

**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: «Система вентиляції і кондиціювання повітря адміністративно-офісної
будівлі в м. Києві»

Виконала: студентка IV курсу, групи ТП - 61

_____ Іжевська Тетяна Леонідівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ доцент, к.т.н, доц. Михайло БОЖЕНКО _____
(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.

Студентка _____
(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 студентці**

Іжевській Тетяні Леонідівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Система вентиляції і кондиціювання повітря адміністративно-офісної будівлі в м. Києві»

керівник проекту Боженко Михайло Федорович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом проекту 16.06.2020 р.

3. Вихідні дані до проекту 1). Загальна площа будівлі - 9848,3 м².

2). Кількість приміщень - 277, кількість поверхів – 9.

3). Кількість людей - 1040.

4). Система вентиляції – припливно-витяжна з утилізацією теплоти витяжного повітря.

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

6). Система кондиціювання повітря офісних приміщень цокольного, першого та другого поверхів – мультизональна двотрубна фірми «LG» з розташуванням зовнішніх блоків на покрівлі будівлі.

4. Зміст пояснювальної записки

1). Визначити втрати теплоти зовнішніми огороженнями і клас енергетичної ефективності будівлі.

2). Визначити надходження теплоти та вологи до приміщень правого крила будівлі і повністю цокольного, першого та другого поверхів.

3). Визначити повітрообмін приміщень правого крила будівлі і повністю цокольного, першого та другого поверхів.

4). Вибрати припливно-витяжні установки системи вентиляції правого крила будівлі та обладнання для них (повітряні фільтри, калорифери, повітроохолоджувачі, теплоутилізатори, припливні та витяжні вентилятори).

- 5). Розрахувати охолоджуючу потужність системи кондиціонування цокольного, першого та другого поверхів.
- 6). Вибрати внутрішні та зовнішні блоки системи кондиціонування повітря для приміщень цокольного, першого та другого поверхів, визначити діаметри фреонових магістралей.
- 7). Охорона праці.

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

- 1). Схеми припливної та витяжної вентиляції правого крила будівлі – 2 арк.
- 2). Розміщення обладнання системи вентиляції другого поверху – 1 арк.
- 3). Розміщення обладнання системи кондиціонування повітря першого поверху – 1 арк.
- 4). Розміщення обладнання систем вентиляції і кондиціонування повітря на технічному поверсі – 1-2 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	Втрати теплоти. Визначення класу енергоефективності будівлі	22.05.20 р.	
2	Надходження теплоти та вологи	25.05.20 р.	
3	Повітрообмін	28.05.20 р.	
4	Обладнання припливно-витяжних установок	31.05.20 р.	
5	Обладнання системи кондиціонування	2.06.20 р.	
6	Охорона праці	4.06.20 р.	
7	Креслення		
7.1	Схеми системи вентиляції	2.06.20 р.	
7.2	Розміщення обладнання систем вентиляції і КП на другому поверсі	5.06.20 р.	
7.3	Розміщення обладнання систем вентиляції і КП на технічному поверсі	7.06.20 р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	10.06.20 р.	

Студентка

(підпис)

Тетяна ІЖЕВСЬКА

(ім'я, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Михайло БОЖЕНКО

(ім'я, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Система вентиляції і кондиціювання повітря адміністративно-офісної будівлі в м. Києві»

Київ – 2020 року

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Система вентиляції і кондиціонування повітря адміністративно-офісної будівлі у м. Києві»: пояснювальна записка на 80 с., 21 рис., 24 табл., 19 бібліографічних найменувань; 2 дод.; 4 кресленики ф. А1, 2 – ф. А2.

Мета проєкту – забезпечення нормованих параметрів повітря усередині приміщень адміністративно-офісної будівлі в теплий та холодний періоди року за рахунок встановлення санітарно-технічного обладнання.

Використані методики теплових та аеродинамічних розрахунків теплотехнологічного і санітарно-технічного обладнання.

Наведені результати розрахунків теплових втрат зовнішніми огороженнями будівлі у холодний період року та надходжень теплоти і вологи до приміщень у теплий період року. Визначений клас енергетичної ефективності будівлі.

За результатами розрахунків повітрообміну приміщень вибране обладнання систем вентиляції, що включає фільтри, повітроохолоджувачі та повітронагрівачі, рекуператори. припливні і витяжні вентилятори тощо. Також обрані внутрішні і зовнішні блоки системи кондиціонування повітря.

На кресленнях наведені схеми систем припливної та витяжної вентиляції, компоновка обладнання систем вентиляції та кондиціонування на другому та технічному поверхах.

Ключові слова: повітря, вентиляція, кондиціонування, нагрівання, охолодження, вентилятор, повітрообмін, температура.

SUMMARY

Diploma project of the first (bachelor's) level of higher education on the topic: "Ventilation and air conditioning system of the office building in Kyiv": explanatory note consist of 80 pages, 21 figures, 24 tables, 19 bibliographic titles; 2 app.; drawings - 4 sheets. f. A1, 2 - f. A2.

The purpose of the project is to provide normal air parameters inside the rooms of the office building in the warm and cold period of the year at the expense of the installation of sanitary equipment.

Methods of thermal and aerodynamic calculations of heat-technological and sanitary-technical equipment are used.

The results of calculations of heat losses by external enclosures of the building in the cold period of the year and inflows of heat and moisture to the rooms in the warm period of the year are given. The class of energy efficiency of the building is determined.

According to the results of calculations of air exchange of rooms, the equipment of ventilation and air conditioning systems is selected, which includes filters, air coolers and air heaters, recuperators, supply and exhaust fans, etc. The indoor and outdoor units of the air conditioning system are also selected.

The drawings show schemes of the supply and exhaust ventilation system, the layout of the equipment of ventilation and air conditioning systems on the second and technical floor.

Key words: air, ventilation, conditioning, heating, cooling, fan, air exchange, temperature.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврского) уровня высшего образования на тему: «Система вентиляции и кондиционирования воздуха административно-офисного здания в г. Киеве»: пояснительная записка на 80 с., 21 рис., 24 табл., 19 библиографических наименований; 2 прилож.; 4 чертежа ф. А1, 2 – ф. А2.

Цель проекта – обеспечение нормированных параметров внутри помещений административно-офисного здания в теплый и холодный период года за счет установки санитарно-технического оборудования.

Использованы методики тепловых и аэродинамических расчетов теплотехнологического и санитарно-технического оборудования.

Приведены результаты расчетов тепловых потерь внешними ограждениями здания в холодный период года и поступление теплоты и влаги в помещения в теплый период года. Определен класс энергетической эффективности здания.

За результатами расчетов воздухообмена помещений выбрано оборудование систем вентиляции и кондиционирования, которые включают фильтры, воздухоохладители и воздухонагреватели, рекуператоры, приточные и вытяжные вентиляторы и др. Также выбраны внутренние и внешние блоки системы кондиционирования воздуха.

На чертежах приведены схемы систем приточной и вытяжной вентиляции, компоновка оборудования вентиляции и кондиционирования на втором и техническом этажах.

Ключевые слова: воздух, вентиляция, кондиционирование, нагрев, охлаждение, вентилятор, воздухообмен, температура.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів	9
Вступ	11
1 Характеристика об'єкту проектування	13
2 Розрахунки теплових втрат зовнішніми обгородженнями.....	15
3 Визначення класу енергетичної ефективності будівлі	20
4 Надходження теплоти та вологи до приміщень.....	23
4.1 Надходження теплоти від сонячної радіації	23
4.2 Надходження теплоти від людей.....	24
4.3 Надходження теплоти від обладнання	25
4.4 Надходження вологи до приміщень	26
5 Система вентиляції	27
5.1 Опис схеми	27
5.2 Розрахунки повітрообміну приміщень	28
5.3 Розрахунки та вибір обладнання системи вентиляції.....	34
6 Система кондиціювання	53
6.1 Опис схеми	53
6.2 Розрахунок повітрообміну приміщень	54
6.3 Розрахунок надходжень теплоти та вологи до приміщень.....	56
6.4 Розрахунок та вибір обладнання системи кондиціювання	56
6.5 Вибір фреонових труб	64
7. Охорона праці	68
7.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів. Заходи з охорони праці	68
7.2 Виробниче освітлення.....	69
7.3 Виробничий шум та вібрація	69
7.4 Електробезпека.....	71
7.5 Пожежна безпека.....	72
Висновки	74
Перелік посилань	76
Додатки	
Додаток А	

					ТП 61 05 004 ПЗ			
		№ докум.	Підпис	Дата				
Студентка	Іжевська				Вентиляція і кондиціювання повітря.	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Боженко					ДПБ	7	80
П.контр						НТУУ «КП ім. Ігоря Сікорського» ТЕФ, кафедра ТПТ		
Н.контр	Боженко							
Зав. каф.	Варламов				Пояснювальна записка			

Список наукових праць і творчих досягнень	78
Додаток Б	
Перевірка дипломного проєкта на академічну доброчесність	80

					ТП 61 05 004 ПЗ	8
		№ докум.	Підпис			

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

Q – тепловий потік;
 k – коефіцієнт теплопередачі;
 λ – теплопровідність;
 α – коефіцієнт тепловіддачі;
 F – площа поверхні;
 Δt – температурний перепад;
 t – температура;
 L – довжина;
 B – ширина;
 V – об'єм;
 L – витрата;
 m – кратність повітрообміну;
 ρ – густина;
 c – теплоємність;
 ν – кінематична в'язкість;
 v – швидкість;
 φ – відносна вологість;
 d – вологовміст;
 Re – число Рейнолдса;
 h – питома ентальпія;
 R – питомі втрати тиску;
 $I_{кз}$ – струм короткого замикання.

Індекси

Нижні:	о – опалення, освітлення;
обг. – обгородження;	ст – стіна;
р – розрахункова;	i – i -й елемент;
пок – покрівля;	л – люди;
вік – вікна;	ч – чоловік;
буд – будинок;	ж – жінка;
мах – максимальний;	с.р. – сонячна радіація;
ср – середня;	е – електричний;
з. л. – зенітні ліхтарі;	п – повітря;

пр – припливне;

вн – внутрішнє;

зовн – зовнішнє;

інф – інфільтрація;

охл – охолоджувач;

втр – втрати;

річ – річні;

к – калорифер;

р – рекуператор

д – дійсна;

прот – протитечійна;

екв – еквівалентний;

м – менша;

б – більша.

Верхні:

осн – основні;

дод – додаткові.

д – дійсна.

Скорочення

СНиП – Строительные нормы и правила;

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСН – державні санітарні норми;

ГОСТ – государственный стандарт.

					ТП 61 05 004 ПЗ	10
		№ докум.	Підпис			

ВСТУП

Вентиляція – створення обміну повітря в приміщення для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих речовин з метою забезпечення комфортних санітарно-гігієнічних умов. Вона створює умови повітряного середовища для комфортного самопочуття людей, належного зберігання продуктів та товарів, збереження устаткування та будівельних конструкцій.

Основні задачі вентиляції – це подача свіжого повітря і видалення забрудненого.

Принцип дії припливно-витяжної системи вентиляції: повітря проходить через фільтр, де очищується та подається у рекуператор, де за рахунок теплоти витяжного повітря нагрівається. Після цього повітря поступає до повітронагрівача, де догрівається до кімнатної температури, надходить до приміщення за допомогою вентилятора по повітропроводах через розподільчі пристрої - дифузори. У літній період року повітря охолоджується у рекуператорі, після чого подається у повітроохолоджувач, де охолоджується до кімнатної температури. Витяжне повітря за допомогою вентилятора через дифузори по повітропроводах видаляється в навколишнє середовище.

Функції припливно-витяжної системи вентиляції:

- подача очищеного повітря в приміщення, його охолодження чи нагрівання;
- видалення в навколишнє середовище відпрацьованого та забрудненого повітря з будівлі;
- очищення припливного повітря за допомогою фільтрів;
- осушення або зволоження повітря.

Припливно-витяжна вентиляція використовується в житлових будівлях, офісних приміщеннях, цехах, промислових будівлях, складських приміщеннях, спортивних залах тощо.

Кондиціонування повітря – це підтримання в приміщенні всіх або окремих параметрів повітря (температури, вологості, швидкості руху повітря, чистоти) з метою забезпечення оптимальних умов, найбільш комфортних для самопочуття людей та ведення технологічного процесу.

Кондиціонування повітря в приміщеннях застосовується для створення та підтримання в них:

- встановлених нормами допустимих умов повітряного середовища, якщо вони не можуть бути забезпечені більш простими способами;
- штучних кліматичних умов у відповідності з технологічними вимогами всередині приміщення цілорічно або впродовж теплого або холодного періоду року;

					ТП 61 05 004 ПЗ	11
		№ докум.	Підпис			

- оптимальних гігієнічних умов повітряного середовища в промислових приміщеннях;
- Оптимальних умов повітряного середовища в приміщеннях житлових та громадських будівель, адміністративних та багатофункціональних будівель.

Система кондиціювання здійснюється комплексом технічних засобів, до їх складу входять забір повітря, підготовка – надання необхідних властивостей (за допомогою фільтрів, теплообмінників зволожувачів чи осушувачів повітря), переміщення (за допомогою вентиляторів), розподіл повітря, а також технічні засоби холодо- та тепlopостачання, автоматики, дистанційного управління і контролю.

					ТП 61 05 004 ПЗ	12
		№ докум.	Підпис			

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

В дипломному проекті розробляється система вентиляції та кондиціювання повітря адміністративно-офісної будівля в м. Києві.

Дана будівля складається з основних приміщень (відкритий простір, кабінети, переговорні конференц зал, спортивний зал та інших допоміжних та технічних приміщень. Для забезпечення комфортного самопочуття людей та підтримання необхідних параметрів в приміщеннях запроектовані системи вентиляції та кондиціювання.

Для вентиляції основних та допоміжних приміщень запроектовані центральні припливно-витяжні системи вентиляції з механічним спонуканням. Для видалення повітря із сан. вузлів та вентилявання технічних приміщень запроектовані витяжні системи з механічним спонуканням повітря.

Припливно-витяжні установки вентиляції офісних приміщень та диспетчерських залів каркасного типу з секціями утилізації тепла відпрацьованого повітря, фільтрації повітря, нагрівання та охолодження повітря і вентиляторними секціями. Для вентиляції приміщень конференц залу та спортивного залу запроектована припливно-витяжна установка каркасного типу, яка складається з секцій утилізації тепла відпрацьованого повітря, фільтрації повітря, нагрівання і вентиляторних секцій. Охолодження припливного повітря приміщень, що обслуговуються цією системою, забезпечується системою мультизонального кондиціювання повітря.

Система кондиціювання для приміщень адміністративної будівлі - мультизональні системи кондиціювання , мульти спліт та спліт системи фірми "LG", двотрубні з розведенням фреонових магістралей під стелею кожного поверху.

Вихідні дані:

1 Загальна площа приміщень – 9848,3 м² ;

2 Кількість поверхів – 9;

3 Кількість приміщень – 277;

Об'єкт проектування відноситься до розряду адміністративних будівель.

Зовнішній вигляд будівлі показано на рис.1.1.

					ТП 61 05 004 ПЗ	13
		№ докум.	Підпис			



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд будівлі

2 РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗОВНІШНІМИ ОГОРОДЖЕННЯМИ

Розраховую втрати теплоти приміщення через огороджувальні конструкції, кВт за формулою

$$Q_{\text{втр}} = \sum Q_{\text{обг.}i} + Q_{\text{інф}}, \quad (2.1)$$

де $\sum Q_{\text{обг.}i}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огородження приміщення, кВт;

$Q_{\text{інф}}$ – витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря, кВт.

