КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення, вентиляція 10 -ти поверхового житлового будинку та торгового комплексу в місті Київ

(назва)

Якименко Андрій Романович

(прізвище, ім’я та по батькові студента повністю)

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____

„___” _____20___ р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення, вентиляція 10 -ти поверхового житлового будинку та торгового комплексу в місті Київ
(назва)

Виконала студент групи ТВ-22-1

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Якименко Андрій Романович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник проф. Корбут В.П.

Асистент Вахула В.Р.

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр за ОПП»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____

„___”_____20___ р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Якименко Андрій Романович

(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1. Тема роботи Опалення, вентиляція 10 -ти поверхового житлового будинку та торгового комплексу в місті Київ

затверджена наказом ректора КНУБА №___ від „___”_____20___р.

2. Керівник роботи професо Корбут Вадим Павлович вич, асистент Вахула Володимир Романович

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту 19 червня 2024 року

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1.Вступ

Розділ 2. Опалення і вентиляція житлової будівлі

Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування громадської будівлі

Розділ 4. Технологія та організація монтажу інженерних систем

Розділ 5. Охорона праці та навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. Вентиляція. План на відм. 0.000. План покрівлі. Характеристика вентобладнання

Аркуш 2. Схеми систем вентиляції ПВ1, ПВ2.Схеми систем вентиляції В1, В2, В3, В4, В5,В6

Аркуш 3. Кондиціонування. План 1-го поверху. План покрівлі

Аркуш 4. План типового поверху; План підвалу; Опалювальний прилад сходового холу; Принципова схема ІТП; Специфікація обладнання СО; Специфікація ІТП.

Аркуш 5. Аксонометрична схема системи опалення

Аркуш 6. Монтажне креслення системи вентиляції, комплектувальна відомість

Аркуш 7. Календарний план-графік виконання робіт по теплопостачанню виробничих приміщень. Графік-циклограма потокового будівництва теплопостачання виробничих приміщень

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	25 травня
Розділ 2. Опалення і вентиляція житлової будівлі	26 травня
Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування громадської будівлі	30 травня
Розділ 4. Технології монтажу системи вентиляції	10 червня
Розділ 5. Охорона праці та навколишнього середовища	12 червня
Остаточне оформлення роботи	14 червня
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	19 червня
Попередній захист роботи на кафедрі	20 червня

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 4.	Сенчук М.П., к.т.н., доцент		
Розділ 5.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання_____

Зав. кафедри _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Корбут В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Вахула В. Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Якименко А.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....4

2. Опалення і вентиляція житлової будівлі.....5

2.1 Вентиляція.....6

2.2 Кондиціонування 6

2.3 Заходи з експлуатації…….....7

2.4 Опалення…….....8

2.5 Теплотехнічний розрахунок та підбір огороджуючих конструкцій житловго будинку.....10

2.6 Тепловтрати.....17

2.7 Розрахунок теплової потужності системи опалення.....21

2.8 Розрахунок опалювальних приладів сходового та ліфтового холів.....23

3. Вентиляція і кондиціонування громадської будівлі.....27

3.1 Розрахунккові параметри зовнішнього повітря.....30

3.2 Параметри мікроклімату в зоні обслуговування (робочій зоні).....31

3.3 Розрахунок надходжень шкідливостей в приміщення.....32

3.4 Надходження вологи в приміщення.....36

3.5 Надходження вуглекислого газу в приміщення.....37

3.6 Розрахунок повітрообміну при роботі систем вентиляції та кондиціонування в теплий період року.....39

3.7 Розрахунок повітрообміну в холодний періоду року.....43

3.8 Результати розрахунків повітрообміну.....46

3.9 Розрахунок балансу повітря в будівлі.....46

3.10 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів.....49

3.11 Підбір вентиляційного обладнання для розрахункового приміщення..52

3.12 Акустичний розрахунок та підбір шумоглушника.....54

4. Технології монтажу системи вентиляції 59

4.1 Технології монтажу систем вентиляції.....60

4.2 Організація монтажу системи вентиляції.....64

5. Охорона праці та навколишнього середовища.....67

5.1 Основні завдання охорони праці навколишнього середовища.....68

5.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори.....69

5.3 Проектні рішення щодо безпечної експлуатації електроустановок.....72

Список використаної літератури.....73

Додаток (специфікація обладнання).....76

РОЗДІЛ 1
ВСТУПНА ЧАСТИНА

1. Вступ

Актуальність теми. Для комфортного дозвілля людини в сучасних багатоповерхових будинках і спорудах на прикладі ТЦ необхідно забезпечити оптимальні вимоги мікроклімату та високу якість повітря і такі потреби є базовими. В наші дні починає гостріше проявлятися проблема вартості енергоносіїв у Києві, через це починають впроваджувати енергоефективні системи опалення, вентиляції і кондиціонування (ОВК).

