (4), (17) сума індексів = 108, рефнет Y-1.

Для ділянок (5), (17) сума індексів = 126, рефнет Y-2.

Для ділянок (6), (16) рефнет обирається за зовнішнім блоком Y-3.

Для ділянок (18), (17) сума індексів = 27, рефнет Y-1.

Для ділянок (7), (19) сума індексів = 41, рефнет Y-1.

Для ділянок (8), (20) сума індексів = 63, рефнет Y-1.

Для ділянок (9), (21) сума індексів = 80, рефнет Y-1.

Для ділянок (10), (21) сума індексів = 97, рефнет Y-1.

Для ділянок (19), (17) сума індексів = 32, рефнет Y-1.

Для ділянок (12), (18) сума індексів = 41, рефнет Y-1.

Для ділянок (11), (13) сума індексів = 138, рефнет Y-2.

Для ділянок (14), (18) сума індексів = 147, рефнет Y-2.

Для ділянок (15), (21) сума індексів = 164, рефнет Y-2.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Визначення довжин трубопроводу

Рекомендована кількість підключення внутрішніх блоків для зовнішнього блоку AVWT-154UESSX – 26 шт., AVWT-114UESSX – 19 шт., отже, максимальна рекомендована кількість внутрішніх блоків складає 45 шт.

Для забезпечення комфортних умов адміністративно-виробничої будівлі було встановлено 18 внутрішні блоки, отже, кількість блоків не перевищує рекомендовану, тому ми повинні вибрати обмеження по довжинам трубопроводу в відповідності табл.4.1.

Всі рекомендації були враховані при проектуванні системи кондиціонування та складанні принципової схеми. Схематичне зображення відповідних обмежень зображені на рис.4.6.

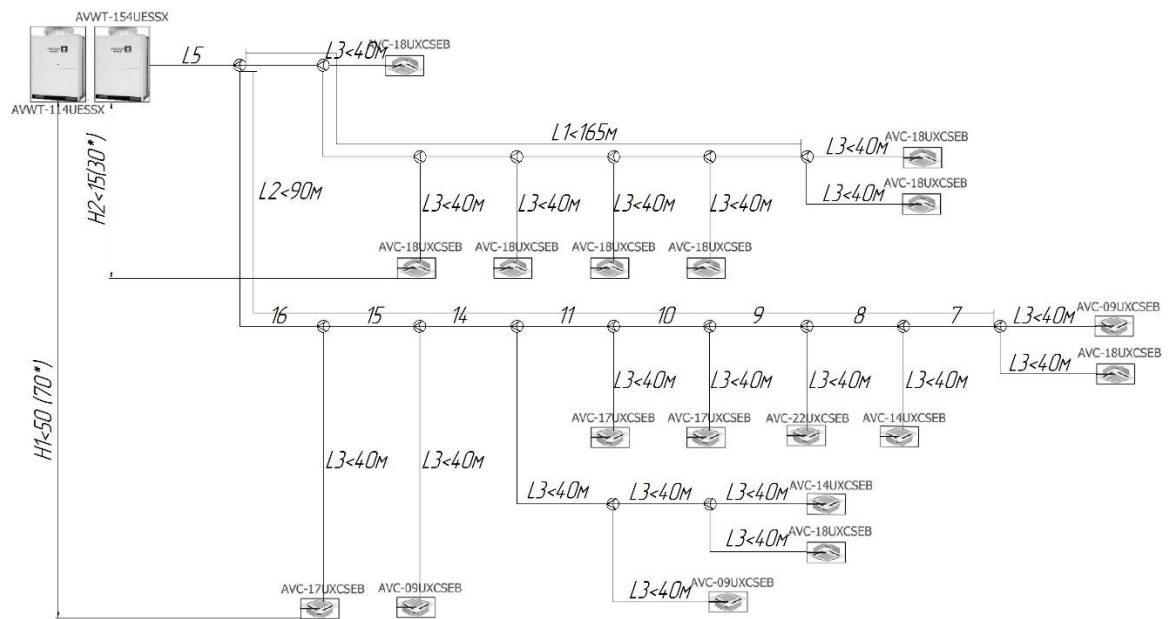


Рисунок 4.6 – Схематичне зображення обмежень по довжині трубопроводу.

5 РОЗРОБКА ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ

Процес охолодження повітря в VRF-системах комфортного кондиціонування відбувається з випаданням конденсату, тому розташувати блок в приміщенні і підвести до нього фреоновідвід – це ще не вся задача. Дуже важливо відвести від блоку утворений конденсат.

5.1 Визначення кількості конденсату

Для початку розраховуючи системи кондиціонування необхідно визначити кількість води, яка здатна утворитися на внутрішньому блоці для визначення діаметра відповідного трубопроводу, його трасування і ухилу.

Комфортне кондиціонування повітря спрямоване на підтримку в помешканні оптимальних параметрів внутрішнього повітря, які обмежені діапазонами значень по температурі 20 - 25 ° С, по відносній вологості 30 - 60%. Таким чином, точка, що відповідає параметрам внутрішнього повітря, може знаходитися в будь-якій області обмеженої точками 1 – 2 – 3 – 4 h-d діаграми, що зображена на рис.5.1. Процес охолодження внутрішнього повітря супроводжується, з одного боку, зниженням його температури (явна теплота), а з іншого боку, зниженням його вологості (прихована теплота). Чим більше відношення прихованої теплоти до явної, в процесі охолодження, тим більша кількість вологи виділиться з повітря при однаковій потужності.

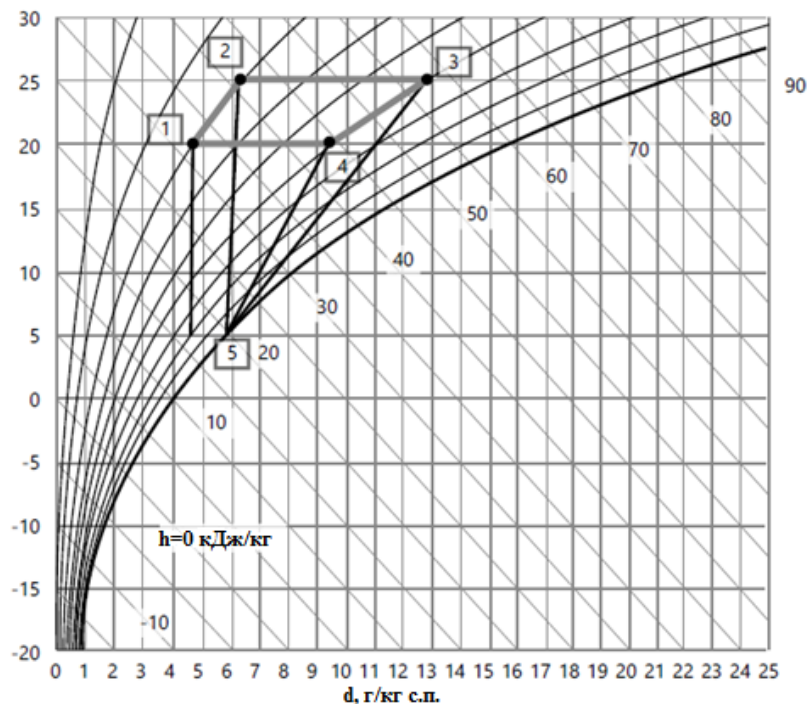


Рисунок 5.1 – Процес обробки повітря влітку в системі кондиціонування зображений в h-d діаграмі

Температура кипіння фреону у внутрішньому блоці приблизно +5 °. Тому ми можемо побудувати чотири процеси охолодження з точок 1 ÷ 4 до точки 5 – перетину ліній температури кипіння холодоагенту і 100% вологості. З усіх чотирьох ліній найбільшим нахилом володіє лінія

3 – 5, отже, саме цей процес супроводжується найбільшим виділеннями вологи на одиницю потужності кондиціонера.

Для того щоб визначити кількість вологи, що виділилась, необхідно знайти кінцеву точку процесу охолодження.

Кількість виділеної вологи M , г / (год × кВт) можна визначити за формулою:

$$M = L_{\text{пит.}} \cdot \rho \cdot (d_1 - d_2) \quad (5.1.)$$

де $L_{\text{пит.}}$ – питома витрата повітря внутрішнього блоку, $\text{м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт})$;

ρ - щільність внутрішнього повітря, $\text{кг} / \text{м}^3$;

d_1 - вологовміст повітря на вході у внутрішній блок, г / кг с.п.;

d_2 - вологовміст повітря на виході з внутрішнього блоку, г / кг с.п.

Питома витрата повітря внутрішнім блоком $L_{\text{пит.}}$, $\text{м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт})$ визначається за формулою:

$$L_{\text{пит.}} = \frac{L}{Q_{\text{ном}}} \quad (5.2)$$

де L – витрата повітря внутрішнього блоку, $\text{м}^3 / \text{год}$;

$Q_{\text{ном.}}$ – номінальна потужність блоку, кВт.

Для встановлених внутрішніх блоків витрата повітря та номінальна потужність визначається з технічних характеристик[3]. Вологовміст повітря на вході і виході визначаємо з h-d діаграми для повітря з початковими параметрами $25^\circ\text{C} / 60\%$ та кінцевими $5^\circ\text{C} / 100\% \rightarrow d_1 = 11,9 \text{ г} / \text{кг}$, $d_2 = 5,5 \text{ г} / \text{кг}$.