Втрати теплоти через окремі огородження визначаю за формулою

$$Q_{\text{обг.}i} = k_i F_i \Delta t_i (1 + \sum \beta)_i n_i \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де k_i – коефіцієнт теплопередачі i -го елемента огороджувальної конструкції, Вт/(м² · К);

F_i – площа i -го елемента огороджувальної конструкції, м²;

Δt_i – температурний перепад, °С;

n_i – поправковий коефіцієнт на розрахункову різницю температур, залежить від геометричного положення елемента огороджувальної конструкції або його типу;

$\sum \beta$ – додаткові втрати теплоти в частках до основних;

План приміщень офісної будівлі наведений на рис. 2.1.

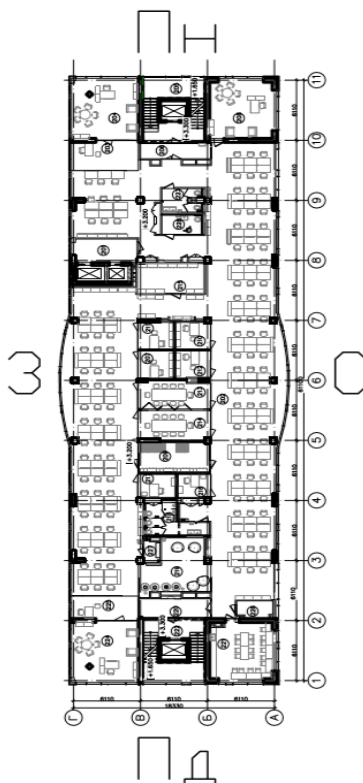


Рисунок 2.1 – План приміщень одного з поверхів

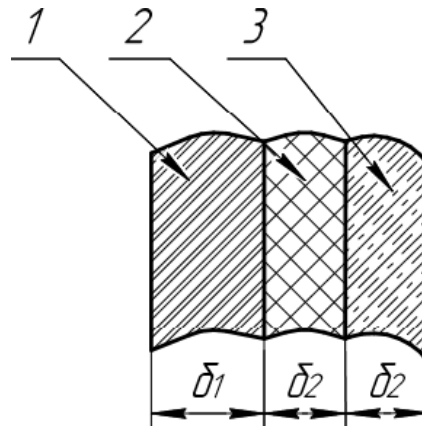
Для визначення температурного перепаду за довідковими таблицями [1, 2] визначаю розрахункову температуру навколишнього повітря: для міста Києва $t_{p.o.} = -22^{\circ}\text{C}$, температура внутрішнього повітря задана $t_{вн} = 22^{\circ}\text{C}$, тоді

$$\Delta t = (t_{вн} - t_{p.o.}) = (22 + 22) = 44^{\circ}\text{C}.$$

Весь фасад будівлі застклений, тому втрат через стіни немає. Необхідно врахувати втрати через стіни цокольного поверху.

Коефіцієнти теплопередачі огорожень визначаю згідно з архітектурними даними:

– стіна цокольного поверху:



1 – керамогранітні плити: $\delta_1 = 0,01$ м; $\lambda_1 = 0,66$ Вт/(м·К);

2 – утеплювач піноскло: $\delta_2 = 0,18$ м, $\lambda_2 = 0,11$ Вт/(м·К);

3 – залізобетонна стіна: $\delta_3 = 0,4$ м, $\lambda_3 = 1,7$ Вт/(м·К).

Рисунок 2.2 – Фрагмент стіни цокольного поверху

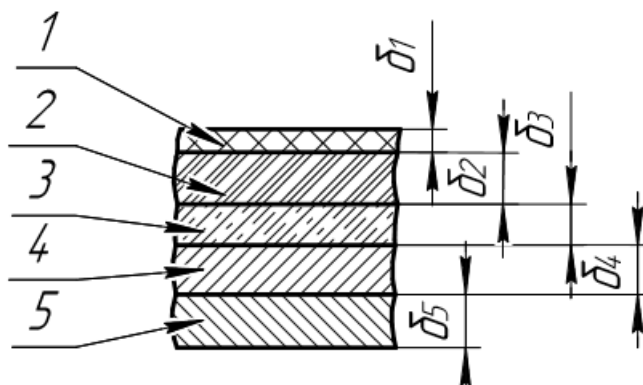
Отже коефіцієнт теплопередачі через огорожувальні конструкції розраховую за наступною формулою

$$k_{огр} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зн}}}, \quad (2.3)$$

де $\alpha_{вн}$, $\alpha_{зн}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішніх і зовнішніх поверхонь огорожувальних конструкцій, Вт/м²·°С (рекомендовано $\alpha_{вн} = 8,7$ Вт/(м²·К), $\alpha_{зн} = 23$ Вт/(м²·К)) [1]

$$k_{огр} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,66} + \frac{0,18}{0,11} + \frac{0,4}{1,7} + \frac{1}{23}} = 0,49 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)};$$

– покрівля:



1 – тротуарна плитка: $\delta_1 = 0,06$ м; $\lambda_3 = 0,5$ Вт/(м·К);

2 – шар гравію: $\delta_2 = 0,05$ м, $\lambda_3 = 0,9$ Вт/(м·К);

3 – арматована цементно-піщана стяжка: $\delta_3 = 0,1$ м, $\lambda_3 = 0,56$ Вт/(м·К);

4 – утеплювач з мінеральної вати: $\delta_4 = 0,08$ м, $\lambda_3 = 0,049$ Вт/(м·К);

5 – утеплювач з мінеральної вати (2шари): $\delta_4 = 0,1$, $\lambda_3 = 0,049$ Вт/(м·К).

Рисунок 2.3 – Фрагмент покрівлі

Тоді, коефіцієнт теплопередачі через покрівлю дорівнює

$$k_{\text{пок}} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,06}{0,5} + \frac{0,05}{0,9} + \frac{0,1}{0,56} + \frac{0,08}{0,049} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{0,1}{0,049} + \frac{1}{23}} = 0,16 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

– засклення (двокамерні фасадні): $k_{\text{вік}} = 1,72$ Вт/(м²·К).

Додаткові втрати теплоти. Згідно з [3] для зовнішніх вертикальних і нахилених обгороджень, які орієнтовані за напрямками, звідки в січні дме вітер зі швидкістю, що перевищує 4,5 м/с з повторюваністю не менше як 15 % – коефіцієнт додаткових втрат теплоти дорівнює 0,05 при швидкості вітру до 5 м/с і 0,10 – при швидкості вітру 5 м/с і більше.

Для вікон, орієнтованих на схід, середня швидкість вітру в січні складає 2,5 м/с, а повторюваність 11 %, тому $\Sigma\beta = 0$.

Для вікон, орієнтованих на південь, швидкість вітру складає 3,1 м/с, а повторюваність 9 %, тому для них також $\Sigma\beta = 0$.

Для вікон, орієнтованих на північ, швидкість вітру складає 3,7 м/с, а повторюваність 11 %, тому для них також $\Sigma\beta = 0$.

Для вікон, орієнтованих на захід, швидкість вітру складає 4,3 м/с, а повторюваність 20 %, тому для них також $\Sigma\beta = 0$.

Результати розрахунків теплових втрат через огороження наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Теплові втрати огороженнями

Зовнішнє огороження	Орієнтація за сторонами світу	Поверхня огороження $F_i, \text{м}^2$	Розрахункова різниця температур $\Delta t_i, ^\circ\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі $K_i, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	Додаткові втрати теплоти $\Sigma \beta$	Втрати теплоти через огороження $Q_{\text{обг.}i}, \text{кВт}$
Вікна	Пн	201,63	44	1,72	0	15,26
Вікна	Пд	201,63	44	1,72	0	15,26
Вікна	З	60,489	44	1,72	0	4,58
Вікна	С	60,489	44	1,72	0	4,58
Зовнішня стіна цокольного поверху	Пн	91,65	44	0,49	0	1,98
Зовнішня стіна цокольного поверху	Пд	91,65	44	0,49	0	1,98
Зовнішня стіна цокольного поверху	З	27,495	44	0,49	0	0,592
Зовнішня стіна цокольного поверху	С	27,495	44	0,49	0	0,592
Стіна цокольного поверху під ґрунтом	-	238,29	44	0,955	0	10,01
Підлога 1 зона	-	300,4	44	0,465	0	6,15
Підлога 2 зона	-	266,32	44	0,233	0	2,73
Підлога 3 зона	-	234,2	44	0,116	0	1,195
Підлога 4 зона	-	287,5	44	0,07	0	0,89
Покрівля	-	1170	44	0,16	0	8,24
Сумарні теплові втрати через обгородження приміщення						74,039

Витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря визначаю за формулою

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

де m – кратність повітрообміну, 1/год;

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

$\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$ (рекомендовано $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$);

V_h – об’єм опалювальних приміщень будівлі, м³.

Середня кратність повітрообміну за опалювальний період, год⁻¹, визначається за повітрообміном внаслідок інфільтрації у неробочі години за формулою

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

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

168 – кількість годин у тижні;

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

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

$$P_{инф} = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 21945 = 9326,625 \text{ кг/год};$$

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

Тоді,

$$m_{об} = \frac{9326,625 \cdot 0,8 \cdot 108}{168 \cdot 1,24 \cdot 21945 \cdot 0,85} = 0,21 \text{ год}^{-1}$$

$$Q_{инф} = (0,21 / 3600) \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 21945 \cdot (22 - (-22)) = 68 \text{ кВт.}$$

Отже, загальні втрати теплоти приміщеннями за формулою (2.1)

$$Q_{втр} = 74,039 + 68 = 142,04 \text{ кВт.}$$

3 ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинків питомі теплові витрати на їх опалення повинні відповідати умові

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}}, \quad (3.1)$$

де $q_{\text{буд}}$ – розрахункові або фактичні питомі теплові витрати за опалювальний період, кВт·год/м²;

E_{max} – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год/м² [кВт·год/м³].

Клас енергетичної ефективності будинку розраховується за різницею розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат від максимально допустимого значення [4], % тобто

$$\delta q_{\text{буд}} = [(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] 100, \quad (3.2)$$

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період $q_{\text{буд}}$, кВт·год/м², визначається за формулою

$$q_{\text{буд}} = Q_{\text{рік}} / V_h, \quad (3.3)$$

де $Q_{\text{рік}}$ – витрати теплоти на опалення будинку протягом опалювального періоду року, кВт·год, що визначається на підставі результатів енергетичного аудиту будинку або за результатами розрахунків;

V_h – опалюваний об'єм будинку, м³.

Розрахункові витрати теплоти, кВт·год, визначаються за формулою

$$Q_{\text{рік}} = [Q_k - (Q_{\text{вн п}} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h, \quad (3.4)$$

де Q_k – загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку будинку, кВт · год;

$Q_{\text{вн п}}$ – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, кВт·год;

Q_s – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт · год, для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу - північ (Пн), схід (С), південь (Пд) і захід (З), або за проміжними напрямками (північ - захід (ПнЗ), північ - схід (ПнС), південь - схід (ПдС) і південь - захід (ПдЗ);

v – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій будинків акумулювати або віддавати тепло при періодичному тепловому режимі, за відсутності точних даних беруть $v = 0,8$;

ζ – коефіцієнт авторегулювання подавання тепла в системах опалення, залежить від способу регулювання витрати теплоти на опалення і може змінюватися від 0,5 до 1,0 (рекомендовано $\zeta = 0,9$);

$$Q_{\text{рік}} = [301352 - (110351 + 71129,6) \cdot 0,8 \cdot 0,9] \cdot 1 = 170685 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Питома витрати теплоти за опалювальний період за формулою (3.3)

$$q_{\text{буд}} = \frac{170685}{21945} = 7,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3.$$

Клас енергетичної ефективності будинку за формулою (3.2)

$$\delta q_{\text{буд}} = \frac{7,8 - 15}{15} \cdot 100\% = -48\%.$$

Отже, згідно з даними [4] будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «В».

					ТП 61 05 004 ПЗ	22
		№ докум.	Підпис			

4 НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ ТА ВОЛОГИ ДО ПРИМІЩЕНЬ

4.1 Надходження теплоти від сонячної радіації

На рис. 2.1 наведений план одного з поверхів будівлі з орієнтацією фасадів за сторонами світу

Розрахунки надходжень теплоти від сонячної радіації виконую для правого крила будівлі в осях 6-11.

Надходження в приміщення теплоти (Вт) через світлові отвори від сонячної радіації та різниці температур зовнішнього та внутрішнього повітря визначаю за формулою згідно з [1]

$$Q_{\text{ср}} = (q'F_o' + q''F_o'')\beta_{\text{сз}} K_3 K_o + \frac{t_3 - t_b}{R_o} F_o', \quad (4.1)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Знайду коефіцієнти, які входять в формулу (4.1):

- Сонцезахисні пристрої – жалюзі, тому згідно з [1] коефіцієнт теплопропускання сонечнозахисних пристроїв має значення $\beta_{\text{сз}}=0,7$;
- Заповнення світлових отворів – двокамерні склопакети, тому згідно з [1] $K_3=0,9$;
- Наявні внутрішні сонцезахисні пристрої – жалюзі, тому згідно з [1] коефіцієнт, яким враховують акумуляцію теплоти внутрішніми огорожувальними конструкціями приміщення $K_a=1$.

Густини теплового потоку для опроміненої та неопроміненої поверхні для вертикального застління світлових отворів, Вт/м², визначаю за формулами

$$q' = (q_{\text{в.л}} + q_{\text{в.р}}) K_1' K_2', \quad (4.2)$$

$$q'' = q_{\text{в.р}} K_1'' K_2'', \quad (4.3)$$

									23
		№ докум.	Підпис						

$n_{\text{ж}}$ – 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 $q=148,6$ Вт.

Згідно з технічним завданням до виконання проекту кількість людей, що постійно перебувають у приміщеннях офісів одного поверху - 130. Кількість людей одного поверху правого крила будівлі – 64 (32 чоловіків, 32 жінок).

$$Q_{\text{л}} = 148,6 \cdot 32 + 0,85 \cdot 148,6 \cdot 32 = 8797,12 \text{ Вт} = 8,8 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від людей для поверхів 1 - 8 правого крила

$$Q_{\text{л}}^{1-8} = 8 \cdot 8,8 = 70,4 \text{ кВт}$$

4.3 Надходження теплоти від обладнання

Згідно з призначенням приміщення (офісні приміщення) технологічна частина правої частини будівлі складається з 65 комп'ютерів, з середньою електричною потужністю 300 Вт кожен. В такому випадку надходження теплоти від обладнання, кВт, можна визначити за формулою

$$Q_{\text{т}} = \eta_{\text{т}} \cdot N_{\text{т}}, \quad (4.5)$$

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.

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

$$Q_{\text{т}} = 0,4 \cdot 19500 = 7800 \text{ Вт} = 7,8 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від обладнання для поверхів 1-8 правого крила будівлі

$$Q_{\text{т}}^{1-8} = 8 \cdot 7,8 = 62,4 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від електричного освітлення, Вт

$$Q_{\text{е.о}} = \eta_{\text{е.о}} \cdot N_{\text{е.о}}, \quad (4.6)$$

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, Вт.