Метою атестаційної бакалаврської роботи є розробка комплексної, надійної системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря 10-ти поверхового житлового будинку та торгового комплексу в місті Києві. Варто наголосити, що при створені здорового мікроклімату було запроектовано з мінімальним споживанням ресурсів за рахунок оптимізації та обладнання.

РОЗДІЛ 2
Опалення і вентиляція житлової будівлі

Житлові приміщення

2.1 Вентиляція

Вентиляція житлової частини (кухня, ванна, туалет) передбачена припливно-витяжна з природнім спонуканням.

Припливне повітря в розмірі однократного повітрообміну надходить через припливні клапани для герметичних вікон по типу ЕММ фірми “АЭРЭКО”. Припливні клапани вбудовуються в віконні профілі на заводі в процесі виготовлення профілю. Видалення повітря здійснюється через гратки, встановлені в санвузлах, ванних кімнатах та кухні. Кількість видаляємого повітря визначаємо по нормованій кратності:

- вбиральня, суміщений санвузол – 50м^3/год;
- кухня – 90м^3/год;

Для підключення кухонної витяжки передбачено окремий вентиляційний канал.

Підключення поквартирних граток до магістрального каналу виконується через “повітряні затвори”..

Для забезпечення перетоку повітря між приміщеннями передбачається підріз дверного полотна знизу на 1,5 см або встановлення переточних решіток в дверях або стіні. Зовнішні двері повинні бути герметичними для запобігання “підсмоктування” повітря зі сходової клітки.

Вентшахти виводяться вище покрівлі на висоту не менше 1м та обладнуються зонтами.

Видалення повітря з вбиралень передбачено встановленням вентиляторів. Викид повітря передбачається через окремі від житлової частини вентиляційні шахти. Шахти вивести вище покрівлі на висоту не менше 1 м.

2.2 Кондиціонування

Власник житла самостійно влаштовує монтаж системи кондиціонування повітря за допомогою спліт-систем. Внутрішні блоки настінного типу розміщені в приміщені, що обслуговується. Зовнішні блоки розміщені на фасаді будівлі. Конденсат від зовнішніх блоків відвести назовні або в каналізацію.

2.3 Заходи з експлуатації

Для забезпечення нормальних умов роботи для обслуговуючого персоналу вимагається:

- проходження первинного інструктажу по техніці безпеки всіма працівниками, які поступають на роботу незалежно від кваліфікації, утворення, стажу роботи, а також
- проходження подальших інструктажів, не менше разу на 6 місяців;
- проходження відповідної підготовки по обслуговуванню вентиляційних установок;
- монтаж трубопроводів і повітроводів на висоті, необхідно вести з лісів, підмостків, міцність і надійність яких повинна бути перевірена до початку роботи.
- отвори в перекриттях для монтажу устаткування до яких можливий доступ людей, повинні бути закриті суцільним покриттям або мати огорожу;

Рішення по вентиляції та кондиціонуванню повністю забезпечують створення необхідних санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях обслуговуючого персоналу. Розміщення устаткування і робочих місць виконані відповідно до вимоги відомчих норм і забезпечують вільний прохід людей і обслуговуючого персоналу.

2.4 Опалення

Теплоносій від ІТП – гаряча вода 90/70 °С.

Теплопостачання внутрішніх мереж передбачається після підключення споживачів в індивідуальних теплових пунктах (ІТП) за допомогою незалежної схеми (з використанням швидкісних пластинчатих теплообмінників).

Передбачається погодозалежне регулювання температури теплоносія в контурах систем опалення.

Система опалення водяна, двотрубна з горизонтальною тупиковою розводкою. Температурний графік теплоносія системи опалення 90-70 °С. Передбачаються незалежні системи для різних споживачів тепла (житлові приміщення, технічніні приміщення).

Автоматизація теплоспоживання на опалення передбачається за рахунок встановлення термостатів на опалювальних приладах та автоматичних балансувальних вентилів на відгалуженнях.