Для касетного блоку AVC-09UXCSEB номінальною потужністю 2,8 кВт та витрата повітря $780 \text{ м}^3 / \text{год}$, тоді питома витрата повітря складатиме:

$$L_{\text{пит.}}^{09} = \frac{660}{2,8} = 279 \text{ м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт}).$$

Відповідно питома кількість вологи для блоків AVC-09UXCSEB складе:

$$M^{09} = 279 \cdot 1,2 \cdot (11,9 - 5,5) = 2142,7 \text{ г} / \text{год.} \times \text{кВт.}$$

Для касетного блоку AVC-14UXCSEB номінальною потужністю 4.3 кВт та витратою повітря $900 \text{ м}^3 / \text{год}$ питома витрата повітря складатиме:

$$L_{\text{пит.}}^{14} = \frac{900}{4,3} = 209 \text{ м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт}).$$

Відповідно питома кількість вологи для блоку AVC-14UXCSEB складе:

$$M^{14} = 250 \cdot 1,2 \cdot (11,9 - 5,5) = 1920 \text{ г} / \text{год.} \times \text{кВт.}$$

Для касетних блоків AVC-17UXCSEB та AVC-18UXCSEB номінальною потужністю

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 кВт та 5,6 кВт відповідно та витратою повітря 960 м³ / год питома витрата повітря складатиме:

$$L_{num}^{17} = \frac{960}{5} = 192 \text{ м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт}),$$

$$L_{num}^{18} = \frac{960}{5,6} = 171 \frac{\text{м}^3}{\text{год} \cdot \text{кВт}} \text{ м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт}).$$

Відповідно питома кількість вологи для блоків AVC-17UXCSEB та AVC-18UXCSEB складе:

$$M^{17} = 192 \cdot 1,2 \cdot (11,9 - 5,5) = 1474,5 \text{ г} / \text{год} \cdot \text{кВт},$$

$$M^{18} = 171 \cdot 1,2 \cdot (11,9 - 5,5) = 1313,3 \text{ г} / \text{год} \cdot \text{кВт}.$$

Для касетного блоку AVC-22UXCSEB номінальною потужністю 6,3 кВт та витрата повітря 1140 м³ / год, тоді питома витрата повітря складатиме:

$$L_{num}^{22} = \frac{1140}{6,3} = 181 \cdot \text{м}^3 / (\text{год} \times \text{кВт}).$$

Відповідно питома кількість вологи для блоків AVC-22UXCSEB складе:

$$M^{22} = 181 \cdot 1,2 \cdot (11,9 - 5,5) = 1390,1 \text{ г} / \text{год} \cdot \text{кВт}.$$

Отримані величини питомої витрати дренажу – це максимальні витрати дренажу блоків при певних умовах. Фактично, витрата дренажу буде змінюватися в часі в залежності від параметрів розрахункової точки. Імовірність того, що кілька внутрішніх блоків будуть одночасно працювати в режимі максимальної кількості дренажу, низька. Чим більше блоків в одній системі, тим нижча ймовірність одночасного максимуму.

Діаметр дренажних трубопроводів

Так як касетні внутрішні блоки мають дренажний насос то діаметр трубопроводу визначається діаметром приєднання. Дренажний насос забезпечує підйом конденсату на висоту до 850 мм, що без труднощів дозволяє відвести дренажну рідину навіть при найскладніших архітектурних плануваннях. За технічними характеристиками [3] для встановлених касетних блоків рекомендований діаметр дренажного трубопроводу складає 32мм.

5.2 Загальні рекомендації з проектування дренажної системи

1 Для уникнення повітряних пробок в системі дренажу необхідно приєднувати стояк до колекторного трубопроводу через гідрозатвор з розривом струменя.

2 Дренажний трубопровід необхідно прокладати з постійним ухилом в бік від блоків. Не допускати заломів і перепадів висоти (крім постійного ухилу) по довжині трубопроводу, рис.5.2.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Перехід від горизонтальної ділянки до вертикального стояка повинен здійснюватися з урахуванням мінімальної різниці висоти в 100 мм між верхньою точкою дренажного патрубка і місцем переходу, рис. 5.3. На дану рекомендацію слід звернути особливу увагу, тому що можлива ситуація, при якій вихід дренажного трубопроводу виявиться нижче рівня стелі підшивання. Якщо даний момент не передбачити на етапі проектування, швидше за все, на етапі монтажу буде порушений постійний ухил трубопроводу, що призведе до неправильного функціонування дренажної системи.

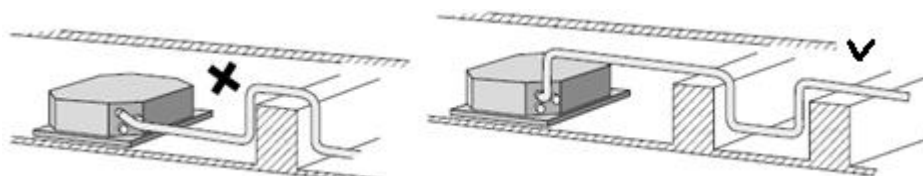


Рисунок 5.2 – Зображення правильної та на правильної прокладки дренажного трубопроводу

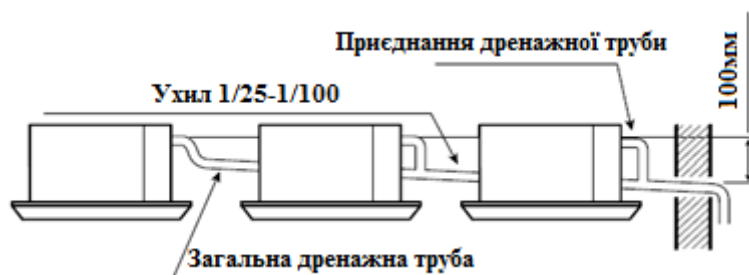


Рисунок 5.3 – Перехід від горизонтальної ділянки трубопроводу до вертикального стояка

4 Не допускається провисання трубопроводу. Щоб виключити цю можливість, відстань між точками підвісу має становити 1,5 - 2 м, рис.5.4.

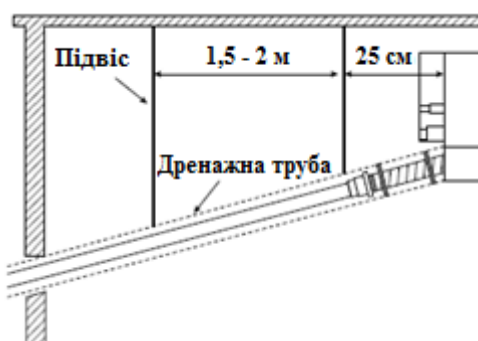


Рисунок 5.4 – Зображення підвісу дренажного трубопроводу

5 Величина ухилу, відповідно до рекомендацій виробника, повинна становити від 1/25 до 1/100, рис.5.5.

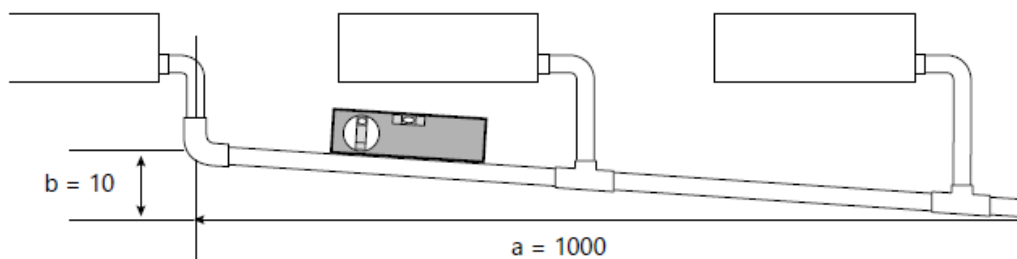


Рисунок 5.5 – Ухил дренажного трубопроводу

6 Високонапорні каналні блоки монтуються зі спеціальним сифоном (гідрозатвором) на дренажному трубопроводі. Гідрозатвор встановлюється на внутрішні блоки з від'ємним тиском на всмоктуванні вентилятором. На кожен внутрішній блок встановлюється окремий гідрозатвор – один загальний не дає ефекту. При обмеженій висоті підвісної стелі мінімальну висоту H_1 можна розрахувати за формулою:

$$H_1 = \frac{P}{\rho \cdot g}, \text{ м} \quad (5.4)$$

де P – статичний тиск в зоні низького тиску, Па;

ρ - щільність води (1000 кг / м³);

g - прискорення вільного падіння (9,81 м / с²).

Якщо висота H_1 буде менше розрахункового значення, то водяний стовп буде зупинятися на ділянці зливу, вода не зможе переміщатися і буде заповнювати піддон, рис. 5.6. При заповненні піддона вода може почати потрапляти в припливне канал кондиціонера.

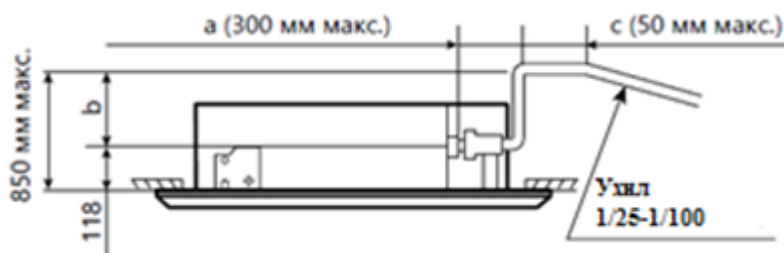


Рисунок 5.6 – Дренажний трубопровід з гідрозатвором

7 Підключати горизонтальну ділянку до вертикального стояка необхідно одним з наступних способів, рис. 5.7.