Для LED лампи $\eta_{\text{е.о}} = 0,95$.

$$Q_{e.o} = 0,95 \cdot 3540 = 3363 \text{ Вт} = 3,4 \text{ кВт}$$

Надходження теплоти від електричного освітлення для поверхів 1-8 правого крила будівлі

$$Q_{e.o}^{1-8} = 8 \cdot 3,4 = 27,2 \text{ кВт}$$

Загальне надходження теплоти від електричного обладнання $Q_e = 89,6 \text{ кВт}$.

4.4 Надходження вологи до приміщень

Надходження вологи від людей розраховую за формулою

$$W_{\text{л}} = \frac{(g \cdot n_{\text{ч}} + 0,85 \cdot g \cdot n_{\text{ж}}) \cdot 10^{-3}}{3600}, \quad (4.7)$$

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

Згідно з технічними умовами експлуатації приміщення, температура в якому знаходиться на рівні $t = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$, люди в приміщенні знаходяться в стані виконання легкої роботи, тому за [1] надходження вологи від одного дорослого чоловіка $g = 91 \text{ г/год}$.

$$W_{\text{л}} = \frac{(91 \cdot 32 + 0,85 \cdot 91 \cdot 32) \cdot 10^{-3}}{3600} = 0,0015 \text{ кг/с}$$

Надходження вологи від людей для 1-8 поверхів правого крила будівлі:

$$W_{\text{л}}^{1-8} = 8 \cdot 0,0015 = 0,012 \text{ кг/с.}$$

5 СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ

5.1 Опис схеми

Розрахунки виконую для системи вентиляції, яка обслуговує приміщення 1-8 поверхів правої частини будівлі.

Припливно-витяжна установка виконана каркасного типу з секціями утилізації теплоти видаляемого повітря, фільтрації, нагрівання та охолодження повітря і вентиляторними секціями. Схема припливно-витяжної камери наведено на рис. 5.1.

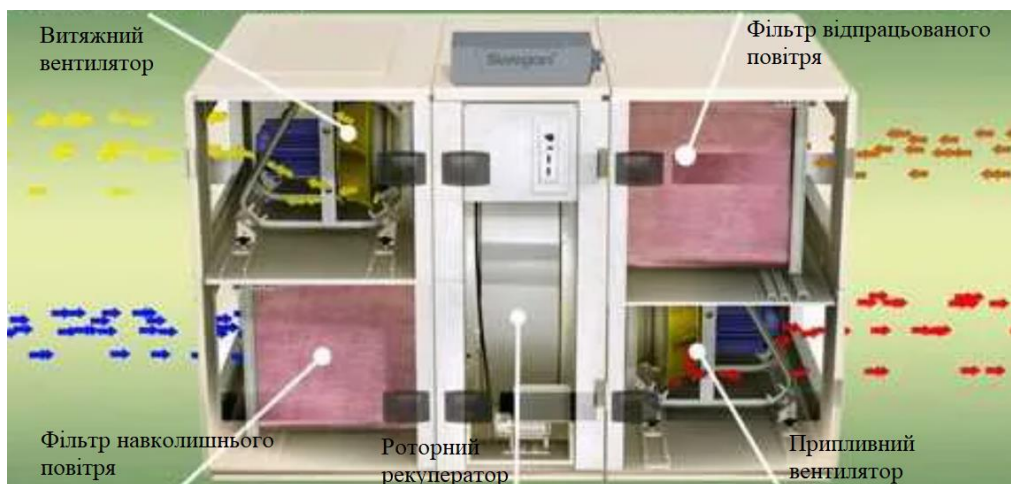


Рисунок 5.1 – Схема припливно-витяжної камери

Секція фільтрації для установок класу G4 для очищення зовнішнього повітря від атмосферного пилу та інших твердих домішок, що містяться в зовнішньому повітрі. Секція теплоутилізації містить регенеративний роторний теплообмінник для використання теплоти та вологи повітря, що видаляється, на нагрів зовнішнього повітря в холодний період року (та охолодження зовнішнього повітря в теплий період року). Секція нагрівання укомплектована електричним повітрянагрівачем і забезпечує догрів зовнішнього повітря в холодний період року. Охолодження зовнішнього повітря до параметрів комфортних умов забезпечує секція охолодження повітря, яка є випарником в складі холодильного контуру. В охолоджувальній системі в холодну пору року в реверсному режимі використовується як тепловий насос для нагріву припливного повітря.

Зовнішнє повітря забирається з покрівлі будівлі, проходить очистку в секції фільтра, проходячи крізь теплоутилізатор, відбирає теплоту витяжного повітря в холодний період, після чого спрямовується у повітрянагрівач, де нагрівається до необхідних параметрів і по системі повітроводів подається у приміщення за допомогою припливного вентилятора, а в теплий період року проходить крізь повітроохолоджувач і по системі повітроводів подається до приміщень.

Витяжне повітря забирається з приміщення по витяжному повітропроводу за допомогою витяжного вентилятора і надходить у роторний рекуператор, де віддає свою

теплоту припливному повітрю з низькою температурою, для покриття частини теплового навантаження та підвищення економічних показників. Більш детально про кожен елемент припливно-витяжної установки розглянуто нижче.

Рівномірний розподіл припливного повітря в приміщення забезпечується мережею повітроводів з установкою в приміщеннях припливних повітророзподільних пристроїв з функцією регулювання витрати повітря, що сприяє ефективному перемішуванню повітря всередині приміщень. Для забезпечення нормованого рівня звукового тиску на постійних робочих місцях на вході і виході з вентиляційної установки передбачені шумоглушники.

Повітря подається безпосередньо в приміщення через стельові розподільники повітря, видалення відбувається безпосередньо з приміщень, а також частково перетіканням повітря в коридор і сан. вузли та видаляється системою місцевої витяжної механічної вентиляції.

5.2 Розрахунки повітрообміну приміщень

Способи визначення повітрообміну приміщень:

- 1 За нормативною кратністю повітрообміну;
- 2 За надлишками теплоти та вологи;
- 3 За надлишками шкідливих речовин, що надходять до приміщень.

Визначення повітрообміну виконаю за нормативною кратністю повітрообміну.

Необхідний повітрообмін для приміщення при заданому внутрішньому об'єму (V_v , м³) та нормативній кратності (m , 1/год), м³/год

$$V = mV_v, \quad (5.1)$$

Масова витрата повітря, кг/с, визначається за рівнянням

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

де ρ - густина повітря, кг/м³.

Густина повітря розраховується за формулою

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

де ρ_n - густина водяної пари, кг/м³;

d - вологовміст повітря, г/кг с.п.

Густина водяної визначаю за формулою

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

де P_n - парціальний тиск водяної пари, Па;

R_n - газова стала водяної пари, Дж/(кг · К);

T_n - температура водяної пари, К.

Для зовнішнього повітря при температурі 23 °С і відносній вологості 69% за $h-d$ діаграмою визначаю вологовміст повітря та парціальний тиск водяної пари, які відповідно дорівнюють: $d = 11,8$ г/кг с.п; $P_n = 1850$ Па.

Температуру зовнішнього повітря беру для розрахункових параметрів (середня температура найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99), яка дорівнює $t = 23$ °С, а $T_n = 273 + 23 = 296$ К; газова стала для водяної пари $R_n = 461$ Дж/(кг · К), тоді

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

Вологовміст повітря згідно з формулою (5.3) дорівнює

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

Результати розрахунків повітрообміну наведено в табл. 5.1, при цьому значення кратності повітрообміну для відповідних приміщень вибрані за [5].

Таблиця 5.1 - Результати розрахунків повітрообміну

Номер приміщення	Назва приміщення	Внутрішній об'єм V_v , м ³	Кратність повітрообміну m , год ⁻¹	Витрата повітря V , м ³ /год
1	2	3	4	5
Перший поверх				
102	Хол	384,96	1	384,96
103	Зона очікування холу	105,29	1	105,29
104	Переговорна	107,31	3	321,93
106	Переговорна	81,63	3	244,89
Всього для першого поверху				1057,07
Другий поверх				
202	Відкритий простір для індивідуального використання	756	3	2268
203	Приймальна	53,82	3	161,46
204	Кабінет	113,28	3	339,84

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
207	Кабінет	27,72	3	83,16
208	Кабінет	108,72	3	326,16
210	Кабінет	25,86	3	77,58
211	Кабінет	26,34	3	79,02
212	Кабінет	24,72	3	74,16
213	Переговорна	54,33	3	162,99
215	Гардеробна	55,83	1	55,83
Всього для другого поверху				3628,2
Третій поверх				
302	Кабінет	112,71	3	338,13
305	Кабінет	107,28	3	321,84
307	Гардеробна	55,50	1	55,50
309	Кабінет	25,68	3	77,04
310	Кабінет	25,77	3	77,31
311	Кабінет	26,28	3	78,84
312	Переговорна	55,17	3	165,51
313	Кабінет	27,03	3	81,09
318	Відкритий простір для індивідуального використання	756	3	2268
321	Приймальня	57,21	3	171,63
Всього для третього поверху				3634,89
Четвертий поверх				
403	Кабінет	68,46	3	205,38
404	Кабінет	113,31	3	339,93
407	Відкритий простір для індивідуального використання	756	2,5	1890
408	Гардеробна	55,41	1	55,41
409	Кабінет	26,28	3	78,84
410	Кабінет	25,68	3	77,04
411	Кабінет	55,86	3	167,58

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
413	Переговорна	53,10	2	106,2
422	Кабінет	107,61	3	322,3
424	Кабінет	69,96	3	209,88
426	Приймальня	47,91	2	95,82
Всього для четвертого поверху				3548,38
П'ятий поверх				
502	Відкритий простір для індивідуального використання	450	3,5	1575
503	Приймальня	43,68	3	131,04
504	Кабінет	81,57	3	244,71
507	Кабінет	107,16	3	321,48
511	Кабінет	26,34	3	79,02
512	Переговорна	54,48	3	163,44
513	Переговорна	55,68	3	167,04
520	Гардеробна	55,77	1	55,77
522	Приймальня	36,69	3	110,07
525	Кабінет	24,33	3	72,99
527	Кабінет	80,43	3	241,29
528	Кабінет	52,32	3	156,96
529	Кабінет	82,86	3	248,58
Всього для п'ятого поверху				3567,39
Шостий поверх				
602	Приймальня	43,23	3	129,69
603	Кабінет	71,49	3	214,47
605	Кабінет	108,45	3	325,35
608	Гардеробна	58,05	1	58,05
610	Кабінет	25,74	3	77,22
611	Переговорна	54,09	3	162,27
612	Переговорна	55,29	3	165,87
619	Кабінет	87,45	3	262,35

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5
621	Відкритий простір для індивідуального використання	600	3,5	2100
624	Приймальня	55,65	3	166,95
627	Кабінет	25,77	3	77,31
Всього для шостого поверху				3728,53
Сьомий поверх				
703	Відкритий простір для індивідуального використання	157,26	3	471,78
705	Приймальня	57,03	2	114,06
708	Кабінет	95,25	3	285,75
709	Кабінет	109,44	1	109,44
710	Відкритий простір для індивідуального використання	285,69	1	285,69
712	Кабінет	213	3	639
713	Кабінет	12,63	3	37,89
716	Переговорна	85,47	3	256,41
731	Приймальня	39,42	2	78,84
Всього для сьомого поверху				2278,86
Восьмий поверх				
803	Відкритий простір для індивідуального використання	149,49	3	448,47
806	Кабінет	107,91	3	323,73
809	Кабінет	36,06	3	108,18
818	Кабінет	29,25	3	87,75
827	Кабінет	98,49	3	295,47
830	Відкритий простір для індивідуального використання	173,34	3	520,02
833	Приймальня	38,85	3	116,55
Всього для восьмого поверху				1900,17
Сумарна витрата повітря				24200

На рис. 5.2 в $h-d$ – діаграмі наведений процес зміни стану припливного повітря, який буде використаний для визначення витрати теплоти для нагрівання повітря в холодний період року.

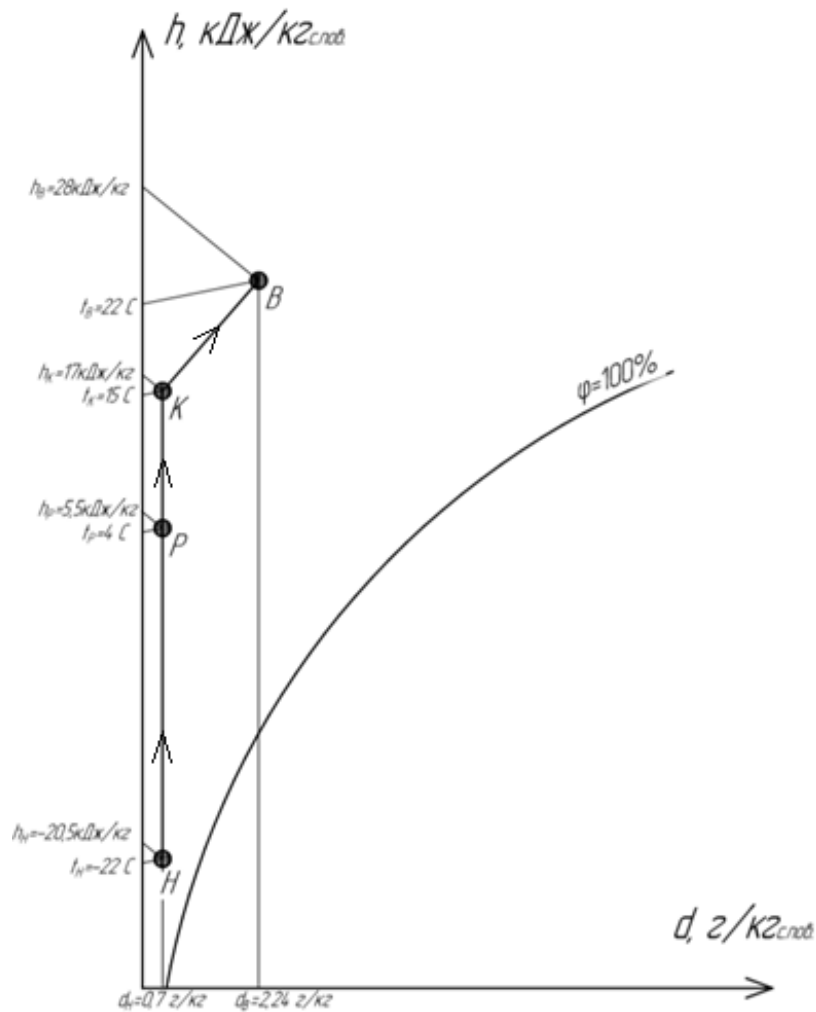


Рисунок 5.2 – Процес зміни стану припливного повітря в приміщеннях в $h-d$ діаграмі для холодного періоду

Згідно з рис. 5.2 зовнішнє повітря з параметрами в точці Н нагрівається спочатку в рекуператорі до температури 4 °С (розрахунок цієї температури наведений нижче), а далі – в калорифері до температури t_k , після чого надходить до приміщення.