Система опалення житлових приміщень приймається водяна, двотрубна, з горизонтальними відгалуженнями від по-поверхових розподільчих колекторів. Вузол приєднання колекторів до стояків обладнується запірною арматурою, балансувальними вентилями та фільтрами. Опалювальні прилади передбачаються радіатори з нижнім приєднанням до трубопроводів з вмонтованими термостатичними вентилями та з терморегуляторами. В усіх приміщеннях, що межують з зовнішнім повітрям встановлюються радіатори. Опалювальні прилади обладнуються клапанами для випуску повітря і запірною арматурою.

Розводка трубопроводів передбачається у стяжці підлоги трубопроводами зі зшитого поліетилену (PEX-A) у високоефективній теплоізоляції зі спіненого поліетилену.

В допоміжних приміщеннях: насосних, теплопунктах, технічних приміщеннях система опалення розраховується на підтримання температури +5°С.

В технічних та допоміжних приміщеннях в якості опалювальних приладів приймаються сталеві радіатори з боковим підключенням, обладнані регулювальною арматурою.

Радіатори у сходових клітинах розміщуються на висоті 2,2 м від поверхні сходових площадок до низу радіаторів, згідно з п.5.42 ДБН В.1.1-7-2002. Термостатичні елементи на опалювальних приладах сходових клітин не встановлюються.

Стояки, магістральні трубопроводи зовнішніми діаметрами до 60 включно виконуються із сталевих водогазопровідних труб за ГОСТ 3262-75*, зовнішніми діаметрами вище 60 – із сталевих електрозварювальних труб за ГОСТ 10704-91 (у ДБН В.2.5-67:2013, Частина 5 та Додаток 22 замінені на ДБН В.2.5-56:2014)

Видалення повітря з систем опалення здійснюється, через повітряні крани радіаторів, а також через автоматичні повітровідводники, які встановлюються у вищих точках систем. Передбачається встановлення автоматичних сепараторів повітря та шламу в теплопунктах.

Нижні точки систем оснащуються зливними кранами з штуцерами для приєднання гнучкого шланга для зливу води.

Всі трубопроводи систем опалення утеплюються високоефективним теплоізолюючим матеріалом зі спіненого поліетилену. Всюди, де трубопроводи не зачиняються підвісною стелею, фальшпідлогою та поза зоною технічних шахт, теплоізоляційний матеріал покривається алюмінієвою “окожушкою”.

Проектом передбачаються заходи з компенсації теплових подовжень. Компенсація теплових подовжень сталевих трубопроводів здійснюється за рахунок кутів поворотів та аксіальними компенсаторами на вертикальних стояках системи опалення. Компенсація теплових подовжень полімерних труб відбувається за рахунок дугоподібної прокладки та кутів повороту.

Для встановлення водяних потоків на проектні параметри системи оснащуються необхідною кількістю арматури для балансування та регулювання.

Трубопроводи системи опалення в місцях перетину перекриття прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів, край гільз виконується на одному рівні з поверхнями стін, перегородок та стелі.

2.5 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних

конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3 ^{0}С та більше, обов'язкове

виконання умов:

RΣпр ≥ Rq min,

Δtпр ≤ Δtсг,

tв min > tmin,

де **RΣпр** – приведений опір теплопередачі огороджувальної конструкції (для термічно однорідних огороджувальних конструкцій дорівнює опору теплопередачі), м2·К/Вт;

Rq $_{min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції, м2 ·К/Вт. Значення для житлових та громадських будинків залежно від кліматичної зони.

$\Delta t_{пр}$ – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої

поверхні огороджувальної конструкції, 0С; Δtсг – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, 0С;

tв min – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огороджувальній конструкції, 0С;

t_{min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, 0С.

Вологісний режим приміщень в холодний період року в залежності від відносної вологості та температупи внутрішнього повітря встановлюємо за даними табл. 1[5]. При 12 < $t_{вн}$< 24^{o}С і відносній вологості φ = 55 % приймаємо нормальний режим експлуатації приміщень.

Огороджуючі конструкції слід підбирати у відповідності з умовами їх експлуатації, котрі визначають в залежності від вологісного режиму приміщень і зони вологості.

Для проектуємого будинку умови експлуатації будівельних конструкцій **- А**

За вимогами ДБН В.2.6-31-2021 опір теплопередачі огороджуючих конструкцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного R_{min}^{q}

Згідно з [5] потрібний опір теплопередачі внутрішніх конструкцій (стін, перегородок, перекриття) між приміщнннями знормованою температурою повітря слід визначати при різниці розрахункових температур повітря в цих примриміщення більше 4ºС.