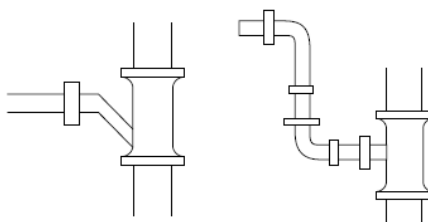


Рисунок 5.7 – Способи підключення горизонтальної ділянки до вертикального стояка

8 До однієї горизонтальної ділянки не рекомендується підключати системи з дренажними насосами і самотісними системами, тому що при такому роді підключенні можливий перелив ванночки кондиціонера без насоса.

9 Після підйому дренажного трубопроводу внутрішнього блоку з насосом, трубопровід повинен прокладатися з постійним ухилом згідно рекомендації вище. Висота підйому стовпа рідини визначається для кожного типу блоку індивідуально. Наприклад, для компактного касетного внутрішнього блоку ця висота становить максимально 740 мм, для повнорозмірних касет – 850 мм, рис. 5.8. Використовувати такі висоти підйому також не рекомендується, тому що такий режим роботи знижує ресурс роботи дренажного насоса.

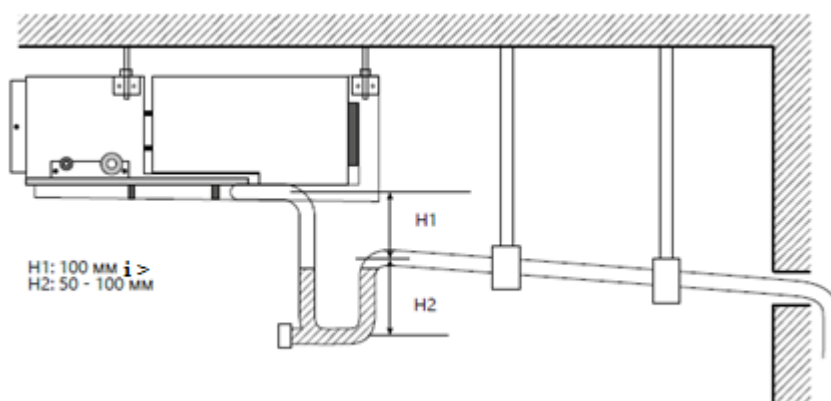


Рисунок 5.8 – Розміщення дренажного трубопроводу повнорозмірного касетного блоку

10 Так як температура дренажу може досягати $+5...+7^{\circ}\text{C}$ слід ізолювати дренажні трубопроводи, щоб уникнути утворення конденсату на зовнішніх стінках трубопроводу.

6 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ МУЛЬТИЗОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ В РЕЖИМІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Основними енергоресурсами, які використовуються для підтримки комфортного мікроклімату побутового приміщення в Україні, є: електроенергія, газ, мазут, вугілля і дрова. До останнього часу популярним та широко розповсюдженим ресурсом був, і поки що залишається, природний газ, але його ціна за останні роки значно зросла, тому все частіше його прагнуть замінити або мінімізувати споживання.

На сьогодні, в нашій країні, теплонасосна система, яка живиться від електроенергії є найоптимальнішою заміною газового палива. Але наскільки ця заміна дійсно енергоефективна можна визначити комплексно порівнявши проектні рішення, рис.6.1, щодо забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні і (або) будівлі з використанням мультizonальної системи кондиціонування та двоконтурним газовим котлом,.

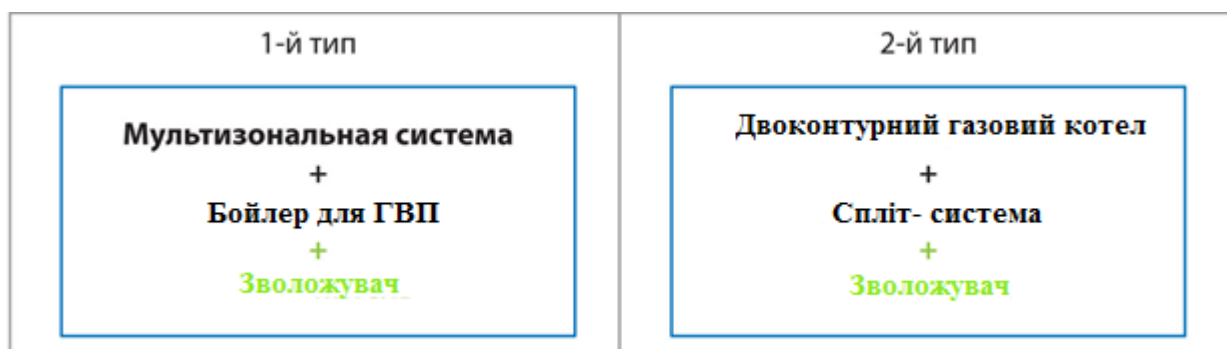


Рисунок 6.1 – Обов’язкові складові комплексних рішень для ефективної і оптимальної підтримки мікроклімату

Сучасна мультizonальна система кондиціонування повітря, як правило, інверторного типу і може працювати в широкому температурному діапазоні рис. 6.2

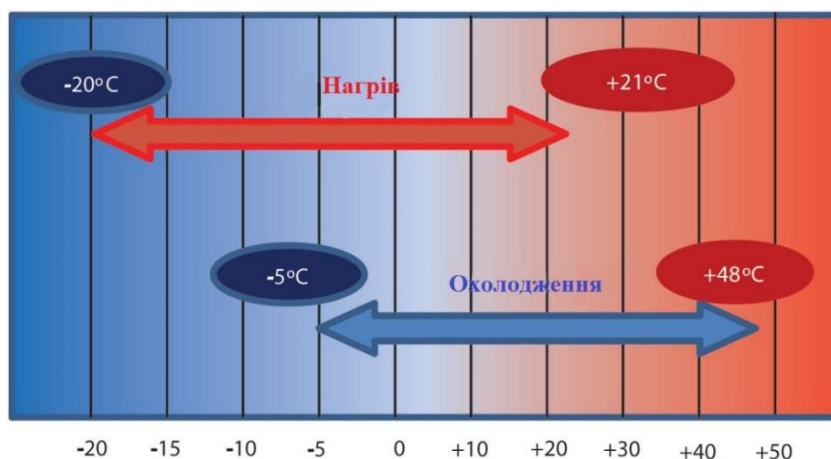


Рисунок 6.2 – Діапазон температур VRF-системи

Це дозволяє використовувати мультizonальну систему не тільки для кондиціонування, але і для повноцінного опалення. Звичайно, як відомо за законами термодинаміки, із зниженням зовнішньої температури, ефективність системи значно падає (приблизно до 30%).

Саме тому, для пікових режимів роботи, бажано встановити піковий котел. Але якщо розглянути кількісне вираження температур протягом календарного року для м. Київ (рис. 6.3), і проаналізувати цей графік, то ми бачимо, що зона комфорту (коли людина не користується ні системами опалення, ні кондиціонування) становить близько 25% часу в році. Далі, ми бачимо, що кількість температур, нижче -15°C , мізерно мало і складає близько 105 годин, в порівнянні з основними температурами опалювального сезону, сума яких становить 5940 годин.

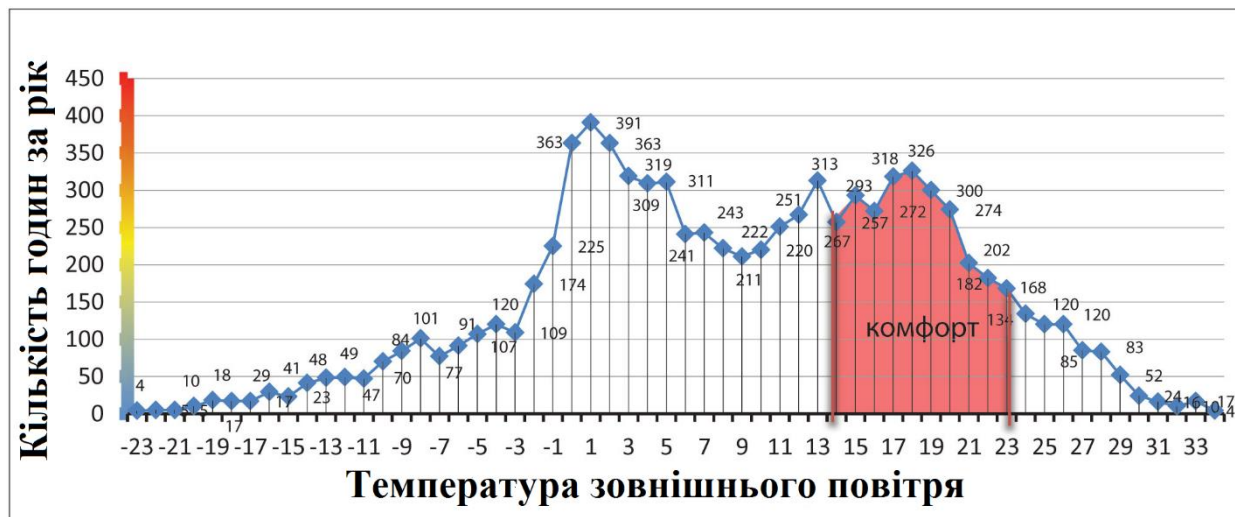


Рисунок 6.3 – Річні коливання температур за рік в м. Київ

Максимальну ефективність при роботі на опалення мультизональні системи мають при температурах зовнішнього повітря близько 0°C , і саме тому для розуміння дійсної ефективності системи вводиться так званий «сезонний коефіцієнт енергоефективності» SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance), а для оцінки роботи системи на охолодження використовується коефіцієнт SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio). Розглянемо обрану мультизональну систему Hisense HI-FLEXI серії X, параметри її енергоефективності представлені на рис.6.4 та рис.6.5.