Точка Н побудована за параметрами навколишнього середовища [2] ($t_n = -22^\circ\text{C}$, $h_n = -20,6 \text{ кДж/кг}$). За положенням точки Н визначаю вологовміст (d_n). За величиною витрати повітря L , що була розрахована для теплого періоду (7,79 кг/с) та значенням ΣW (0,012 кг/с) визначаю асимілюючу здатність припливного повітря за вологою

$$\Delta d = d_{\text{в}} - d_{\text{н}} = \frac{\Sigma W}{L} \cdot 1000, \quad (5.5)$$

звідки можна визначити величину $d_{\text{в}}$ для холодного періоду

$$d_{\text{в}} = \frac{0,012}{7,8} \cdot 1000 + 0,7 = 2,24 \text{ г/кг с.п.}$$

На перетині величини $d_{\text{в}}$ з прийнятою температурою внутрішнього повітря $t_{\text{в}}$ отримуємо точку В.

Обчислимо кутовий коефіцієнт променю процесу, кДж/кг

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{\Sigma Q}{\Sigma W}, \quad (5.6)$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{89,6 + 70,4 + 226,5}{0,012} = 32208 \text{ кДж/кг}$$

Проводимо через точку В пряму кутового коефіцієнта променю процесу. На перетині з $d_{\text{н}}$ буде точка К. Але оскільки температура припливного повітря $t_{\text{к}} < 15^\circ\text{C}$, тому беру $t_{\text{к}} = 15^\circ\text{C}$. Тоді на перетині $t_{\text{к}}$ з $d_{\text{н}}$ отримуємо точку К, у якій визначаємо ентальпію $h_{\text{к}} = 17 \text{ кДж/кг}$.

Уточнюємо витрату повітря для холодного періоду

$$L_{\text{х}} = \frac{\Sigma W}{d_{\text{в}} - d_{\text{к}}} 1000, \quad (5.7)$$

$$L_{\text{х}} = \frac{0,012}{2,24 - 0,7} \cdot 1000 = 7,79 \text{ кг/с}$$

Витрати теплоти на нагрівання повітря в калорифері

$$Q_{\text{к}} = L_{\text{х}} \cdot (h_{\text{к}} - h_{\text{р}}), \quad (5.8)$$

де $h_{\text{р}}$ – ентальпія повітря після рекуператора – на вході в калорифер, кДж/кг (величина $h_{\text{р}} = 5,5 \text{ кДж/кг}$).

$$Q_{\text{к}} = 7,79 \cdot (17 - 5,5) = 89,6 \text{ кВт}$$

5.3 Розрахунки та вибір обладнання системи вентиляції

За загальною витратою припливного повітря обираю дві однакові припливно-витяжні камери з утилізацією теплоти витяжного повітря.

5.3.1 Повітряні фільтри

Для систем вентиляції та кондиціювання повітря будівель адміністративного типу зазвичай використовують фільтри класу G4, тому для даної системи вибираю повітряні електрофільтри класу G4 з характеристиками [6]:

- Повітропродуктивність: $12100 \text{ м}^3/\text{год}$;
- Втрата тиску: 250 Па ;

- Ефективність очищення: 95%.

Зовнішній вигляд повітряного фільтра показано на рисунку 5.3.



Рисунок 5.3 – Зовнішній вигляд повітряного фільтра

5.3.2 Рекуператор

Для покриття частини теплового навантаження, а також з міркувань енергозбереження в системі вентиляції передбачено роторний регенератор.

Визначаю масові витрати припливного і витяжного повітря, кг/с:

$$L_i = \frac{V_i \cdot \rho_i}{3600}, \quad (5.9)$$

де ρ_i – густина повітря кг/м³;

V_i – об’ємні витрати припливного та витяжного повітря, м³/год.

Густина повітря

$$\rho_i = \frac{353}{273 + t_i}, \quad (5.10)$$

де t_i – температури припливного та витяжного повітря, °С

$$\rho_n = \frac{353}{273 + (-22)} = 1,41 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_v = \frac{353}{273 + 22} = 1,19 \text{ кг/м}^3$$

Об'ємна витрата припливного повітря $V_{\text{п}}=12100 \text{ м}^3/\text{год}$ (визначено вище).

На рекуператор надходить витяжне повітря з першого-восьмого поверхів, тоді $V_{\text{в}}=11700 \text{ м}^3/\text{год}$.

$$L_{\text{в}} = \frac{11700 \cdot 1,19}{3600} = 3,87 \text{ кг/с}$$

$$L_{\text{п}} = \frac{12100 \cdot 1,41}{3600} = 4,74 \text{ кг/с}$$

Розраховую масову швидкість повітря, що видається, у фронтальних перерізах рекуператора, $\text{кг/с} \cdot \text{м}^2$:

$$(\rho g_{\text{ф}})_{\text{в}} = \frac{L_{\text{в}}}{f_{\text{в}}}, \quad (5.11)$$

де $f_{\text{в}}$ – площа фронтального перерізу за витяжним повітрям (згідно з даними регенератора $f_{\text{в}}=0,7 \text{ м}^2$).

$$(\rho g_{\text{ф}})_{\text{в}} = \frac{3,87}{0,7} = 5,5 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2.$$

Знаходжу відношення водяних еквівалентів припливного і витяжного повітря:

$$\omega = \frac{c_{\text{з}} \cdot L_{\text{п}}}{c_{\text{в}} \cdot L_{\text{в}}}, \quad (5.12)$$

де $c_{\text{з}}$ і $c_{\text{в}}$ – теплоємності припливного і витяжного повітря ($c_{\text{з}}=c_{\text{в}}$).

$$\omega = \frac{4,74}{3,87} = 1,22.$$

Визначаю кількість одиниць перенесення теплоти за потоком витяжного повітря:

$$N_{\text{в}} = 10,95 \cdot (\rho g_{\text{ф}})_{\text{в}}^{-0,45}, \quad (5.13)$$

$$N_{\text{в}} = 10,95 \cdot (5,5)^{-0,45} = 5.$$

За величинами $N_{\text{в}}$ і ω з рис. 5.4 обчислюю коефіцієнт температурної ефективності утилізатора за потоком припливного повітря, що нагрівається:

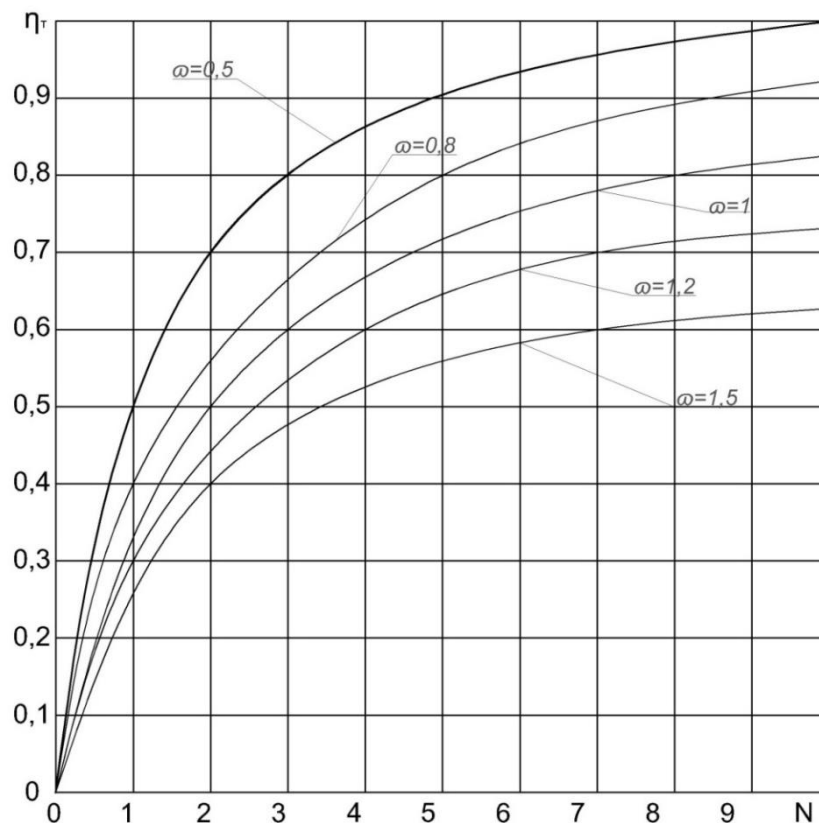


Рисунок 5.4 – Графік для визначення коефіцієнта температурної ефективності за потоком повітря, що нагрівається

$$\eta_{th} = 0,6.$$

Визначаю кінцеву температуру повітря, що нагрівається, °C:

$$t_{n2} = t_{n1} + \eta_{th}(t_{v1} - t_{n1}), \quad (5.14)$$

$$t_{n2} = -22 + 0,6 \cdot (22 - (-22)) = 4,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Таким чином, обираємо оребрений роторний рекуператор, зовнішній вигляд якого наведений на рис. 5.5, з наступними характеристиками (див. табл. 5.2).

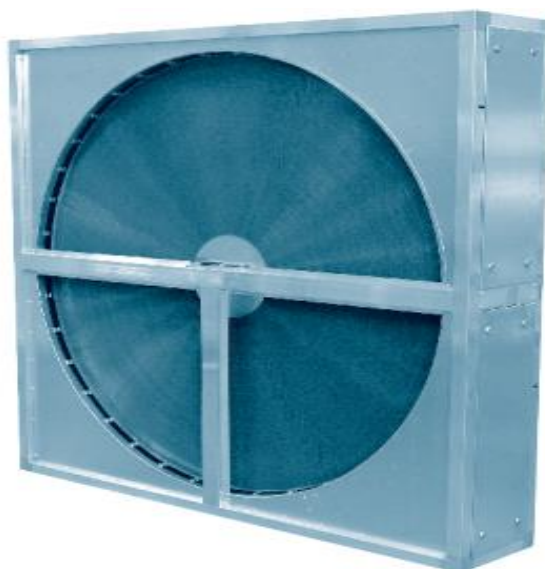


Рисунок 5.5 – Зовнішній вигляд роторного рекуператора

Таблиця 5.2 – Основні технічні характеристики роторного рекуператора

Найменування параметра	Одиниця	Значення параметра
Матеріал	-	Al
Загальна ефективність	%	85
Потужність	кВт	370
Модель	-	Ostberg DS 2400 S RWR
Припливне повітря		
Витрата	м³/год	13000
Температура на вході	°C	-22
Температура на виході	°C	10
Відносна вологість на вході	%	80
Витяжне повітря		
Витрата	м³/год	13000
Температура на вході	°C	20
Відносна вологість на вході	%	50

5.3.3 Повітрянагрівач

Вихідні дані до розрахунку:

- масова витрата повітря $L = 3,9$ кг/с ;
- необхідна потужність повітрянагрівача $Q_k = 89,6$ кВт;
- температура навколишнього повітря (т. Р) $t_p = 4^{\circ}\text{C}$;
- температура припливного повітря (т. К) $t_k = 15^{\circ}\text{C}$;

$$v_B = \frac{1,07}{0,00265 \cdot 971,8} = 0,4 \text{ м/с.}$$

За каталогом калориферів серії КФБ АЗ за масовою швидкістю руху повітря $(\rho v)_{\text{пв}}$ та швидкістю води v_B визначаю коефіцієнт теплопередачі $k = 33,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Розраховую середній температурний напір у калорифері, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t = \Delta t_{\text{прот}} \cdot \varepsilon_{\Delta t}, \quad (5.19)$$

де $\Delta t_{\text{прот}}$ – середній температурний напір для протитечійної схеми руху теплоносіїв, $^{\circ}\text{C}$, (див. рис. 5.6)

$\varepsilon_{\Delta t}$ – поправка на перехресну течію, $\varepsilon_{\Delta t} = 0,97$.

Для визначення середнього температурного напору для протитечійної схеми руху теплоносіїв (див. рис. 5.6) визначаю більшу та меншу різниці температур, $^{\circ}\text{C}$, відповідно:

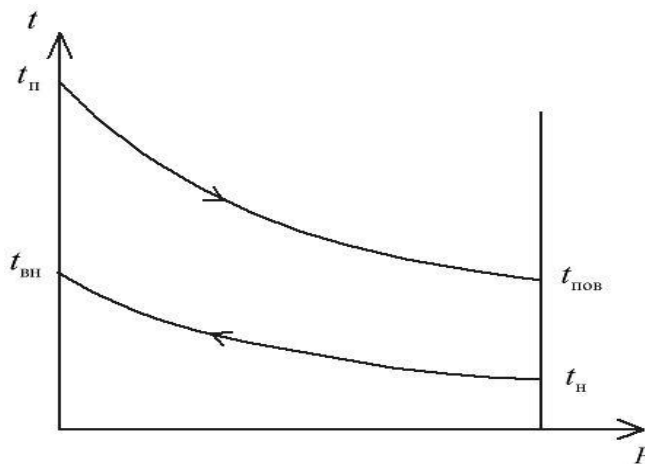


Рисунок 5.6 – Графік зміни температур теплоносіїв

$$\Delta t_M = t_{\text{пов}} - t_{\text{н}}, \quad (5.20)$$

$$\Delta t_M = 70 - 4 = 66^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t_6 = t_{\text{п}} - t_{\text{вн}}, \quad (5.21)$$

$$\Delta t_6 = 90 - 22 = 68^{\circ}\text{C}.$$

Так як $\Delta t_6 / \Delta t_M < 2$ то середній температурний напір для протитечійної схеми руху теплоносіїв визначаю як:

$$\Delta t_{\text{прот}} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_M}{2}, \quad (5.22)$$

$$\Delta t_{\text{прот}} = \frac{68 + 66}{2} = 67^{\circ}\text{C},$$

$$\Delta t = 67 \cdot 0,97 = 64,99^\circ \text{C}.$$

Потрібна поверхня нагрівання калориферної установки, м^2 :

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Delta t}, \quad (5.23)$$

$$F = \frac{89,6 \cdot 10^3}{33,2 \cdot 64,99} = 41,5 \text{ м}^2.$$

Визначаю запас дійсної поверхні нагрівання відносно теоретичної, %:

$$\delta F = \frac{F_\delta - F}{F_\delta} \cdot 100, \quad (5.24)$$

$$\delta F = \frac{41,5 - 42,1}{41,5} \cdot 100 = 19\%.$$

Так як $10\% < \delta F < 20\%$, то калориферну установку вибрано правильно.

Зовнішній вигляд повітронагрівача показано на рис. 5.7. Основні технічні дані повітронагрівача наведені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Основні характеристики повітронагрівача

Найменування параметра	Одиниця	Значення параметра
Теплоносій	-	Вода
Матеріал теплообмінника	-	Труби – «Cu» Ребра – «Al»
Повна потужність	кВт	151
Швидкість повітря	м/с	3,926
Сторона повітря		
Витрата	м ³ /год	13500
Температура на вході	°C	-5
Температура на виході	°C	25
Втрата тиску	Па	14
Сторона води		
Витрата	м ³ /год	2,88
Температура на вході	°C	90
Температура на виході	°C	70
Втрата тиску	кПа	24



Рисунок 5.7 – Зовнішній вигляд повітрянагрівача

5.3.4 Повітроохолоджувач

Процес зміни стану повітря в повітроохолоджувачі в $h-d$ діаграмі наведено на рис.

5.8.