Результати розрахунку та підбору огороджуючих конструкцій зводимо у таблицю:

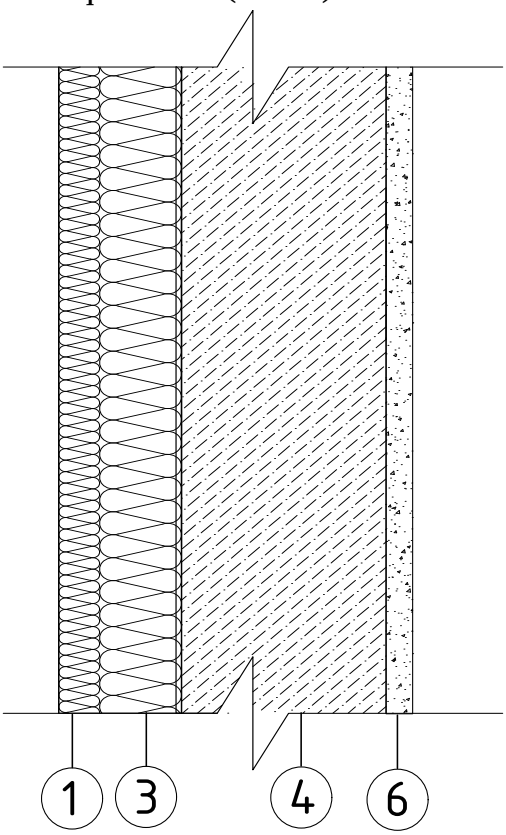
Найменування огороджуючої конструкції	R_{min}	$R_{заг}$	*Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м²•°С)*	*Опис конструкцій*	$\delta^{заг}$
Зовнішня стіна	4,00	**4,1**	0,249	**Штукатурка вапняна 1700 кг/м3 λ= 0,7 Вт/м°С - δ = 0,015 м + Залізобетон 2500 кг/м³ λ= 2,04 Вт/м°С δ= 0,25 м- 2ц. + Утеплювач Rockwool λ= 0,041 Вт/м°С - δ=0,15 м + Керамзитобетон на керамзитовому піску 1600 кг/м3 λ= 0,79 Вт/м°С δ = 0,1 м**	**0,510**
Горищне перекриття	6,00	**6,11**	0,164	**Бетон на гравії або щебні з природного каменю 2400 кг/м3 λ= 1,86 Вт/м°С δ = 0.14 м +Вироби теплоізоляційні змінеральної вати на основі базальтового волокна 75 кг/м3 λ= 0,047 Вт/м°С - δ = 0,27 м Розчин цементно-піщаний 1800 кг/м3 λ= 0,93 Вт/м°С - δ = 0,02 м**	**0,430**
Перекриття над підвалом	5,00	**5,11**	0,196	**Дуб поперек волокон 700 кг/м3 λ= 0,23 Вт/м°С δ = 0,012м + Розчин цементно-піщаний 1800 кг/м3 λ= 0,93 Вт/м°С - δ = 0,075 м +Вироби теплоізоляційні змінеральної вати на основі базальтового волокна 50 кг/м3 λ= 0,048 Вт/м°С - δ = 0,22 м Залізобетон 2500 кг/м3 λ= 2,04 Вт/м°С δ= 0,12 м**	**0,427**
Вікна та балконні двері	0,90	**0,93**	1,076	**Вікна з двокамерними склопакетами 4i-10-4M$_1$ -10-4i**	-
Зовнішні двері	0,70	**0,78**	1,282	**Одинарні металеві двері без утеплювача + Тамбур + Одинарні соснові двері 0,04м**	**0,040**
Внутрішні стіни	-	**0,71**	1,408	**Кладка з порожнистої глиняної цегли λ= 0,52 Вт/м°С -1ц.**	**0,110**

Примітка: Опір теплопередачі вхідних дверей до квартир прийнятий рівним опору внутрішніх стін.