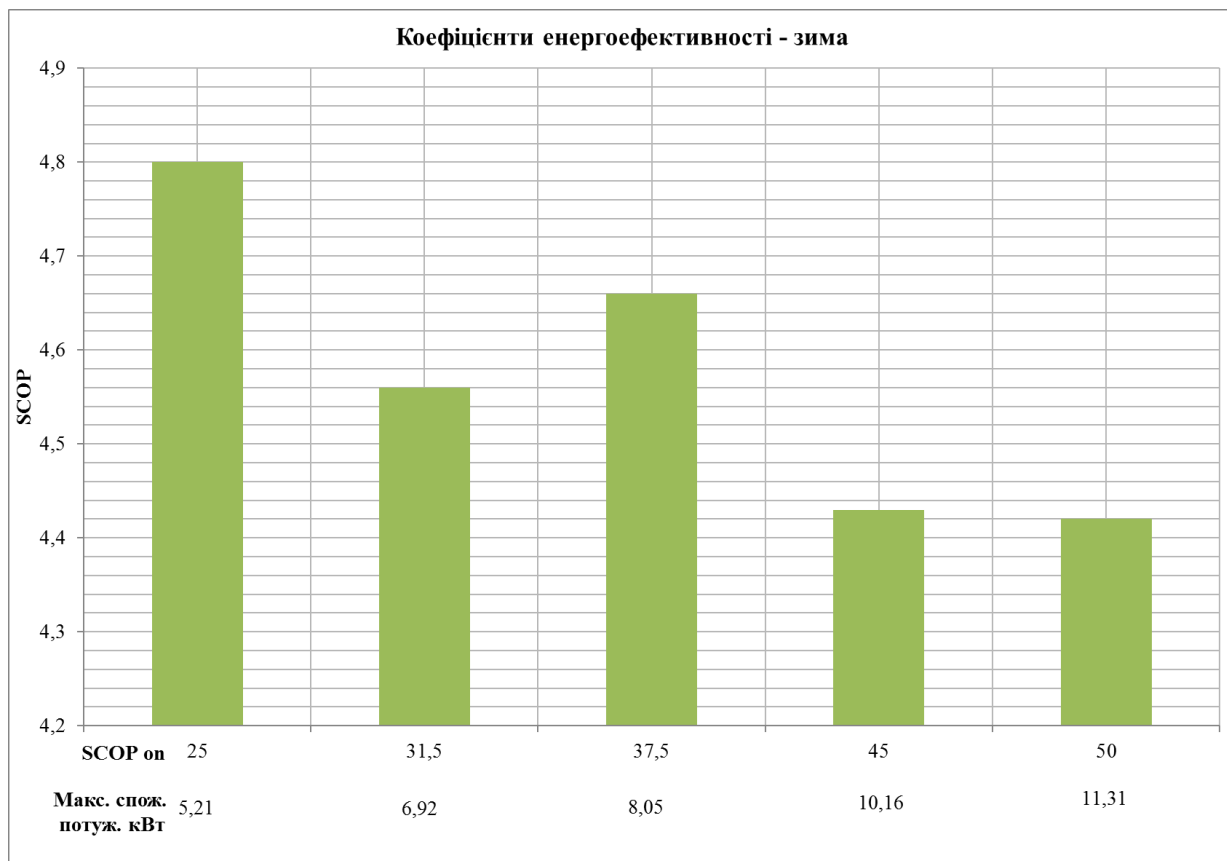


Рисунок 6.4 – Коефіцієнти енергоефективності SCOR мультизональної інверторної системи

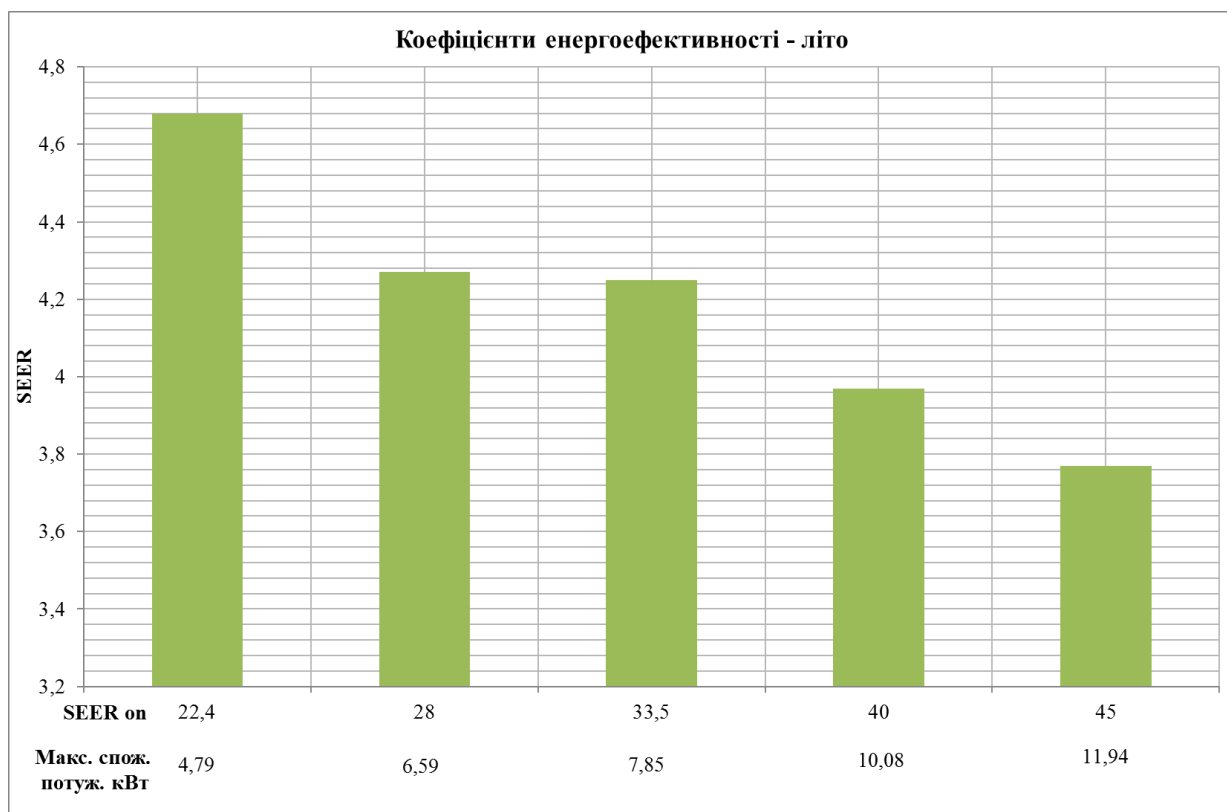


Рисунок 6.5 – Коефіцієнти енергоефективності SEER мультизональної інверторної системи

Згідно з цими даними, сезонні коефіцієнти зовнішніх блоків мультізональних систем показують вищі рівні енергоефективності, які відповідають класам А, А + і навіть А ++. Наприклад, для одного встановленого зовнішній блок AVWT-154UESSX потужністю по холоду 45 кВт протягом сезону кондиціонування буде споживатися 11,94 кВт електроенергії на годину. При цьому видаючи 45 кВт холоду (SEER = 3,77).

Отже, оптимальним і енергоефективним рішенням для адміністративно-виробничого будинку, при використанні в якості основного енергоресурсу електроенергії, буде або комплексне використання мультізональної системи (кондиціонування + опалення), пікового котла (повинен стартувати при температурах зовнішнього повітря нижче -15 ° С), бойлеру на 120 л для побутових потреб і кілька побутових зволожувачів. Або аналогу системи на газу і електриці: газовий двоконтурний котел (опалення та ГВП), спліт-системи (для кондиціонування), і також кілька побутових зволожувачів

Порівнюючи ці системи за витратами на основне обладнання різниця становить близько 1000 доларів США. За рахунок того, що проект, а також роботи по газопостачанню відносно дорогі (можуть доходити до 4000 доларів США на невеликий будинок), то роботи і матеріали, в середньому, будуть в 2 рази дорожче, ніж для мультізональної системи. А ось фактичні, річні, експлуатаційні витрати будуть ще дорожче – в 2,5 рази. Ці цифри говорять не тільки про енергоефективність нашої системи, але і про її короткий термін окупності.