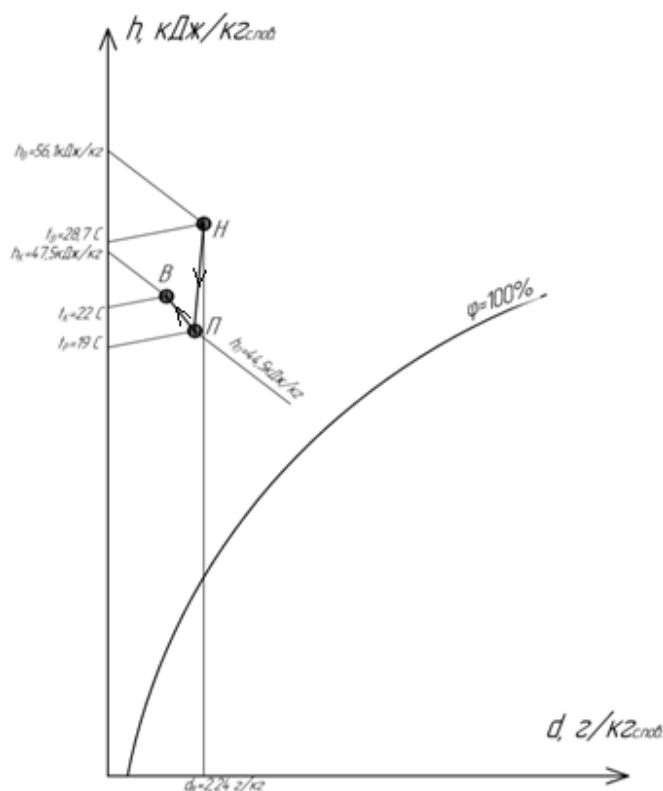


Рисунок 5.8 – Процес зміни стану припливного повітря в приміщенні в $h-d$ діаграмі для теплого періоду

Згідно з рис. 5.8 зовнішнє повітря з параметрами в т.Н (температура $t_n = 28,7$ С і ентальпія $h_n = 56,1$ кДж/кг) охолоджується і осушується в повітроохолоджувачі до температури 19 С (ентальпія 44,5 кДж/кг), після чого надходить до приміщення (т.П). В приміщенні повітря змінює свій стан до т.В.

Необхідна потужність повітроохолоджувача визначається за формулою:

$$Q_{\text{охл}} = L \cdot (h_n - h_p), \quad (5.25)$$

де h_n та h_p – ентальпії навколишнього та припливного повітря відповідно, кДж/кг.

$$Q_{\text{охл}} = 3,9 \cdot (56,1 - 44,5) = 45,24 \text{ кВт.}$$

Зовнішній вигляд повітроохолоджувача представлений на рис. 5.9, основні характеристики наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Основні характеристики повітроохолоджувача

Найменування параметра	Одиниця	Значення параметра
Теплоносій	-	Фреон
Матеріал теплообмінника	-	Труби – латунь; Ребра – «Al»
Повна потужність	кВт	52
Швидкість повітря	м/с	2,84
Сторона повітря		
Витрата	м ³ /год	14000
Температура на вході	°С	40
Температура на виході	°С	19
Втрата тиску	Па	88
Сторона фреону		
Температура на вході	°С	6
Температура на виході	°С	8
Втрата тиску	кПа	50



Рисунок 5.9 – Зовнішній вигляд повітроохолоджувача

5.3.5 Припливний вентилятор

Вентилятори вибираю за об'ємною витратою повітря та повним тиском, Па, що визначаю за опором мережі повітропроводів за формулою

$$\Delta P_m = \Sigma(R \cdot l + Z), \quad (5.26)$$

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

l – довжина ділянки повітропроводу, м;

Z – втрати тиску на місцеві опори на розрахунковій ділянці, Па.

Схема повітропроводів системи припливної вентиляції наведена на рис.5.9.

Згідно з методикою на схемі позначаю ділянки, обираю магістраль, для якої розраховую втрати тиску на тертя та місцеві опори.

Питомі втрати тиску на тертя для сталевих повітропроводів визначаю за формулою:

$$R = \lambda \cdot \frac{\rho_{пв} \cdot v_{пв}^2}{2} \cdot \frac{1}{d_{екв}}, \quad (5.27)$$

де λ – коефіцієнт опору тертя;

$d_{екв}$ – еквівалентний діаметр повітропроводу, м (для прямокутних повітропроводів $d_{екв} = (2a \cdot b / (a + b))$).

Коефіцієнт опору тертя при числі Рейнольдса > 2300 визначаю за формулою Альштуля:

$$\lambda = 0,11 \left[\left(\frac{k_{екв}}{d_{екв}} \right) + \left(\frac{68}{Re} \right) \right]^{0,25}, \quad (5.28)$$

де $k_{екв}$ – абсолютна еквівалентна шорсткість стінок повітропроводів, м (для сталевих повітропроводів $k_{екв} = 0,0001$ м).

Число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_{пв} \cdot d_{екв}}{\nu}, \quad (5.29)$$

де ν – кінематична в'язкість повітря, м²/с (згідно з [7] $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с).

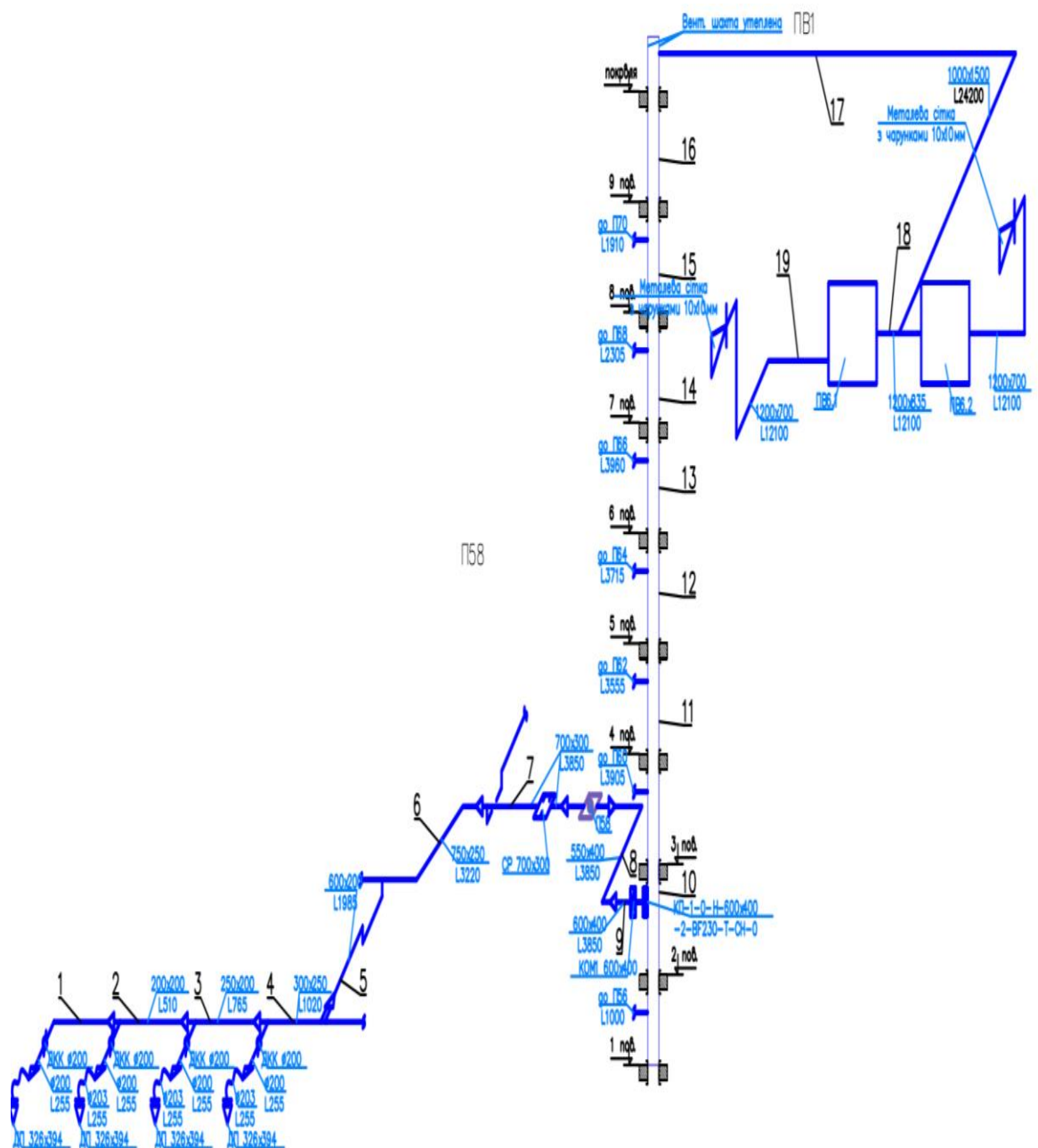


Рисунок 5.9 - Схема припливного повітропроводу системи вентиляції ПВ1

Втрати тиску на місцеві опори визначаю за формулою:

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho_{\text{пв}} \cdot v_{\text{пв}}^2}{2}, \quad (5.30)$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці.

Об'ємна витрата вентилятора $V=12100 \text{ м}^3/\text{год}$.

Згідно з розрахунками витрата повітря через 1 дифузор складає $255 \text{ м}^3/\text{год}$.

На ділянці 1 розташований один дифузор, тоді $V_1 = 255 \text{ м}^3/\text{год}$.

Приймаю швидкість повітря на ділянці $v_1 = 2 \text{ м/с}$, тоді з рівняння суцільності переріз повітропроводу ділянки

$$f_1 = \frac{V_1}{3600 \cdot v_1}, \quad (5.31)$$

$$f_1 = \frac{255}{3600 \cdot 2} = 0,035 \text{ м}^2.$$

За довідковими таблицями [1] обираю повітропровід круглого поперечного перерізу діаметром 200 мм, дійсна площа перерізу якого $f_{д1} = 0,0314 \text{ м}^2$;

$$v_1^д = \frac{V_1}{3600 \cdot f_{д1}}, \quad (5.32)$$

$$v_1^д = \frac{255}{3600 \cdot 0,0314} = 2,26 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{2,26 \cdot 0,2}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 30077.$$

Коефіцієнт опору тертя при числі Рейнольдса $30077 > 2300$ визначаю за формулою Альштуля:

$$\lambda = 0,11 \left[\left(\frac{0,0001}{0,2} \right) + \left(\frac{68}{30077} \right) \right]^{0,25} = 0,025$$

Питомі втрати тиску на тертя за формулою (5.22)

$$R = 0,025 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,26^2}{2} \cdot \frac{1}{0,2} = 0,39 \text{ Па/м.}$$

Коефіцієнти місцевих опорів: дифузор $\xi_д = 1$; трійник $\xi_{тр} = 0,25$; поворот $\xi_{пов} = 0,6$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів для ділянки 1: $\Sigma \xi = 1,6$.

Втрати тиску на місцеві опори для ділянки 1 обчислюю за формулою (5.25)

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

Сумарні втрати тиску на ділянці

$$\Delta P_1 = Rl + Z,$$

$$\Delta P_1 = 0,39 \cdot 3,85 + 4,9 = 6,4 \text{ Па.}$$

На ділянці 2 розташований ще один дифузор, тоді $V_2 = 510 \text{ м}^3/\text{год.}$

Приймаю швидкість повітря на ділянці $v_2 = 4 \text{ м/с}$, тоді з рівняння суцільності переріз повітропровода ділянки

$$f_2 = \frac{510}{3600 \cdot 4} = 0,035 \text{ м}^2.$$

За довідковими таблицями [1] обираю повітропровід прямокутного поперечного перерізу з розмірами сторін 200х200 мм, дійсна площа перерізу якого $f_{д2} = 0,04 \text{ м}^2$;

									46
		№ докум.	Підпис						

$$v_2^d = \frac{510}{3600 \cdot 0,04} = 3,54 \text{ м/с}$$

Визначаю еквівалентний діаметр повітропроводу

$$d_{\text{екв}} = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 0,2}{0,2 + 0,2} = 0,2 \text{ м.}$$

Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{3,54 \cdot 0,2}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 47200.$$

Коефіцієнт опору тертя при числі Рейнольдса $47200 > 2300$ визначаю за формулою Альштуля:

$$\lambda = 0,11 \left[\left(\frac{0,0001}{0,2} \right) + \left(\frac{68}{47200} \right) \right]^{0,25} = 0,023$$

Питомі втрати тиску на тертя за формулою (5.22)

$$R = 0,023 \cdot \frac{1,2 \cdot 3,54^2}{2} \cdot \frac{1}{0,2} = 0,87 \text{ Па/м.}$$

Сума коефіцієнтів місцевих опорів для ділянки 2: $\Sigma \xi = 0,25$.

Втрати тиску на місцеві опори для ділянки 2 за формулою (5.25)

$$Z = 0,25 \cdot \frac{1,2 \cdot 3,54^2}{2} = 1,88 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати тиску на ділянці

$$\Delta P_2 = 0,87 \cdot 3,5 + 1,88 = 4,93 \text{ Па.}$$

Аналогічні розрахунки виконаю для всіх ділянок магістралей, результати наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати аеродинамічного розрахунку для системи вентиляції ПВ1

Номер ділянки	Витрата повітря, V, м³/год	Довжина ділянок ℓ, м	Швидкість повітря v, м/с	Розміри повітропро- водів		Втрати тиску на тертя, Па		Швидкісний напір $\rho v^2/2$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \xi$	Втрати тиску на місцеві опори Z, Па	Загальна втрата тиску на ділянці ($R\ell + Z$), Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі ΔP_m Па
				Круглих d, мм	Прямокутних a x b, мм	На 1 м дов- жини, R	На всій ділянці, Rℓ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	255	3,85	2,26	200	-	0,39	1,5	3,06	1,6	4,9	6,4	6,4
2	510	3,5	3,54	-	200x 200	0,87	3,05	7,52	0,25	1,88	4,93	11,33
3	765	3,3	4,25	-	200x 250	1,08	3,56	10,8	0,25	2,7	6,26	17,59
4	1020	0,7	3,78	-	250x 300	0,19	0,133	8,57	0,25	2,14	2,273	19,863

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	1985	7,5	4,41	-	200x 600	0,78	5,85	11,7	2,05	23,9	29,75	49,613
6	3220	3,7	5,11	-	250x 750	0,75	2,775	15,7	1,2	18,8	21,575	71,188
7	3850	5,2	5,09	-	300x 700	0,66	3,432	15,5	0,25	3,88	7,3	78,5
8	3850	4	4,86	-	400x 550	0,55	2,2	14,2	1,2	17	19,2	97,9
9	3850	1	4,46	-	400x 600	0,44	0,44	11,9	0,25	2,98	3,42	101,32
10	4850	3,3	1,68	-	400x 1200	0,056	0,186	1,69	0,25	0,42	0,606	101,93
11	8755	3,3	3,04	-	400x 1200	0,167	0,55	5,54	0,25	1,39	1,94	103,87
12	12310	3,3	4,27	-	400x 1200	0,31	1,02	10,9	0,25	2,73	3,75	107,62
13	16025	3,3	5,56	-	400x 1200	0,5	1,65	18,5	0,25	4,64	6,29	113,91
14	19985	3,3	6,94	-	400x 1200	0,76	2,51	28,9	0,25	7,22	9,73	123,64
15	22290	3,3	7,74	-	400x 1200	0,92	3,036	35,9	0,25	8,99	12,03	135,67
16	24200	3,3	7	-	800x 1200	0,43	1,42	29,4	0,25	7,35	8,77	144,436
17	24200	5,7	4,8	-	1000 x150 0	0,16	0,91	13,8	0,6	8,28	9,19	153,63
18	12100	1	3,5	-	800x 1200	0,15	0,15	7,35	0,25	1,84	1,99	155,62
19	12100	3,9	3,36	-	700x 1200	0,12	0,47	6,77	1,2	8,12	8,59	164,21

Повний тиск вентилятора, Па, визначаю за формулою

$$H_v = 1,1 \cdot \Delta P_m + \Delta P_f + \Delta P_p + \Delta P_{пн} + \Delta P_{по} + \Delta P_{ш}, \quad (5.33)$$

де ΔP_m – сумарний опір мережі повітропроводів, дорівнює 165 Па (див. табл. 5.5);

ΔP_f – опір фільтра, дорівнює 250 Па (див. технічні характеристики підрозділ 5.3.1);

ΔP_p – опір рекуператора, дорівнює 170 Па (див. табл. 5.2);

$\Delta P_{пн}$ – повітронагрівача, дорівнює 14 Па (див. табл. 5.3);

$\Delta P_{по}$ – повітроохолоджувача, дорівнює 88 Па (див. табл. 5.4);

$\Delta P_{ш}$ – шумоглушника, дорівнює 150 Па.

$$H_v = 1,1 \cdot 165 + 250 + 170 + 14 + 88 + 150 = 855 \text{ Па.}$$

За величиною $V=12100 \text{ м}^3/\text{год}$ та $H_v = 855 \text{ Па}$ обираю радіальний вентилятор, основні технічні дані якого наведені в табл. 5.6, зовнішній вигляд показано на рис. 5.10.