Розрахунок опору теплопередачі покрівлі та зовнішніх огороджуючих конструкцій

Розрахунок опору теплопередачі **зовнішньої стіни**

Rqmin = 4 (м^2·°С)/Вт



1. Плита з керамограніту	δ_1=	0,011	м	λ_1=	3,49	Вт/(м^2·°С)
2. Повітряний прошарок	δ_2=	0,040	м	λ_2=	-	Вт/(м^2·°С)
3. Утеплювач Rockwool	δ_3=	0,150	м	λ_3=	0,041	Вт/(м^2·°С)
4. Залізобетон	δ_4=	0,25	м	λ_4=	2,04	Вт/(м^2·°С)
5. Керамзитобетон	δ_3=	0,1	м	λ_3=	0,7	Вт/(м·°С)
6. Штукатурка	δ_5=	0,020	м	λ_5=	0,58	Вт/(м^2·°С)

Rσ=Rsi+R1+R2+R3+Rse

R=δ/λ		
R_{si} =	0.115	(м^2·°С)/Вт
R_{se}=	0.043	(м^2·°С)/Вт
R_1 =	0,03	(м^2·°С)/Вт
R_3 =	3.7	(м^2·°С)/Вт
R_4 =	0.1265	(м^2·°С)/Вт

R=δ/λ		
R_5 =	0.142	(м^2·°С)/Вт
R_6 =	0.034	(м^2·°С)/Вт
	4.19	

де $\alpha_в$- коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огороджуючих конструкцій h_{si} = 8,7 Вт/(м²·°С)

де $\alpha_з$- коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огороджуючих конструкцій h_{se} = 23 Вт/(м²·°С)

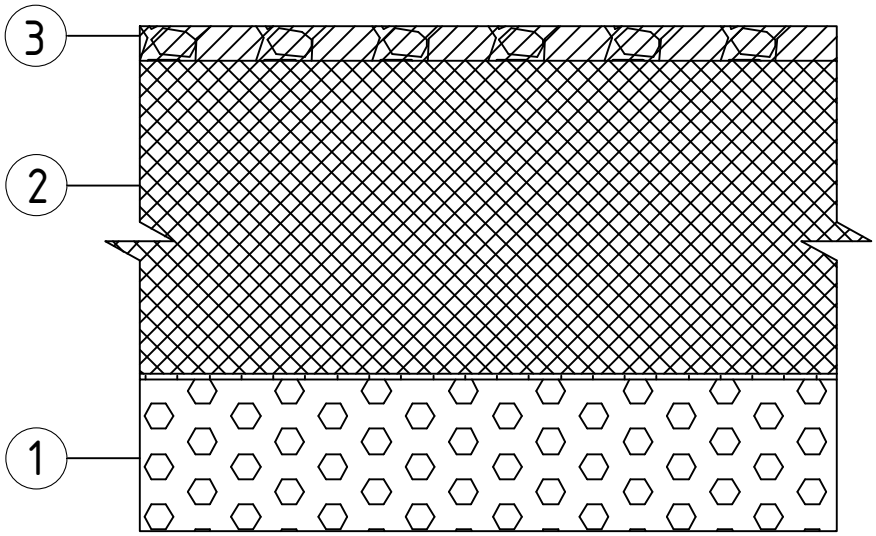
R_Σ =	4,19	(м²·°С)/Вт
R_{qmin} =	4	(м²·°С)/Вт

4.19 (м²·°С)/Вт > 4 (м²·°С)/Вт

Висновок: прийнята огороджуюча конструкція, забезпечує необхідний рівень опору теплопередачі.

Розрахунок опору **горищного перекриття**

Rqmin = 6 (м²·°С)/Вт



1. Бетон на гравію	δ_1=	0,14	м	λ_1=	1,86	Вт/(м·°С)
2. Вироби теплоізоляційні з мін. вати	δ_2=	0,27	м	λ_2=	0,047	Вт/(м·°С)
3. Розчин цементно-піщаний	δ_3=	0,02	м	λ_3=	0,93	Вт/(м·°С)

$$R\Sigma = Rsi + R1 + R2 + R3 + Rse$$

$R=\delta/\lambda$		
R_{si} =	0.115	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$
R_{se} =	0.043	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$
R_1 =	0,075	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$
R_2 =	5,63	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$
R_3 =	0,021	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$
	6,10336	

де h_{si} - коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огороджуючих конструкцій $h_{si} = 10 \ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