Розрахована VRF-система кондиціонування повітря, що складається з 18 внутрішніх блоків касетного типу, та двох зовнішніх блоків може працювати взимку забезпечуючи підігрів повітря. Номінальна теплова потужність кожного блоку та сумарні надходження теплоти до кожного основного приміщення заведені в табл.6.1

Обрані зовнішні блоки AVWT-154UESSX та AVWT-114UESSX при номінальних умовах (+7⁰С) мають теплопродуктивність 87,5 кВт, при зовнішній температурі повітря -15⁰С спроможні виробляти 51,2 кВт тепла. Для визначення необхідності встановлення додаткового обладнання для опалення необхідно провести додаткові розрахунки, які не були завданням даного проекту.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Теплопродуктивність мультизональної системи кондиціювання

Приміщення	Встановлені блоки	Кількість, шт	Номінальна теплопродуктивність $Q_{ном}^T$, кВт	
			$t_{зоб.} = -15^{\circ}C$	$t_{зоб.} = +7^{\circ}C$
Торговий зал	AVC-18UXCSEB	7	3,242	6,5
Кабінет1	AVC-18UXCSEB	1	3,242	6,5
Кабінет2	AVC-14UXCSEB	1	2,448	4,9
Кабінет3	AVC-17UXCSEB	1	2,797	5
Кабінет 4	AVC-17UXCSEB	1	2,797	5
Кабінет 5	AVC-14UXCSEB	1	2,448	4,9
	AVC-18UXCSEB	1	3,242	6,5
Кабінет 6	AVC-09UXCSEB	1	1,648	3,3
Кабінет 7	AVC-09UXCSEB	1	1,648	3,3
Конференц-зал	AVC-22UXCSEB	1	3,746	7,5
Ресепшн	AVC-09UXCSEB	1	1,648	3,3
Кімната прийому їжі	AVC-17UXCSEB	1	2,797	5
Сумарна теплопродуктивність внутрішніх блоків $\sum Q_{ном}^T$, кВт			51,155	100,7

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

В даному дипломному проєкті розробляється мультизональна система кондиціювання повітря для створення комфортного мікроклімату в адміністративно-виробничій будівлі з офісами та торговими приміщеннями, що використовує тільки рециркуляційне повітря, тому необхідно визначити чи достатній повітрообмін в приміщеннях.

Проект виконано з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки. В даному розділі розроблено заходи, спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та забезпечення пожежної безпеки на проєктованому об'єкті.

7.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів. Заходи з охорони праці.

7.1.1 Повітря робочої зони

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення, температура поверхні.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи за важкістю у даному приміщенні можуть бути віднесені до легкої фізичної роботи категорії (І б).

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, норми мікроклімату виробничих приміщень наведено в табл. 7.1.

У повітрі забруднень немає, лише є незначне забруднення пилом (від паперів, книг, одягу, зовнішнього повітря), що не перевищує середньодобової норми. У приміщенні щодня проводяться вологі прибирання. Також проводиться регулярна профілактика устаткування. Джерела токсичних газів відсутні, а вуглекислий газ, що утворюється від подиху людей, видаляється припливно-витяжною вентиляцією.

Джерелами додаткового підвищення температури повітря є: технологічне устаткування, яке має високі температури нагріву; нагріті до високих температур деталі і розплавлені матеріали, наприклад метал, скло; тепла енергія, яка виділяється рухомими механізмами - компресори. Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату в адміністративно-виробничій споруді впроваджено VRF-систему кондиціювання повітря, а також теплоізовані трубопроводи.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 - Параметри мікроклімату виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж	Оптимальна, не більш ніж	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більш ніж
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
			Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних				
Холодний	Легка– І-б	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	До 0,2
Теплий		22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,3-0,1

Для вимірювання параметрів мікроклімату використовуються різні прилади: ртутні та спиртові термометри (для вимірювання температури), психрометри (для визначення відносної вологості повітря), анемометри й кататермометри (для встановлення швидкості руху повітря).

Також передбачено наступні заходи, згідно з ДСН 3.3.6.042-99:

- теплообмінне обладнання оснащується місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.;
- від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року - встановлення жалюзі та ін., від радіаційного охолодження в зимовий період року - екранування робочих місць.

Розрахунок природної вентиляції щодо її відповідності існуючим санітарним вимогам

При дослідженні достатності вентиляції в адміністративно-управлінських приміщеннях слід мати на увазі, що відповідно до ДБН 3.2.5-28-2006 об'єм виробничого приміщення, яке доводиться на одного працюючого, повинен складати не менше 40 м³. Інакше для нормальної

роботи в приміщенні необхідно забезпечити постійний повітрообмін за допомогою вентиляції не менше ніж $L_1=30 \text{ м}^3/\text{год}$ на кожного працюючого. Таким чином, потрібний повітрообмін L_H , $\text{м}^3/\text{год}$, розраховується за формулою

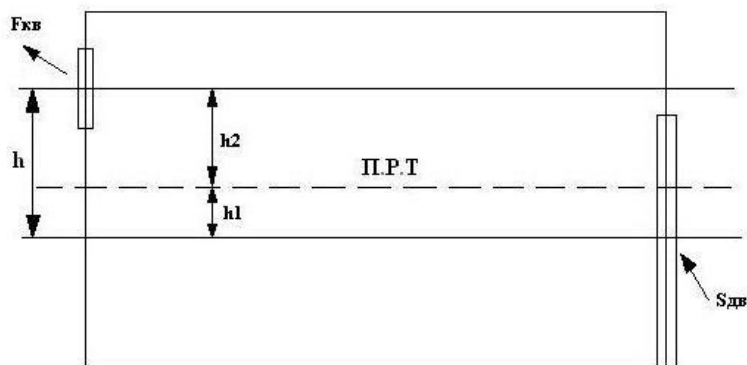
$$L_H = L_1 \cdot n, \quad (7.1)$$

де $n=4$ – найбільша можлива кількість працюючих у приміщенні.

Тоді отримаємо

$$L_H = 30 \cdot 4 = 120 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

На рисунку 5.3 наведено схему утворення теплового тиску.



П.Р.Т. – площина рівних тисків; $F_{кв}$ – площа квартирки, м^2 ; $S_{дв}$ – площа дверей, м^2 ; h_1 – відстань від площини рівних тисків до середини дверей, м; h_2 – відстань від площини рівних тисків до середини квартирки, м.

Рисунок 5.3 – Схема утворення теплового тиску

Фактичне значення повітрообміну визначається за формулою

$$L_{\phi} = \mu \cdot F_{кв} \cdot V \cdot 3600, \quad (7.2)$$

де $\mu = 0,5$ - коефіцієнт витрати повітря;

$F_{кв}$ – площа квартирки ($F_{кв} = 1,4 \cdot 0,75 = 1,05 \text{ м}^2$);

V – швидкість виходу повітря через квартиру або вентиляційний канал, м/с, яка розраховується за формулою

$$V = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta H_2}{\rho}}, \quad (7.3)$$

де $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

ΔH_2 - тепловий тиск, під дією якого буде виходити повітря з квартирки, Па;

ρ_c – густина повітря, $\text{кг} / \text{м}^3$.

$$\Delta H_2 = h_2 \cdot (\rho_3 - \rho_{вн}), \quad (7.4)$$

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ρ_z , $\rho_{вн}$ - відповідно густина повітря ззовні приміщення та всередині його, кг/м³;
 h_2 – відстань від площини рівних тисків до середини квартирки, м.

Густина повітря розраховується за формулою

$$\rho_c = \frac{0,465}{T} \cdot P_6 \quad (7.5)$$

де $P_6=750$ мм.рт.ст - барометричний тиск;

T – температура повітря в К (для теплого періоду року у приміщенні $t=22^\circ\text{C}$, або $T=295$ К, для холодного періоду року $t = 21^\circ\text{C}$ або $T=294$ К; ззовні приміщення для літа $t= 24^\circ\text{C}$ або $T=297$ К, для зими $t=-22^\circ\text{C}$, або $T=251$ К (згідно з ДБН В. 2.5 -67:2013 «Опалення вентиляція та кондиціювання»).

Тоді густина повітря у приміщенні:

$$\rho_c(l) = 0,465 \cdot \frac{750}{295} = 1,18 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_c(z) = 0,465 \cdot \frac{750}{294} = 1,19 \text{ кг/м}^3.$$

Густина повітря ззовні приміщення:

$$\rho_c(l) = 0,465 \cdot \frac{750}{297} = 1,17 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_c(z) = 0,465 \cdot \frac{750}{251} = 1,39 \text{ кг/м}^3.$$

Знайдемо h_2 із співвідношень [16]

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{F_{\kappa\theta}^2}{S_{\theta\theta}^2};$$

$$h = 0,8 + \frac{1,4}{2} \text{ м};$$

$$F_{\kappa\theta}^2 = 1,05 \cdot 2 = 1,1025 \text{ м}^2;$$

$$S_{\theta\theta}^2 = 2 \cdot 0,8 \cdot 2 = 2,56 \text{ м}^2.$$

Розв'яжемо систему

$$\begin{cases} h_1 + h_2 = h \\ \frac{h_1}{h_2} = \frac{F_{\kappa\theta}^2}{S_{\theta\theta}^2} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h_1 + h_2 = 1,1 \\ \frac{h_1}{h_2} = \frac{1,1025}{2,56} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h_1 = 1,1 - h_2 \\ 1,1 - h_2 = 0,431 \cdot h_2 \end{cases} \rightarrow$$

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rightarrow \begin{cases} h_1 = 1,1 - h_2 \\ 1,431 \cdot h_2 = 1,1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h_2 = 0,8 \text{ м} \\ h_1 = 0,3 \text{ м} \end{cases}$$

Звідси тепловий тиск, під дією якого буде виходити повітря з квартирки, за (7.4)

$$\Delta H_2 (\text{л}) = 0,8 \cdot (1,17 - 1,18) = 0,008;$$

$$\Delta H_2 (\text{з}) = 0,8 \cdot (1,39 - 1,19) = 0,16.$$

Тоді швидкість виходу повітря за (7.3)

$$V (\text{л}) = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,008}{1,18}} = 0,37 \text{ м/с};$$

$$V (\text{з}) = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,16}{1,19}} = 1,62 \text{ м/с}.$$

Знайдемо фактичне значення повітрообміну за (7.5)

$$L_{\Phi} (\text{л}) = 0,55 \cdot 0,7 \cdot 0,37 \cdot 3600 = 512,82 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$L_{\Phi} (\text{з}) = 0,55 \cdot 0,7 \cdot 1,62 \cdot 3600 = 2245,32 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Оскільки фактичне значення повітрообміну значно перевищує нормативне значення як взимку, так і влітку, то природна вентиляція (аерація) ефективна.