Рисунок 5.10 – Зовнішній вигляд вентилятора

Таблиця 5.6 – Основні технічні дані припливного вентилятора

Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Значення
Модель	-	ВР 287-46 (ВЦ 14-46) №6
Повна витрата повітря	$\text{м}^3/\text{год}$	23600
Частота обертання	об/хв	750
Тиск	Па	980
Потужність на валу	кВт	11
ККД	%	87
Тип двигуна	-	Електричний
Електричний захист	-	IP54
Встановлена потужність	кВт	11
Електроживлення	В/-/Гц	400/3/50
Повний рівень звукової сили	дБ	70

Аналогічні розрахунки виконую для витяжного повітропроводу та вибору витяжного вентилятора, результати розрахунку зведено у табл. 5.7.



Таблиця 5.7 - Результати аеродинамічного розрахунку для системи витяжного повітропроводу ПВ1

Номер ділянки	Витрата повітря, $V, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянок $\ell, \text{ м}$	Швидкість повітря $v, \text{ м/с}$	Розміри повітропроводів $a \times b, \text{ мм}$	Втрати тиску на тертя, Па		Швидкісний напір $\rho v^2/2, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \xi$	Втрати тиску на місцеві опори $Z, \text{ Па}$	Загальна втрата тиску на ділянці $(R\ell + Z), \text{ Па}$	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі $\Delta P_{\text{м}}, \text{ Па}$
					На 1м довжини, R	На всій ділянці, $R\ell$					
1	200	1,8	3,7	150x100	1,78	3,2	8,2	1,6	13,1	16,3	16,3
2	505	7	3,5	200x200	0,85	5,95	7,35	0,25	1,84	7,79	24,09
3	1115	9,2	5,16	300x200	1,33	12,24	15,9	3,25	51,9	64,14	88,23
4	1180	2,4	5,46	300x200	1,49	3,58	17,9	0,25	4,47	8,05	96,28
5	3700	4,6	5,7	600x300	0,88	4,05	19,5	0,5	9,75	13,8	110,08
6	3700	3,3	4,11	500x500	0,36	1,19	10,1	1,2	12,2	13,39	123,47
7	3700	1,8	4,28	600x400	0,41	0,74	10,9	0,25	2,75	3,49	126,96
8	4700	3,3	1,36	800x1200	0,02	0,066	1,11	0,25	0,28	0,346	127,3
9	8455	3,3	2,44	800x1200	0,06	0,198	3,57	0,25	0,89	1,09	128,39
10	11860	3,3	3,43	800x1200	0,12	0,396	7,06	0,25	1,76	2,156	130,55
11	15425	3,3	4,46	800x1200	0,19	0,627	11,9	0,25	2,98	3,607	134,157
12	19235	3,3	5,57	800x1200	0,28	0,924	18,6	0,25	4,65	5,574	139,731
13	21490	3,3	6,22	800x1200	0,34	1,122	23,2	0,25	5,8	6,922	146,654
14	23375	3,3	6,76	800x1200	0,39	1,287	27,4	0,5	13,7	14,987	161,641
15	23375	5,7	4,06	1000x1600	0,11	0,363	9,89	0,85	8,4	8,763	170,404
16	11700	5,3	4,51	1200x600	0,24	0,792	12,2	1,2	14,6	15,392	185,796

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot 185,796 + 250 = 455 \text{ Па.}$$

За величиною $V = 11700 \text{ м}^3/\text{год}$ та $H_{\text{в}} = 455 \text{ Па}$ обираю радіальний вентилятор, основні технічні дані якого наведені в табл. 5.8, зовнішній вигляд вентилятора аналогічний до припливного.

Таблиця 5.8 – Основні технічні дані вентилятора

Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Значення
Модель	-	ВР 88-75 (ВЦ 4-75) №8
Повна витрата повітря	м³/год	17000
Частота обертання	об/хв	750
Тиск	Па	590
Потужність на валу	кВт	4
ККД	%	81
Тип двигуна	-	Електричний
Електричний захист	-	IP55
Встановлена потужність	кВт	4
Електроживлення	В/-/Гц	400/3/50
Повний рівень звукової сили	дБ	68

6 СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ

6.1. Опис схеми

Розрахунки виконую для системи кондиціювання цокольного, першого та другого поверху.

Дана система є двотрубна мультизональною. Мультизональна система характеризується великою кількістю внутрішніх блоків та великою довжиною міжблочних комунікацій. Система складається з одного зовнішнього блоку та підключених до нього великої кількості внутрішніх блоків. При цьому для кожного внутрішнього блоку можуть бути задані різні параметри режимів роботи. Двотрубні мультизональні системи можуть одночасно працювати тільки на охолодження або тільки на нагрівання.

Принцип дії мультизональної системи: компресор зовнішнього блоку стискає фреон і в газоподібній фазі подає по системі фреонових труб в конденсатор. В конденсаторі фреон охолоджується і конденсується. Після конденсатора, вже рідкий холодильний агент, по системі трубопроводів поступає до внутрішніх блоків. На вході в блок фреон дроселюється і з певною витратою поступає в теплообмінник внутрішнього блоку, який обдувається повітрям, яке знаходиться в приміщенні. Холодильний агент при цьому закипає та переходить в пароподібну фазу. Далі холодильний агент поступає в компресор і цикл повторюється.

Встановлені внутрішні блоки двох типів: касетні (див. рис. 6.1) та настінні (див. рис. 6.2)



Рисунок 6.1 – Зовнішній вигляд касетного внутрішнього блоку



Рисунок 6.2 – Зовнішній вигляд настінного внутрішнього блоку

6.2. Розрахунок повітрообміну приміщень

Виконаю розрахунки повітрообміну аналогічно до методики наведеної вище.

Результати розрахунків повітрообміну наведено в табл. 6.1, при цьому значення кратності повітрообміну для відповідних приміщень вибрані за [5].

Таблиця 6.1 - Результати розрахунків повітрообміну

Номер приміщення	Назва приміщення	Внутрішній об'єм $V_v, \text{м}^3$	Кратність повітрообміну $n, \text{год}^{-1}$	Витрата повітря $V, \text{м}^3/\text{год}$
1	2	3	4	5
Цокольний поверх				
008	Конференц зала	324,78	2	649,56
022	Спортивна зала	281,19	3	843,57
Всього для цокольного поверху				1168,35
Перший поверх				
102	Хол	384,96	1	384,96
103	Зона очікування холу	105,29	1	105,29
104	Переговорна	107,31	3	321,93
106	Переговорна	81,63	3	244,89
107	Відділ фізичного захисту	42,33	3	126,99
110	Кабінет	33,9	3	101,7
111	Кабінет	30,03	3	90,09

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
112	Переговорна	55,2	3	165,6
113	Переговорна	59,34	3	178,02
117	Переговорна	111,15	3	333,45
118	Місце для кави	83,61	2	167,22
121	Кімната для приймання їжі	105,15	3	315,45
123	Відкритий простір для індивідуального використання	1317,27	3	3951,81
125	Дитяча кімната	92,01	2	276,03
Всього для першого поверху				6763,43
Другий поверх				
202	Відкритий простір для індивідуального використання	1783,59	3	5350,77
203	Приймальня	53,82	3	161,46
204	Кабінет	113,28	3	339,84
207	Кабінет	27,72	3	83,16
208	Кабінет	108,72	3	326,16
210	Кабінет	25,86	3	77,58
211	Кабінет	26,34	3	79,02
212	Кабінет	24,72	3	74,16
213	Переговорна	54,33	3	162,99
214	Переговорна	59,34	3	178,02
216	Кабінет	21,06	3	63,18
217	Кабінет	24,21	3	72,63
219	Кімната відпочинку	88,98	2	177,96
221	Кухня	105,39	3	316,17
224	Кабінет	117,39	3	352,17
225	Приймальня	44,7	3	134,1
226	Комутаційна	16,47	2	32,94
Всього для другого поверху				7982,31
Сумарна витрата повітря				15914,09

6.3. Розрахунок надходжень теплоти та вологи до приміщень

Розрахунки виконую аналогічно до методики наведеної вище.

6.3.1. Надходження теплоти від сонячної радіації

Густини потоків сонячної радіації:

$$q'_z = (512 + 146) \cdot 0,54 \cdot 0,95 = 337,554 \text{ Вт/м}^2.$$

$$q''_c = 58 \cdot 1,26 \cdot 0,95 = 69,426 \text{ Вт/м}^2.$$

$$q''_{nn} = 69 \cdot 1,26 \cdot 0,95 = 82,593 \text{ Вт/м}^2.$$

Площа засклень будівлі:

- загальна площа засклення сторони, що опромінюється $F'_{оз} = 350 \text{ м}^2$;

- загальна площа засклення сторони, що не опромінюється $F''_{ос} = 330 \text{ м}^2, F''_{о пн} = 62 \text{ м}^2$.

Тоді надходження теплоти від сонячної радіації

$$Q_{с,р} = (350 \cdot 337,554 + 330 \cdot 69,426 + 62 \cdot 82,593) \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 + \\ + \frac{28,7 - 22}{0,58} (350 + 330 + 62) = 100,66 \text{ кВт}$$

6.3.2. Надходження теплоти від людей

Кількість людей цокольного, першого та другого поверхів – 306 (153 чоловіка, 153 жінки).

$$Q_{л} = 148,6 \cdot 153 + 0,85 \cdot 148,6 \cdot 153 = 42 \text{ кВт.}$$

6.3.3. Надходження теплоти від обладнання

Згідно з призначенням приміщення (офісні приміщення) технологічна частина приміщення складається з 260 комп'ютерів, з середньою електричною потужністю 300 Вт кожен. Згідно з технічними даними для комп'ютерів, що встановлені в приміщенні величина $\eta_t = 0,4$.

$$Q_t = 0,4 \cdot 78000 = 31200 \text{ Вт} = 31,2 \text{ кВт}$$

Для LED лампи розжарювання $\eta_{е.о} = 0,95$.

$$Q_{е.о} = 0,95 \cdot 13200 = 12540 \text{ Вт} = 12,5 \text{ кВт.}$$

Загальне надходження теплоти від електричного обладнання $Q_e = 43,7 \text{ кВт.}$

6.3.4. Надходження вологи до приміщення

$$W_{л} = \frac{(91 \cdot 153 + 0,85 \cdot 91 \cdot 153) \cdot 10^{-3}}{3600} = 0,007 \text{ кг/с.}$$

6.4. Розрахунки та вибір обладнання системи кондиціонування

6.4.1 Внутрішні блоки

Холодопродуктивність внутрішніх блоків знаходимо за формулою

					ТП 61 05 004 ПЗ	56
		№ докум.	Підпис			

$$Q_{\text{вн}} = \Sigma L_{\text{вн}} (h_{\text{в}} - h_{\text{п}}), \quad (6.1)$$

де $L_{\text{вн}}$ – масова витрата повітря, кг/с.

Визначаю об'ємну витрату повітря

$$V_{\text{вн}} = V_{\Sigma} \cdot m, \quad (6.2)$$

де m – кратність циркуляції (беру за практичними рекомендаціями 3 1/год).

$$V_{\text{вн}} = 15914,09 \cdot 2 = 31828,18 \text{ м}^3/\text{год}.$$

За отриманою величиною обираю внутрішні блоки, розміщення яких у приміщенні наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розміщення внутрішніх блоків

Номер приміщення	Назва приміщення	Модель внутрішнього блоку	Витрата повітря, м³/год	Кількість внутрішніх блоків, м³/год	Загальна витрата повітря, м³/год
1	2	3	4	5	6
Цокольний поверх					
008	Конференц зала	ARNU21GTQD4	720	3	2160
022	Спортивна зала	ARNU07GTRD4	450	2	900
Всього для цокольного поверху					3060
Перший поверх					
102	Хол	ARNU12GTRD4	522	3	1566
103	Зона очікування холу	ARNU09GTRD4	480	1	480
104	Переговорна	ARNU12GTRD4	522	1	522
106	Переговорна	ARNU07GTRD4	450	2	900
107	Відділ фізичного захисту	ARNU07GTRD4	450	1	450
110	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5	6
111	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450
112	Переговорна	ARNU07GSJC4	450	1	450
113	Переговорна	ARNU07GSJC4	450	1	450
117	Переговорна	ARNU09GTRD4	480	1	480
118	Місце для кави	ARNU12GTRD4	522	1	522
121	Кімната для приймання їжі	ARNU12GTRD4	522	1	522
123	Відкритий простір для індивідуального використання	ARNU07GTRD4	450	1	450
		ARNU12GTRD4	522	3	1566
		ARNU15GTRD4	660	4	2640
		ARNU18GTRD4	672	4	2688
125	Дитяча кімната	ARNU15GTRD4	660	1	660
Всього для першого поверху					15246
Другий поверх					
202	Відкритий простір для індивідуального використання	ARNU07GTRD4	450	2	900
		ARNU09GTRD4	480	7	3360
		ARNU12GTRD4	522	3	1566
		ARNU18GTRD4	672	2	1344
		ARNU21GTQD4	720	2	1440
203	Приймальна	ARNU07GTRD4	450	1	450
204	Кабінет	ARNU09GTRD4	480	1	480
207	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450
208	Кабінет	ARNU09GTRD4	480	1	480
210	Кабінет	ARNU09GTRD4	480	1	480

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5	6
211	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450
212	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450
213	Переговорна	ARNU07GSJC4	450	1	450
214	Переговорна	ARNU07GSJC4	450	1	450
216	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450
217	Кабінет	ARNU07GTRD4	450	1	450
219	Кімната відпочинку	ARNU09GTRD4	480	1	480
221	Кухня	ARNU09GTRD4	480	1	480
224	Кабінет	ARNU09GTRD4	480	1	480
225	Приймальня	ARNU07GTRD4	450	1	450
Всього для другого поверху					15540
Сумарна продуктивність					33846

Масова витрата повітря за формулою (5.2)

$$L_{\text{вн}} = \frac{31828,18 \cdot 1,2}{3600} = 10,61 \text{ кг/с.}$$

Таким чином, холодопродуктивність внутрішніх блоків за формулою (6.1)

$$Q_{\text{вн}} = 10,61 \cdot (47,5 - 44,5) = 31,83 \text{ кВт.}$$

Технічні характеристики внутрішніх блоків наведено в табл. 6.3 – 6.9.