7.1.2 Виробниче освітлення

Для нормальної зорової роботи в офісних приміщенні створюються умови, за яких не виникають професійні захворювання або виробничий травматизм. Освітлення має відповідати встановленим нормативам та характеру зорової виробничої діяльності. Для нормальної роботи офісних працівників та працівників торгової зали забезпечується відповідне освітлення адміністративних і побутових будівель. Для цього визначаємо вид зорових робіт які будуть виконуватися при нормальній роботі обладнання, ремонті та аварійному режимі. Норми освітленості і КПО цеху, відповідно до ДБН В.2.5.28:2018 занесемо до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Норми освітленості і КПО цеху, згідно ДБН В.2.5-28:2018

Розряд і під- розряд зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %	
	Штучне		Природне	Суміщене
	Комбіноване	Загальне	Верхнє і бічне	Верхнє і бічне
A1	600/400	500	4 і 1,5	2,4 і 0,9

Для освітлення адміністративно-виробничих приміщень використовуються люмінесцентні лампи з денним світлом типу ЛД – 40(G13).

Для контролю освітленості передбачено люксметр типу Ю-117.

7.1.3 Виробничий шум і вібрація

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним з головних умов організації роботи підприємства є контроль рівня шуму і вібрацій, які негативно впливають на здоров'я персоналу. Безперервний шум від працюючих компресорів, охолоджувачів повітря і інших пристроїв можуть викликати порушення в організмі людини: психічні проблеми; зниження працездатності і продуктивності праці персоналу; погіршення слуху і виникнення головного болю; підняття артеріального тиску; нервова і фізична перевтома.

Крім шуму, велику небезпеку несе вібрація, що виникає від обертових механізмів, рідини в трубах і при роботі компресорів, яка передається на будівельні конструкції, викликаючи загрозу їх руйнування.

Рівень шуму на виробництві залежить від одночасної роботи всього обладнання і не повинен перевищувати 80 дБА, згідно ДСН 3.3.6.037–99. Фактичне значення складає 78 дБА, що відповідає вимогам.

Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 нормуються допустимі величини віброшвидкості (Дб, м/с) або віброприскорення (Дб, м/с²) відповідно:

- трубопроводи з середньгеометричною частотою смуг 31,5 Гц відповідно для 1/3 окт: 87 Дб або 0,11 м/с, 57 Дб або 0,224 м/с²; для 1/1 окт: 92 Дб або 0,2 м/с, 62 Дб або 0,4 м/с²;
- компресори з середньгеометричною частотою смуг 40 Гц для 1/3 окт: 87 Дб або 0,11 м/с, 59 Дб або 0,29 м/с².

Заходи щодо віброізоляції знижують коливання від працюючого устаткування, сприяють зменшенню шуму і збільшують надійність будівельних конструкцій.

Віброізолюючі елементи:

а) у вигляді окремих опор:

- пружинні віброізолятори, основним робочим елементом яких є одна або кілька сталевих гвинтових пружин;

- пружні прокладки, нерідко мають складну форму;

б) у вигляді шару пружного матеріалу, що укладається між машиною і фундаментом;

в) у вигляді плаваючої підлоги на пружній основі. Підлога на пружній основі являє собою залізобетонну стяжку, влаштовану на пружній основі поверх несучої плити перекриття будівлі.

Також при установці надпотужних промислових компресорів обов'язковою умовою є організація для них локальних фундаментів, відокремлених від конструкції будівель.

Для поглинання шуму від роботи конденсатора використовується пористий акустичний поролон, який розсіює звукову енергію і перетворює її в теплову. Для збільшення звукоізоляції працюючих компресорів використовується непориста, еластична самоклеюча звукоізоляція на кам'яній основі.

Для контролю шуму і вібрації використовується шумомір і вібратор АСВШ-МГ4.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо в робочій зоні рівень перевищує нормативні значення і заходи щодо віброізоляції і поглинання шуму не знижують його рівень, додатково застосовують індивідуальні засоби захисту від шуму, відповідно до ДСТУ ГОСТ 26568:2009.

7.1.4 Електробезпека

У робочому приміщенні живлення електроустановок здійснюється від 3-х фазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Згідно ПУЕ - 17 гранично допустимі напруги дотику наведено в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3 - Гранично допустима напруга дотику

Тривалість дії, с	до 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	Понад 1 сек. до 5 сек.
Напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

Відповідно до ДСТУ ІЕС 61140:2015, система кондиціонування відноситься до класу захисту II.

Технічні засоби для безпеки працюючого персоналу на холодильній установці, передбачені проектом:

- ізоляція струмопровідних частин;
- мала напруга, вирівнювання потенціалів;
- запобіжна сигналізація, блокування, знаки безпеки;
- засоби індивідуального захисту;
- маркування струмоведучих частин електроустаткування, усі струмоведучі частини пофарбовані в яскраво червоний колір;
- недосяжність підвісу живлячого провідника.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережі із зануленням здійснюється завдяки тому, що при замиканні однієї з фаз на занулений корпус в ланцюзі цієї фази виникає струм короткого замикання, який впливає на струмовий захист, внаслідок чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацьовування захисту струм короткого замикання викликає перерозподіл напруги в мережі, напругу корпусу, що призводить до зниження, щодо землі. Таким чином, занулення зменшує напругу

дотику і обмежує час, протягом якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для захисту від удару струму в випадку пошкодження ізоляції використовується автоматичне відключення живлення.

Організаційний засіб електробезпеки: дотримання правил улаштування електроустановок і правил техніки безпеки при експлуатації обладнання.

Основні заходи електробезпеки:

- Ізоляція струмопровідних частин, які знаходяться під напругою.
- Мала напруга в електричних ланцюгах змінного струму, що не перевищує 40 В, і постійного струму - не вище 110 В.
- Елементи для захисного заземлення металевих, неструмоведущих частин, які випадково можуть потрапити під напругу (при порушенні ізоляції, режиму работ і т.п.).
- Автоматичні пристрої, які відключають електроспоживачів від мережі, якщо доступні для людського дотику здебільшого потрапляють під напругу.
- Засоби контролю ізоляції та сигналізації про їх ушкодження, а також для відключення установки при зменшенні опору ізоляції нижче припустимого рівня.
- Попереджувальні написи, знаки, фарбування струмопровідних частин у сигнальні кольори та інші засоби сигналізації про небезпеку.
- Використовується знижена напруга (аварійне освітлення 220 В, система місцевого освітлення 42 В, переносне освітлення 12В).
- Світильники розташовуються на висоті не менш 2,5 м над робочими місцями.

В компресорному цеху та цеху теплообмінного обладнання передбачена аварійна вентиляція, яка реалізується витяжною вентиляцією для створення розрідження в приміщенні лише з причини аварії. Запуск відбувається вручну і від датчиків газосигналізаторів налаштованих на величину гранично допустиму концентрацію речовин.

Біля вимикачів, контакторів, магнітних пускачів, рубильників та інших пускових пристосувань, а також запобіжників, змонтованих на групових щитах, повинна бути напис і показчик, до якого двигуну вони належать.

Для захисту електричних ланцюгів від струмів перевантаження та від короткого замикання застосовують запобіжники. Залежно від типу електроспоживача, запобіжники можуть бути пробкових, трубкові, пластинчасті і інших видів.

7.2 Пожежна безпека

У адміністративно-виробничому приміщенні небезпека виникнення пожежі пов'язана з наявністю великих запасів паперових виробів, великої кількості споживачів електроенергії різної потужності і т.п. Однією з причин виникнення пожежі в офісних приміщеннях може бути коротке

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

замикання, займання матеріалів і речовин, або удар блискавки. Будівлю холодильної установки виконано, згідно ДБН В.1.1-7-2016.

За пожежною небезпекою, згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016, адміністративно-виробниче приміщення відноситься до категорії "Д".

Будівля та приміщення забезпечуються необхідною кількістю вогнегасників, згідно з вимогами загальнодержавних Правил пожежної безпеки в Україні, які встановлюються в легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень) таким чином, щоб вони не заважали під час евакуації.

Відстань від можливого осередку пожежі (найбільш віддаленого місця у приміщенні) до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м. Місця знаходження вогнегасників позначаються вказівними знаками, згідно з чинними державними стандартами.

Впроваджено наступні засоби пожежогасіння (згідно з ДСТУ 3675-98):

- пінні вогнегасники типу ОХП-10, повітряно-пінні вогнегасники типу ОВП-10;
- порошкові ОП-2, ОП-5;
- пісок.

Встановлюється охоронно-пожежна сигналізація автономного типу.

В адміністративно-виробничій будівлі застосовується розпилена вода як один із способів пожежогасіння. Відповідно до ДБН В.2.5-56-2014, в компресорному цеху встановлюється автоматичне водяне пожежогасіння.

Будівлю захищено від прямого удару блискавки (відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38:2008) за допомогою блискавковідводу, що складається з блискавкоприймача (що приймає на себе розряд блискавки), заземлювача і струмопровідника. Тип одиночний стрижньовий: $h = 100\text{м}$, висота його зони захисту під землею $h_0 = 0,87 \cdot 100 = 87\text{ м}$. Радіус зони захисту на рівні землі $r_0 = 1,5 \cdot 100 = 150\text{ м}$.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Мультизональна система кондиціювання є більш вдосконаленою моделлю мульти-спліт системи. Основними причинами активного використання є можливість підключення до зовнішнього блоку до декількох десятків внутрішніх, збільшення довжин міжблочних комунікацій та зберігання естетичності архітектурних задумів. Мультизональні VRF-системи мають високу енергоефективність і призначені для одночасної роботи у готелях, торгових та розважальних центрах, виробництвах та інші будівлях з великою площею.

В дипломному проекті було проведено розрахунок та підбір основного обладнання VRF-системи кондиціювання в програмі підбору Hisense VRF 4.0. Результати ручного та комп'ютерного розрахунку співпадають в допустимих межах відхилення, що свідчить про правильність прийнятих технічних рішень. В дипломному проекті були використані сучасні технічні рішення, які побудовані на розрахунках за існуючими методиками.

У дипломному проекті був виконаний наступний обсяг робіт:

- 1 Розраховані теплові надходження до приміщень адміністративно-виробничої споруди, сумарне значення яких складає 67,2 кВт;
- 2 Обрано основне обладнання мультизональної системи кондиціювання;
- 3 Розраховані діаметри фреонового та дренажного трубопроводу;
- 4 Проведено трасування фреопроводу;
- 5 Розроблена принципова схема системи кондиціювання повітря;
- 6 Визначена енергоефективність роботи системи в режимі теплового насосу;
- 7 У розділі з охорони праці розглянуті питання, що характерні для системи кондиціювання повітря громадських об'єктів: технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок природної вентиляції щодо її відповідності існуючим санітарним вимогам.

Робота виконана для реального об'єкту, що розташований у м. Київ та представляє собою адміністративно-виробничу споруду.

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
- 2 Руководство по проектированию VRF-систем Hisense. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hisense-air.com.ua/ua/> .(25.05.20).
- 3 Каталог Hisense inverter Expert 2017-2018 СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ DC Inverter VRF-системы. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hisense-air.com.ua/ua/> .(30.05.20).
- 4 Охрана труда в машиностроении под ред. Юдина Е.Я., Белова С.В.-М.:Машиностроение, 1983.
- 5 СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Издание неофициальное, Киев. : КиевЗНИИЭП, 1996 – 89 с.
- 6 Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: Учебн. пособие для вузов./ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с.

Додаток А

Підбір внутрішніх блоків за допомогою програмного забезпечення Hisense 4.0

Автоматичний підбір за заданими параметрами

Внутренний блок

Этаж: Этаж 2

Помещение: Кабинет 1

Высота монтажа(м): 0

Холодильная нагрузка(W): 4926

Требуемая явная холодопроизводительность(W): 0

Требуемая теплопроизводительность (W): 0

Автоматический выбор в зависимости от требуемой холодопроизводительности

Выбрать внутренние блоки вручную

Скорректированная холодопроизводительность(W): 5449

Скорректированная явная холодопроизводительность(W): 3862

Скорректированная теплопроизводительность(W): 4376

Выбранный внутренний блок

Имя	Модель	Информация о системе	Аксе...	Услов... работы
<input checked="" type="checkbox"/>	Внутренний блок (IDU)-8	AVC-18UXCSEB	Информация о системе	Аксе... работы

Тип: 4-Way Cassette

Модель	Холодопроизвод...	Скорректирован... холодопроизвод...	Теплопроизвод...	Скорректирова... теплопроизвод...	Стандартный статический напор(Pa)	Тре... кол...
AVC-14UXCSEB	4300	4187	4900	3288	0	0
AVC-14UX2SEB	4300	4187	4900	3288	0	0
AVC-17UXCSEB	5000	4887	5600	3876	0	0
AVC-17UX2SEB	5000	4887	5600	3876	0	0
AVC-18UXCSEB	5600	5449	6500	4376	0	0
AVC-18UX2SEB	5600	5449	6500	4376	0	0
AVC-22UX2SEB	6300	6187	7500	5165	0	0

Общие значения

Имя	Внутренний блок (IDU)-8
Модель	AVC-18UXCSEB
Тип	4-Way Cassette
Площадь (м^2)	27,79
Холодильный коэффициент (W/m^2)	177
Тепловой коэффициент (W/m^2)	0
Холодопроизводительность (W)	5600
Явная холодопроизводительность (W)	4368
Теплопроизводительность (W)	6500
Фактическая холодопроизводительность	5449
Фактическая явная холодопроизводительность	3862
Фактическая теплопроизводительность	4376
Скорректированная холодопроизводительность	5449
Скорректированная явная холодопроизводительность	3862
Скорректированная теплопроизводительность	4376
Номинальный индекс холодильной	202
Номинальный индекс тепловой нагрузки	234
Высота монтажа (м)	0

Информация о системе

Наружный блок

Прочее

ИК-приёмник

Проводной пульт

Беспроводной пульт

Внешний дренажный насос

Фильтр

Применить и продолжить

OK

Отмена

Ручной підбір за заданими параметрами

Внутренний блок

Этаж: Этаж 2

Помещение: Кабинет 1

Высота монтажа(м): 0

Холодильная нагрузка(W): 4926

Требуемая явная холодопроизводительность(W): 0

Требуемая теплопроизводительность (W): 0

Автоматический выбор в зависимости от требуемой холодопроизводительности

Выбрать внутренние блоки вручную

Скорректированная холодопроизводительность(W): 0

Скорректированная явная холодопроизводительность(W): 0

Скорректированная теплопроизводительность(W): 0

Выбранный внутренний блок

Имя	Модель	Информация о системе	Аксе...	Услов... работы
<input type="checkbox"/>				

Тип: 4-Way Cassette

Модель	Холодопроизвод...	Скорректирован... холодопроизвод...	Теплопроизвод...	Скорректирова... теплопроизвод...	Стандартный статический напор(Pa)	Тре... кол...
AVC-14UXCSEB	4300	4187	4900	3288	0	2
AVC-14UX2SEB	4300	4187	4900	3288	0	2
AVC-17UXCSEB	5000	4887	5600	3876	0	2
AVC-17UX2SEB	5000	4887	5600	3876	0	2
AVC-18UXCSEB	5600	5449	6500	4376	0	1
AVC-18UX2SEB	5600	5449	6500	4376	0	1
AVC-22UX2SEB	6300	6187	7500	5165	0	1

Применить

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТП 61 02 002 ПЗ

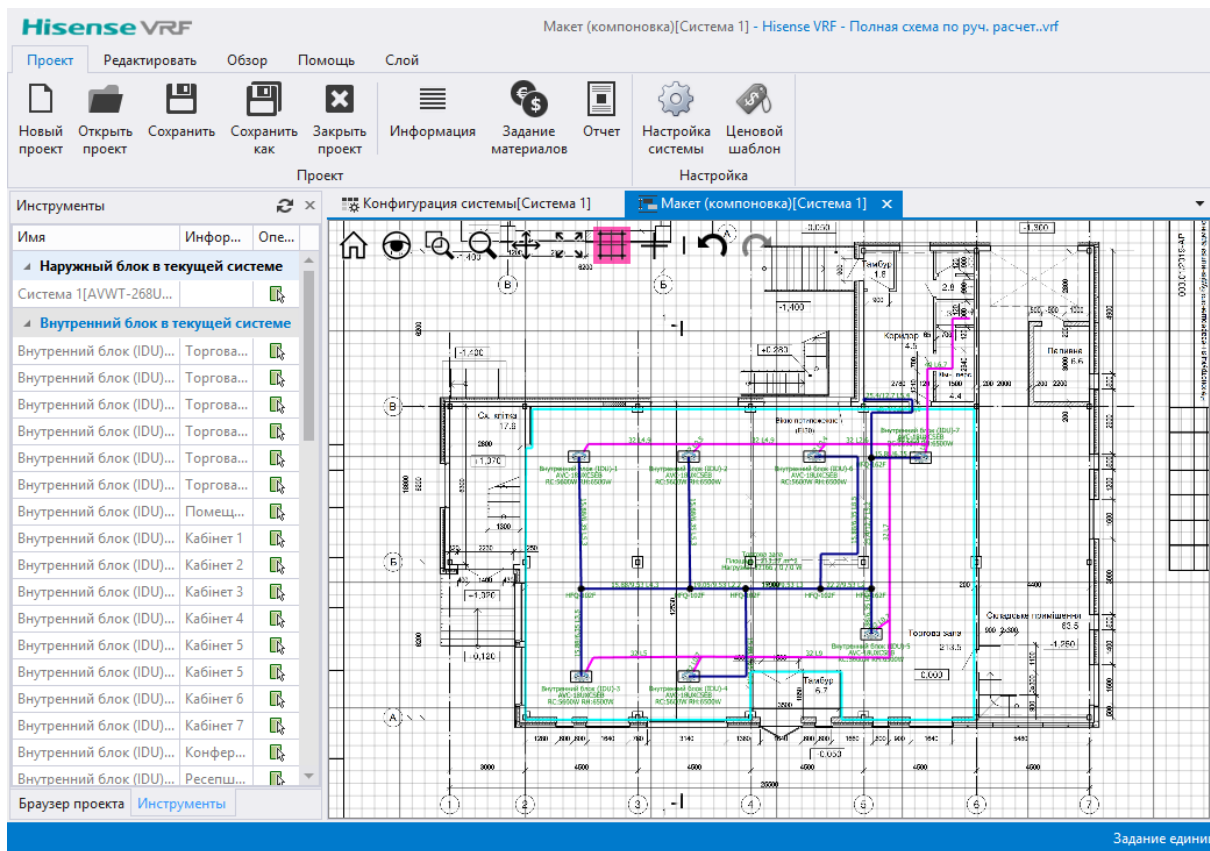
Арк.