Таблиця 6.3 – Технічна характеристика внутрішнього блоку ARNU07GSJC4

Модель			ARNU07GSJC4
Потужність	Охолодження	кВт	2,2
	Нагрів	кВт	2,5
Споживана потужність		кВт	0,012
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	818*316*189
Вага		кг	8,4
Витрата повітря		м³/год	432
Рівень звукової потужності		дБа	32
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

Таблиця 6.4 – Технічна характеристика внутрішнього блоку ARNU07GTRD4

Модель			ARNU07GTRD4
Потужність	Охолодження	кВт	2,2
	Нагрів	кВт	2,5
Споживана потужність		кВт	0,013
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	570*214*570
Вага		кг	12,6
Витрата повітря		м³/год	450
Рівень звукової потужності		дБа	29
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

Таблиця 6.5 – Технічна характеристика внутрішнього блоку ARNU09GTRD4

Модель			ARNU09GTRD4
Потужність	Охолодження	кВт	2,8
	Нагрів	кВт	3,2
Споживана потужність		кВт	0,014
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	570*214*570
Вага		кг	13,7
Витрата повітря		м³/год	480
Рівень звукової потужності		дБа	30
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

Таблиця 6.6 – Технічні характеристики внутрішнього блоку ARNU12GTRD4

Модель			ARNU12GTRD4
Потужність	Охолодження	кВт	3,6
	Нагрів	кВт	4,0
Споживана потужність		кВт	0,017
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	570*214*570
Вага		кг	13,7
Витрата повітря		м³/год	522
Рівень звукової потужності		дБа	32
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

Таблиця 6.7 – Технічні характеристики внутрішнього блоку ARNU15GTQD4

Модель			ARNU15GTQD4
Потужність	Охолодження	кВт	4,5
	Нагрів	кВт	5,0
Споживана потужність		кВт	0,024
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	570*256*570
Вага		кг	15
Витрата повітря		м³/год	660
Рівень звукової потужності		дБа	36
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

Таблиця 6.8 – Технічні характеристики внутрішнього блоку ARNU18GTQD4

Модель			ARNU18GTQD4
Потужність	Охолодження	кВт	5,6
	Нагрів	кВт	6,3
Споживана потужність		кВт	0,025
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	570*256*570
Вага		кг	15
Витрата повітря		м³/год	672
Рівень звукової потужності		дБа	37
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

Таблиця 6.9 – Технічні характеристики внутрішнього блоку ARNU21GTQD4

Модель			ARNU21GTQD4
Потужність	Охолодження	кВт	6,0
	Нагрів	кВт	6,8
Споживана потужність		кВт	0,028
Клас енергоефективності	Охолодження/нагрів		A/A
Розміри	Довжина*ширина*глибина	мм	570*256*570
Вага		кг	15
Витрата повітря		м³/год	720
Рівень звукової потужності		дБа	40
Холодоносій		Тип	Фреон
Електроживлення			220/1/50

6.4.2 Зовнішній блок

Необхідну холодопродуктивність зовнішнього блоку розраховую за формулою

$$Q_3 = Q_{\text{вн}} + Q_{\text{по}}, \quad (6.3)$$

Виконаю розрахунки потужності повітроохолоджувача.

Обчислюю масову витрату повітря L за формулою (5.2), кг/с

$$L = \frac{15914,19}{3600} \cdot 1,162 = 5,14 \text{ кг/с}$$

Необхідна потужність повітроохолоджувача визначається за формулою (5.20), кВт

$$Q_{\text{по}} = 5,14 \cdot (56,1 - 44,5) = 59,62 \text{ кВт}$$

Тоді

$$Q_3 = 31,83 + 59,62 = 91,45 \text{ кВт}$$

За значенням необхідної холодопродуктивності обираю зовнішній блок з наступними технічними характеристиками, що наведені в табл. 6.10.

Зовнішній вигляд холодильної машини показано на рис. 6.3.

Таблиця 6.10 – Основні технічні характеристики зовнішнього блоку

Найменування параметра	Одиниця	Значення
Виробник	-	LG
Модель	-	ARUM360LTE5
Холодильний агент	-	R410A
Холодильна потужність	кВт	100,8
Споживана потужність	кВт	25
Напруга	В/-Гц	380-415/3/50
Габаритні розміри (довжина*висота*ширина)	мм*мм*мм	(1240*1690*760)*1 + (930*1690*760)*1
Вага	кг	310*1 + 215*1



Рисунок 6.3 – Зовнішній вигляд зовнішнього блоку

6.5 Вибір фреоноводів

З'єднання повітроохолоджувачів припливних установок та внутрішніх блоків місцевих автономних кондиціонерів з зовнішніми блоками здійснюється трубопроводами парів фреону та рідкої фази (конденсату).

Діаметр трубопроводів, мм, визначається за формулою

$$d = 1130 \sqrt{\frac{G}{\rho \omega}}, \quad (6.4)$$

де G – витрата холодоносія, кг/с;

ρ – густина, кг/м³;

ω – швидкість холодоносія, м/с.

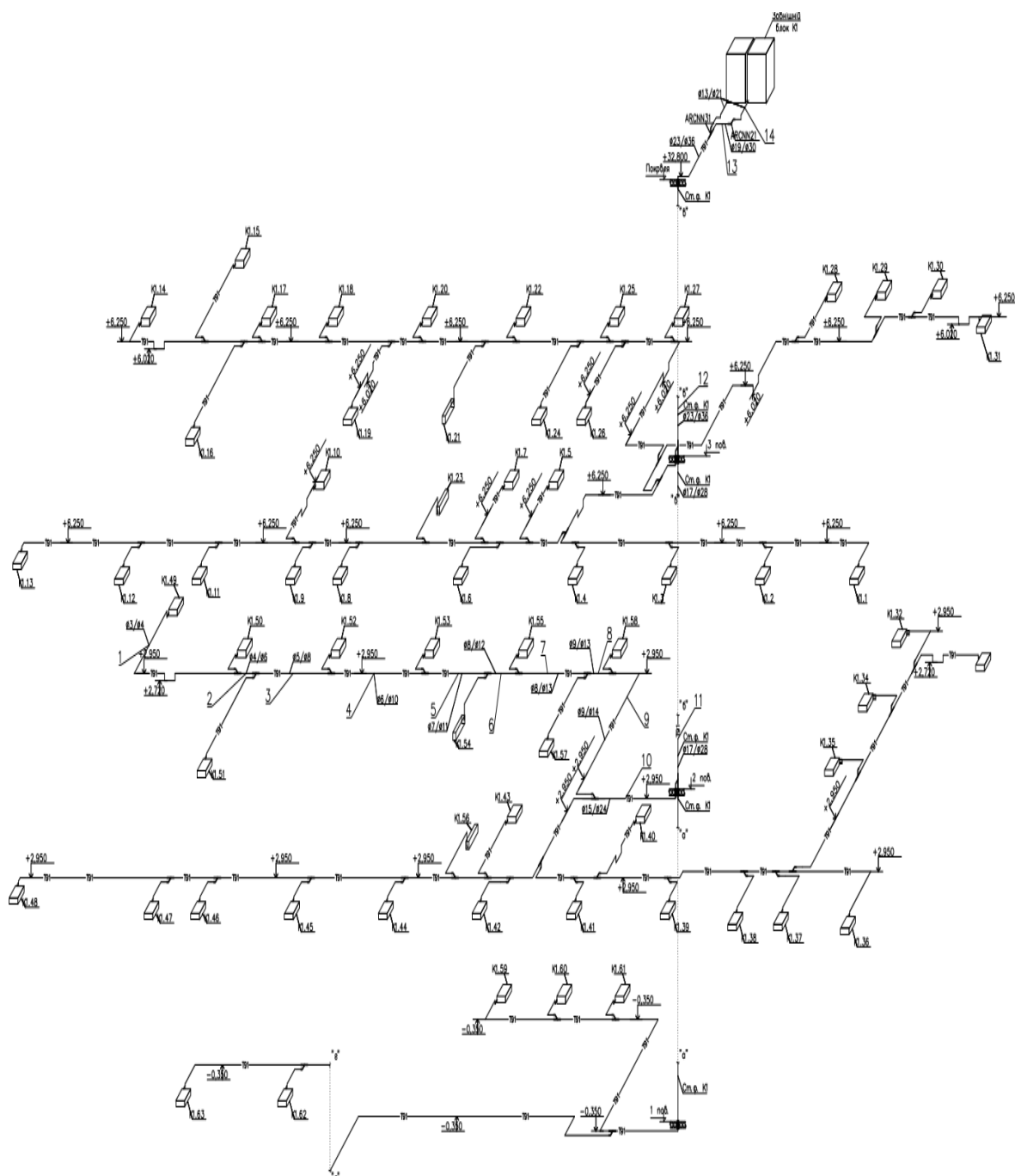
					ТП 61 05 004 ПЗ	64
		№ докум.	Підпис			

Витрату холодоносія, кг/с, визначаю з рівняння теплового балансу

$$G = \frac{\Sigma Q}{r}, \quad (6.5)$$

де r – теплота фазового переходу холодоносія, кДж/кг.

Схема холодопостачання внутрішніх блоків наведена на рис. 6.4



K1.1 – K1.63 – внутрішні блоки, T91 –трубопровід системи холодопостачання, 1-

13– ділянки мережі трубопроводів,

Рисунок 6.4 – Схема трубопроводів холодопостачання внутрішніх блоків

Виконаю розрахунок для 1 ділянки.

Для фреону R410A $r = 264,3$ кДж/кг, тоді

$$G_{\phi p} = \frac{2,8}{264,3} = 0,0106 \text{ кг/с}$$

Для парів фреону $\rho = 18,5$ кг/м³, при цьому швидкість холодоносія $w = 30-40$ м/с.

Приймаю $w = 35$ м/с, тоді

$$d_{n.пp} = \sqrt{\frac{0,0106}{18,5 \cdot 35}} = 0,004 \text{ м} = 4 \text{ мм}$$

Обираю стандартне значення діаметру мідного трубопроводу для пари – 4 мм

Для конденсатопроводу $\rho = 1062$ кг/м³, при цьому швидкість холодоносія $w = 1-2$ м/с.

Приймаю $w = 1,5$ м/с, тоді

$$d = \sqrt{\frac{0,0106}{1062 \cdot 1,5}} = 0,0026 \text{ м} = 2,6 \text{ мм}$$

Обираю стандартне значення діаметру мідного трубопроводу для конденсату –
3 мм

Виконаю розрахунок для 2 ділянки.

$$G_{\phi p} = \frac{6,4}{264,3} = 0,024 \text{ кг/с}$$

$$d_{n.пp} = \sqrt{\frac{0,024}{18,5 \cdot 35}} = 0,006 \text{ м} = 6 \text{ мм}$$

Обираю стандартне значення діаметру мідного трубопроводу для пари – 6 мм

$$d = \sqrt{\frac{0,024}{1062 \cdot 1,5}} = 0,0039 \text{ м} = 3,9 \text{ мм}$$

Обираю стандартне значення діаметру мідного трубопроводу для конденсату –
4 мм

Аналогічні розрахунки виконаю для всіх ділянок магістралей, результати розрахунків наведено в табл. 6.11

					ТП 61 05 004 ПЗ	66
		№ докум.	Підпис			

Таблиця 6.11 – Результати розрахунку трубопроводів системи кондиціонування

Номер ділянки	Витрата фреону , G , кг/с	Діаметри трубопроводів d , мм		Стандартні діаметри трубопроводів d , мм	
		Конденсат	Пара	Конденсат	Пара
1	2	3	4	5	6
1	0,0106	2,6	4	3	4
2	0,024	3,9	6	4	6
3	0,038	4,88	7,66	5	8
4	0,055	5,88	9,22	6	10
5	0,072	6,7	10,5	7	11
6	0,08	7,09	11,11	8	12
7	0,097	7,8	12,24	8	13
8	0,106	8,16	12,79	9	13
9	0,123	8,79	13,78	9	14
10	0,363	15	23,68	15	24
11	0,448	16,77	26,3	17	28
12	0,806	22,49	35,28	23	36
13	0,538	18,38	28,8	19	30
14	0,269	13	20,38	13	21

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

В даному дипломному проєкті розробляється система вентиляції та кондиціонування повітря адміністративно-офісної будівлі для створення комфортного мікроклімату.

Проєкт 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 [9] роботи за важкістю у даному приміщенні можуть бути віднесені до категорії легкої тяжкості (І б).

Відповідно до [9], норми мікроклімату виробничих приміщень наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Параметри мікроклімату офісних приміщень

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

Внутрішнє повітря не забруднене. Має місце незначне запилення, що не перевищує середньодобової норми. Вуглекислий газ, що утворюється від подиху людей, видаляється припливно-витяжною вентиляцією. Вироблення токсичних газів у будівлі відсутні.

Наявні наступні джерела підвищення температури повітря: сонячна радіація, технічне обладнання, оствітлювальна техніка, надходження теплоти від людей. Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату в будівлі запроваджено систему вентиляції та кондиціонування повітря, а також теплоізовані трубопроводи.

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, згідно з [9], 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.

7.1.2 Розрахунок повітрообміну приміщень

Результати розрахунків повітрообміну наведено в табл. 5.1, при цьому значення кратності повітрообміну для відповідних приміщень вибрані за [5].

Для забезпечення необхідного повітрообміну правого крила 1-8 поверхів встановлена припливно-витяжна система вентиляції повітря.

7.2 Виробниче освітлення

Для нормальної зорової роботи в офісному 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 офісного працівника забезпечується відповідне освітлення адміністративний та побутових приміщень. Для цього визначаємо вид зорових робіт які будуть виконуватися при нормальній роботі обладнання, ремонті та аварійному режимі. Норми освітленості і КПО, відповідно до [10] занесемо до таблицю 7.3.

Таблиця 7.3. Норми освітленості і КПО цеху, згідно [10]

Розряд і під- розряд зорової роботи	Освітленість, лк		КПО, %	
	Штучне		Природне	Суміщене
	Комбіноване	Загальне	Верхнє і бічне	Верхнє і бічне
Б 1	400/200	300	3 і 1	1,8 і 0,6

Для освітлення виробничого приміщення використовуються LED лампи розжарювання. Для контролю освітленості передбачено люксметр типу Ю-117.

7.3 Виробничий шум і вібрація

Одним з головних умов організації роботи промислового підприємства є контроль рівня шуму і вібрацій, які негативно впливають на здоров'я персоналу. Безперервний шум від працюючих охолоджувачів повітря, системи вентиляції 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 і рідини в трубах, яка передається на будівельні конструкції, викликаючи загрозу їх руйнування.

Рівень шуму на виробництві залежить від одночасної роботи всього обладнання і не повинен перевищувати 50 дБА, згідно [11]. Фактичне значення складає 46 дБА, що відповідає вимогам.

Відповідно до [12] 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.

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.

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 [13].

									70
		№ докум.	Підпис						

7.4 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 7.4.

Таблиця 7.4 - 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 [14], установки та прилади, які наявні в даній будівлі, відносяться до класу захисту II.