70

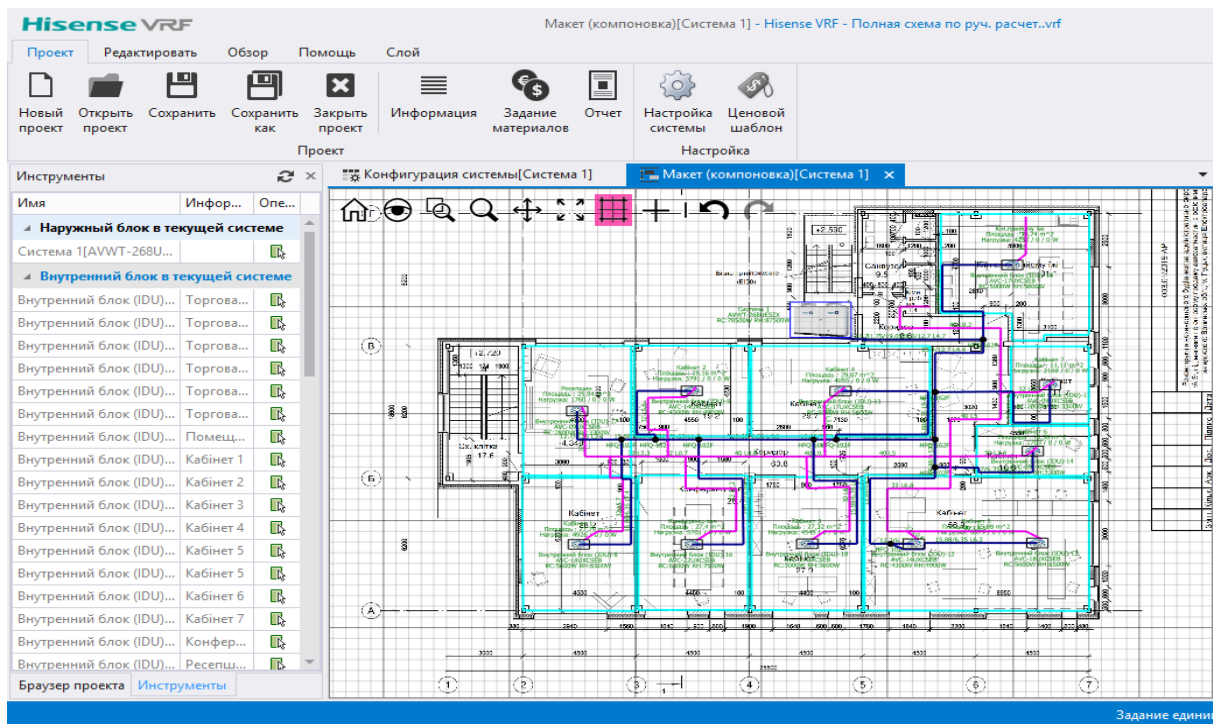
Додаток Б

Прокладка фреоновой та дренажной магистрали в программе подбора Hisense 4.0

Перший поверх



Другой поверх



					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	71

ТП 61 02 002 ПЗ

Додаток В

Огляд проекту та конфігурація системи в програмі підбору Hisense 4.0

Огляд проекта

Hisense VRF - Обзор проекта - Hisense VRF - Полная схема по руч. расчет..vrf

Проект Редактировать Обзор Помощь

Новый проект Открыть проект Сохранить Сохранить как Закрыть проект Информация Задание материалов Отчет Настройка системы Настройка Ценовой шаблон

Браузер проекта

- Административно-виробнична споруда
- Обзор проекта
- Система VRF
 - Система 1
 - Конфигурация
 - Макет (компоновка)
 - Система питания наружного блока
 - Центральная система управления

Обзор проекта

Имя сист...	Коэффициент загрузки	Номинальная производительность (W)				Фактическая...				Кондиционер (кв. м)	Холод. коэфф. сист. (EER)	Тепловой коэфф. сист. (COP)
		Наружный блок	Внутренний блок	Наружный блок	Внутренний блок							
Система 1	113%	78500	87500	88700	102500	76105	51121	478,87	3,38	2,56		

Макет (компоновка) Система 1

Миниатюра

Этаж и помещение

Имя	Площадь (м²)	Опера...
Помещение 1	0	
Этаж 1	213,27	
Торговая зала	213,27	
Этаж 2	265,6	
Кабинет 1	27,79	
Кабинет 2	19,16	
Кабинет 3	27,32	

Общие значения

Наименование поме	Помещение 1
Площадь (м²)	0
Нагрузка	

Задание единиц измерения | 4.0 build20190528 beta Update build 20200228

15:04 02.06.2020

Конфигурация системы

Hisense VRF - Конфигурация системы[Система 1] - Hisense VRF - Полная схема по руч. расчет..vrf

Проект Редактировать Обзор Помощь

Добавить этаж Добавить помещение Добавить систему Добавить внутренний блок Добавить проточный каналный блок Добавить вентиляционную установку Добавить наружный блок Автоматически выбрать наружный блок Выбрать аксессуар

Система VRF

Браузер проекта

- Административно-виробнична споруда
- Обзор проекта
- Система VRF
 - Система 1
 - Конфигурация
 - Макет (компоновка)
 - Система питания наружного блока
 - Центральная система управления

Конфигурация системы Система 1

Макет (компоновка) Система 1

Миниатюра

Этаж и помещение

Имя	Площадь (м²)	Опера...
Помещение 1	0	
Этаж 1	213,27	
Торговая зала	213,27	
Этаж 2	265,6	
Кабинет 1	27,79	
Кабинет 2	19,16	
Кабинет 3	27,32	

Общие значения

Наименование поме	Помещение 1
Площадь (м²)	0
Нагрузка	

Задание единиц измерения | 4.0 build20190528 beta Update build 20200228

15:05 02.06.2020

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТП 61 02 002 ПЗ	72

Додаток Г

Список наукових праць і творчих досягнень

Баранюк Анастасія Максимівна

(прізвище, ім'я, по- батькові студента) № п/п	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва,журкала (номер,рік) або номер авторського свідчення,номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавтора праці
1	2	3	4	5	6
1	Про особливості псевдо плівкового і псевдо краплинного режимів конденсації	Друк	Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 24–27 квітня 2018 р. У 2 т. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – Т. 1. – 260 с. ISBN 978-966-622- 887-4 (Т.1)	1 стор.	Гавриш А. С.
2	Переривчасте опалення громадських будівель	2	Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, м. Київ, 23– 26 квітня 2019 р. У 2 т. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – Т. 1. – 313 с. ISBN 978-966-622- 938-3(Т.1)	1 стор.	Боженко М.Ф.

1	2	3	4	5	6
3	Холодильний цикл із проміжним впорскуванням пари в компресор	Друк	Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, м. Київ, 21– 24 квітня 2020 р.	1 стор	Соломаха А.С..

Баранюк Анастасія Максимівна

Автор

Анастасія БАРАНЮК

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Додаток Д

Результати перевірки дипломного проекту на академічний плагіат



Власник документу:
Гавриш Андрій Сергійович

ID перевірки:
1003677323

Дата перевірки:
01.06.2020 12:32:28 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
01.06.2020 12:35:49 EEST

ID користувача:
77138

Назва документу: Baranyuk_Nastya_bakalavr

ID файлу: 1003691839 Кількість сторінок: 58 Кількість слів: 11426 Кількість символів: 76434 Розмір файлу: 2.58 MB

9.25% Схожість

Найбільша схожість: 4.67% з джерело бібліотеки. ID файлу: 7859489

3.65% Схожість з Інтернет джерелами

101

Page 60

6.63% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту

241

Page 61

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів

123

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 61 02 02 ПЗ	Пояснювальна записка	83	
3	A1	ТП 61 02 02 002 ОВ	Розташування основного обладнання 1-го поверху	1	
4	A1	ТП 61 02 02 003 ОВ	Розташування основного обладнання 2-го поверху	1	
5	A1	ТП 61 02 02 004 ОВ	Розташування основного обладнання розріз 1-1	1	
6	A1	ТП 61 02 02 001 ОВ	Принципова схема VRF-системи кондиціювання	1	

				ТП 61 01 02		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Студент	Баранюк.					1
Керівн.	Соломаха				КПІ ім. Ігоря Сікорського, Каф. ТПТ, Гр. ТП – 61	
Консульт.	.					
Н.контр.	Боженко.					
Зав.каф.	Варламов					

					ТП 61 02 002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		