Технічні засоби для безпеки працюючого персоналу, 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:

					ТП 61 05 004 ПЗ	71
		№ докум.	Підпис			

- 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 робіт 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 ушкодженнях, 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 технічних приміщеннях 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.

7.5 Пожежна безпека

У адміністративно-офісному 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 замикання, займання матеріалів і речовин. Будівлю виконано, згідно [15].

За пожежною небезпекою, згідно [16], будівля 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.

					ТП 61 05 004 ПЗ	72
		№ докум.	Підпис			

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 [17]):

- 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-офісній будівлі застосовується розпилена вода як один із способів пожежогасіння. Відповідно до [18], в компресорному цеху встановлюється автоматичне водяне пожежогасіння.

Склад захищено від прямого удару блискавки (відповідно до [19]) за допомогою блискавководу, 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 05 004 ПЗ	73
		№ докум.	Підпис			

ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект є реальним проектом систем вентиляції та кондиціонування повітря адміністративної будівлі у м. Києві, що складається з низки теплотехнічних розрахунків і технічних рішень, направлених на реалізацію інженерних систем будівлі, які розглядається. Проект відповідає усім сучасним нормам з енергозбереження, автоматизації та охорони праці експлуатації інженерних систем.

У даному дипломному проекті було виконано наступний обсяг робіт:

Розраховано надходження теплоти та вологи до приміщень, які обслуговує система вентиляції ПВ1 об'єкта проектування, сумарне значення яких складає відповідно 386,5 кВт та 0,012 кг/с. Також розраховано для приміщень, які обслуговує система кондиціонування К1, сумарне значення яких складає відповідно 186,36 кВт та 0,007 кг/с;

1 Розраховані втрати теплоти приміщеннями об'єкта проектування в холодний період, сумарне значення яких склало 142,04 кВт;

2 Визначено клас енергетичної ефективності будівлі – «В»;

3 Розраховано повітрообмін приміщень, які обслуговує система вентиляції ПВ1, що складає 24200 м³/год. Та приміщень, які обслуговує система кондиціонування К1, що складає 15914,09 м³/год;

4 Вибрано основне та допоміжне обладнання системи вентиляції та кондиціонування повітря офісних приміщень згідно з розрахунками;

5 У розділі з охорони праці розглянуті питання, що характерні для систем вентиляції та кондиціонування повітря громадських об'єктів, а саме гігієна праці персоналу вентиляційної камери, безпека в надзвичайних ситуаціях, що можуть виникати в процесі експлуатації обладнання вентиляції повітря, та розглянуті технічні рішення з забезпечення безпечної експлуатації обладнання вентиляції.

Графічна частина розроблена згідно вихідних даних та архітектурно-будівельних креслень. Технічні рішення, прийняті в проекті, відповідають умовам екологічних, санітарно-гігієнічних та інших діючих норм і забезпечують безпечну для життя та здоров'я людей, експлуатацію будівлі.

При розробці проекту були витримані вимоги таких керівних та нормативних документів:

- ДСТУ – Н Б В. 1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДБН В.2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря»;

					ТП 61 05 004 ПЗ	74
		№ докум.	Підпис			

- СНиП 2.04.05-91*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН - В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди»;
- СНиП 3.05.01-85 «Правила производства и приемки работ. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений».

					ТП 61 05 004 ПЗ	75
		№ докум.	Підпис			

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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 – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
2. ДСТУ – Н Б В. 1.1 – 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинні від 2009 – 01 – 07. – Київ: Міненергобуд України, 2013. – 167 с.
3. СНиП 2.04.05-91*У Отопление, вентиляция и кондиционирование. Издание неофициальное, Киев. : Киев ЗНИИЭП, 1996 – 89 с.;
4. «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти», «Енергозбереження в теплопостачанні». Методичні вказівки до виконання практичних занять для студ.напрямку підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» освітньо – кваліфікаційного рівня «бакалавр» і спеціальності «Теплоенергетика» освітньо – кваліфікаційного рівня «спеціаліст» (7.05060101) та «магістр» (8.05060101) / Уклад. : М.Ф. Боженко. – К.: НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. – 60 с.;
5. ДБН В. 2.5 – 67: 2013 Опалення, вентиляція та кондиціювання. – Чинні від 2013 – 09 – 01. – Київ: Міненергобуд України, 2013. – 167 с.
6. Технічні дані продукції з офіційних інтернет ресурсів: <http://www.evroclima.com>, zao-tst.ru, <http://www.ostberg.com.ua/>.
7. Краснощеков Е.А Задачник по теплопередаче: Учеб. Пособие для вузов. / Е.А Краснощеков, А. С. Сукомел – Москва: «Энергия», 1980. – 288 с.;
8. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В.; Под общ.ред. Е.С. Бондаря – К: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим»», 2005. – 560 с.;
9. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;
10. ДБН В2.5.-28-2018 «Природне і штучне освітлення»;
11. ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
12. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
13. ДСТУ ГОСТ 26568:2009 «Вибрация методы и средства защиты»;
14. ДСТУ ІЕС 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання»;
15. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»;
17. ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань»;
18. ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту»;
19. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавкозахисту будівель та споруд».

					ТП 61 05 004 ПЗ	77
		№ докум.	Підпис			

Додаток А
СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ І ТВОРЧИХ ДОСЯГНЕНЬ

Іжевської Тетяни Леонідівни

(прізвище, ім'я, по-батькові студента)

№ з/п	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавтора праці
1	2	3	4	5	6
1	Системи панельно-променевого опалення приміщень	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.	Боженко М. Ф.
2	Система кондиціювання повітря громадських будівель з непрямым випарним охолодженням	Друк	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-	1 стор.	Боженко М. Ф.

1	2	3	4	5	6
3	Порівняльна характеристика утилізаторів теплоти вентиляційних викидів громадських та виробничих будівель	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.	Боженко М. Ф.
4	Порівняльна характеристика утилізаторів теплоти вентиляційних викидів громадських та виробничих будівель	Друк	Робота на XIX Всеукраїнський конкурс «Молодь - енергетиці України – 2019-2020: відкритий конкурс молодих вчених та енергетиків»	33 стор.	-

Автор

Тетяна ІЖЕВСЬКА

Додаток Б

Перевірка дипломного проєкта на академічну доброчесність



Власник документу:
Гавриш Андрій Сергійович

ID перевірки:
1003729104

Дата перевірки:
03.06.2020 11:20:07 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
03.06.2020 11:20:30 EEST

ID користувача:
77138

Назва документу: Izhevsk_bakalavr

ID файлу: 1003743584 Кількість сторінок: 57 Кількість слів: 10288 Кількість символів: 63044 Розмір файлу: 5.51 MB

30.1% Схожість

Найбільша схожість: 13.4% з джерело бібліотеки. ID файлу: 7859489

10.1% Схожість з Інтернет джерелами 130 Page 59

29% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту 283 Page 60

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів 122

					ТП 61 05 004 ПЗ	80
		№ докум.	Підпис			

Перв. застос.	Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод—виготовлювач	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ВЕНТИЛЯЦІЯ								
Справ. №	ПВ1	Припливно—втяжна установка	AeroStar CrossStar 4		"AeroStar Group"	компл.	2	370	
		— секція радіального вентилятора				шт.	4		
		— секція роторного рекуператора				шт.	2		
		— секція повітряного фільтра				шт.	4		
		— секція повітрянагрівача				шт.	2		
		— секція повітроохолоджувача				шт.	2		
	П68, П58	Вентилятор радіальний	BP 287—46 (ВЦ 14—46) №6		"Горизонт"	шт.	2	314	
	В68, В58	Вентилятор радіальний	BP 88—75 (ВЦ 4—75) №8		"Горизонт"	шт.	2	272	
	СР	Шумоглушник розм. 350х200	СР		"Вентс"	шт.	2		
	СР	Шумоглушник розм. 700х300	СР		"Вентс"	шт.	10		
Підп. і дата	СР	Шумоглушник розм. 300х200	СР		"Вентс"	шт.	1		
	СР	Шумоглушник розм. 300х250	СР		"Вентс"	шт.	2		
	СР	Шумоглушник розм. 350х250	СР		"Вентс"	шт.	2		
	СР	Шумоглушник розм. 250х250	СР		"Вентс"	шт.	1		
	СР	Шумоглушник розм. 200х200	СР		"Вентс"	шт.	1		
	СР	Шумоглушник розм. 250х200	СР		"Вентс"	шт.	1		
	КП	Клапан протипожежний боғнезатримуючий з електроприводом BF230—Т (220 В), розм.400х200	КП—1—О—Н—400х200—2—BF230—Т—СН—О		"Вентс"	шт.	2	14,70	
	КП	Клапан протипожежний боғнезатримуючий з електроприводом BF230—Т (220 В), розм.600х400	КП—1—О—Н—600х400—2—BF230—Т—СН—О		"Вентс"	шт.	2	22,50	
	КП	Клапан протипожежний боғнезатримуючий з електроприводом BF230—Т (220 В), розм.700х400	КП—1—О—Н—700х400—2—BF230—Т—СН—О		"Вентс"	шт.	8	25,00	
	КП	Клапан протипожежний боғнезатримуючий з електроприводом BF230—Т (220 В), розм.600х500	КП—1—О—Н—600х500—2—BF230—Т—СН—О		"Вентс"	шт.	2	25,00	
Зам. инв. №	КП	Клапан протипожежний боғнезатримуючий з електроприводом BF230—Т (220 В), розм.600х300	КП—1—О—Н—600х300—2—BF230—Т—СН—О		"Вентс"	шт.	2	20,40	
					ТП 61 05 004 ОВ,ОВ1.С				
					Адміністративно-офісна будівля в м. Києві				
					Система вентиляції і кондиціонування повітря				
					Спеціфікація				
					НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", ТЕФ, кафедра ТПТ				
Підп. і дата									
Инв. №-ориг.									

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод—виготовлювач	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КОМІ	Клапан зворотний розм.600х400	КОМІ		"Вентс"	шт.	2		
КОМІ	Клапан зворотний розм.700х400	КОМІ		"Вентс"	шт.	7		
КОМІ	Клапан зворотний розм.550х400	КОМІ		"Вентс"	шт.	1		
КОМІ	Клапан зворотний розм.500х500	КОМІ		"Вентс"	шт.	1		
КОМІ	Клапан зворотний розм.600х500	КОМІ		"Вентс"	шт.	1		
КОМІ	Клапан зворотний розм.600х300	КОМІ		"Вентс"	шт.	2		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.150х200	ДКП			шт.	1		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.200х100	ДКП			шт.	6		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.150х150	ДКП			шт.	3		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.100х150	ДКП			шт.	50		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.100х100	ДКП			шт.	8		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.250х150	ДКП			шт.	1		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.300х100	ДКП			шт.	1		
ДКП	Дросель— клапан прямокутний розм.450х100	ДКП			шт.	1		
ДКК	Дросель— клапан круглий Ø100	ДКК			шт.	2		
ДКК	Дросель— клапан круглий Ø125	ДКК			шт.	3		
ДКК	Дросель— клапан круглий Ø150	ДКК			шт.	27		
ДКК	Дросель— клапан круглий Ø200	ДКК			шт.	99		
ДП	Квадратний дифузор розм. 326х326	ДП		"Вентс"	шт.	43		
ДП	Квадратний дифузор розм. 326х394	ДП		"Вентс"	шт.	80		
ДП	Квадратний дифузор розм. 394х394	ДП		"Вентс"	шт.	4		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 150х100	ДР		"Вентс"	шт.	21		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 200х100	ДР		"Вентс"	шт.	16		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 250х100	ДР		"Вентс"	шт.	5		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 300х100	ДР		"Вентс"	шт.	20		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 350х100	ДР		"Вентс"	шт.	3		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 400х100	ДР		"Вентс"	шт.	4		
ДР	Вентиляційна решітка збохрядна розм. 450х100	ДР		"Вентс"	шт.	4		

Перв. застос.	Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод—виготовлювач	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Справ. №		<u>КОНДИЦІОНУВАННЯ</u>							
	K1	Мультизональна система в складі:			"LG"				
		Зовнішній блок MULTI V 5, Q _х =100,8 кВт, Q _т =112,1 кВт, N=25 кВт, "фреон" R410A	ARUM360LTE5		"LG"	шт.	1	525	
		Касетний 4-х потоковий внутрішній блок, Q _х =2,2 кВт, Q _т =2,5 кВт, N=0,013 кВт	ARNU07GTRC4		"LG"	шт.	17	12,6	
		Касетний 4-х потоковий внутрішній блок, Q _х =2,8 кВт, Q _т =3,2 кВт, N=0,014 кВт	ARNU09GTRC4		"LG"	шт.	15	13,7	
		Касетний 4-х потоковий внутрішній блок, Q _х =3,6 кВт, Q _т =4,0 кВт, N=0,017 кВт	ARNU12GTRC4		"LG"	шт.	12	13,7	
		Касетний 4-х потоковий внутрішній блок, Q _х =4,5 кВт, Q _т =5,0 кВт, N=0,024 кВт	ARNU15GTQC4		"LG"	шт.	4	15	
		Касетний 4-х потоковий внутрішній блок, Q _х =5,5 кВт, Q _т =6,3 кВт, N=0,025 кВт	ARNU18GTQC4		"LG"	шт.	6	15	
		Касетний 4-х потоковий внутрішній блок, Q _х =6,0 кВт, Q _т =6,8 кВт, N=0,028 кВт	ARNU21GTQC4		"LG"	шт.	5	15	
		Настінний внутрішній блок, Q _х =2,2 кВт, Q _т =2,5 кВт, N=0,012 кВт	ARNU07GSJC4		"LG"	шт.	4	8,4	
		Декоративна панель	PT-UQC		"LG"	шт.	59		
		Пульт керування	PREMTB001		"LG"	шт.	63		
		Розгалужувачі	ARBLN01621		"LG"	шт.	15		
			ARBLN03321		"LG"	шт.	34		
			ARBLN07121		"LG"	шт.	9		
Інв. № ориг.			ARBLN14521		"LG"	шт.	3		
			ARBLN23220		"LG"	шт.	1		
			ARCNN21		"LG"	шт.	1		
			ARCNN31		"LG"	шт.	1		
Інв. № дубл.									
Зам. інв. №									
Підп. і дата									
Підп. і дата									
Інв. № ориг.									

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 61 05 04 ПЗ	Пояснювальна записка	80	
3	A1	ТП 61 05 004 001 ОВ	Схема припливної вентиляції установки ПВ1	1	
4	A1	ТП 61 05 004 002 ОВ	Схема витяжної вентиляції установки ПВ1	1	
5	A1	ТП 61 05 004 003 ОВ	Розміщення обладнання установки ПВ1. План другого поверху в осях 6-11	1	
6	A2	ТП 61 05 004 004 ОВ	Розміщення обладнання установки ПВ1. План технічного поверху в осях 8-11	1	
7	A1	ТП 61 05 004 001 ОВ1	Розміщення обладнання установки К1. План першого поверху	1	
8	A2	ТП 61 05 004 002 ОВ1	Розміщення обладнання установки К1. План технічного поверху в осях 8-11	1	
9	A3	ТП 61 05 004 ОВ,ОВ1.С	Специфікація	3	

				ТП 61 05 04		
	ПБ	Підп.	Дата			
Студентка	Іжевська			Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Боженко					1
Консульт.	-				КПП ім. Ігоря Сікорського, ТПТ, Гр. ТП – 61	
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Варламов					