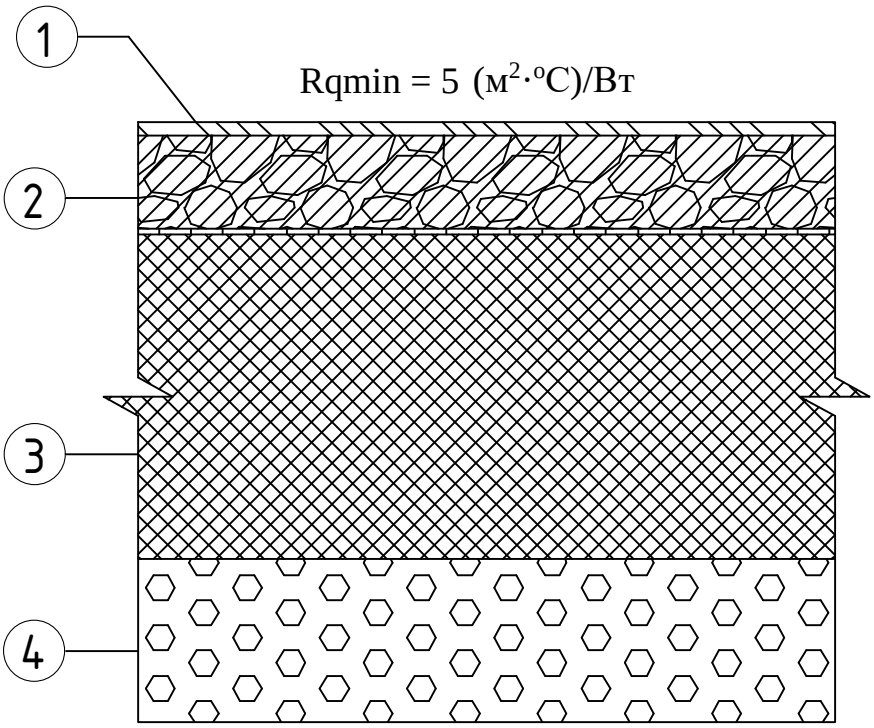
де h_{se} - коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огороджуючих конструкцій $h_{se} = 6 \ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

R_{Σ} =	6,10336	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$
R_{qmin} =	6	$(м^2 \cdot {}^oC)/Вт$

$$6{,}10336 \ (м^2 \cdot {}^oC)/Вт > 6 \ (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

Висновок: прийнята огороджуюча конструкція покриття покрівлі, забезпечує необхідний рівень опору теплопередачі.

Розрахунок опору перекриття над холодним підвалом



1. Дуб поперек волокон	δ_1=	0,012	м	λ_1=	0,23	Вт/(м·°С)
2. Розчин цементно-піщаний	δ_2=	0,075	м	λ_2=	0,93	Вт/(м·°С)
3. Вироби теплоізоляційні з мін.вати	δ_3=	0,22	м	λ_3=	0,048	Вт/(м·°С)
4. Залізобетон	δ_4=	0,12	м	λ_4=	2,04	Вт/(м·°С)

Rσ=Rsi+R1+R2+R3+R4+Rse

R=δ/λ		
R_{si} =	0.16949	(м²·°С)/Вт
R_{se}=	0.1666	(м²·°С)/Вт
R_1 =	0.05217	(м²·°С)/Вт
R_2 =	0.0806	(м²·°С)/Вт
R_3 =	4.4722	(м²·°С)/Вт
R_4 =	0.0588	(м²·°С)/Вт
	5.1107	

де h_{si}- коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огороджуючих конструкцій $h_{si} = 5.9$ *Вт/(м²·°С)*

де h_{se}- коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огороджуючих конструкцій $h_{se} = 6$ *Вт/(м²·°С)*

R_{Σ} =	5.1107	(м²·°С)/Вт
R_{qmin} =	5	(м²·°С)/Вт

5.1107 (м²·°С)/Вт > 5 (м²·°С)/Вт

Висновок: прийнята огороджуюча конструкція перекриття над холодним підвалом забезпечує необхідний рівень опору теплопередачі.

Автоматизація систем опалення

Системи теплопостачання і опалення обладнані засобами управління, блокування, контролю і регулювання, які забезпечують:
- дистанційне включення і відключення систем з диспетчерського пункту;
- підтримку необхідних параметрів повітря;
- автоматичне включення в роботу резервних насосів, у разі виходу з ладу основних;
- погодну компенсацію для систем опалення і систем теплопостачання калориферів;
- сигналізацію роботи систем на диспетчерському пункті і загальний сигнал аварії;
- захист калориферів від обмерзання;
- запис параметрів роботи устаткування на жорсткому диску в комп'ютері.

Заходи по енергозбереженню

Проектом передбачені наступні заходи по енергозбереженню:
а) регулювання температури повітря в приміщеннях термостатичними клапанами;
б) програмна зміна температури теплоносія для споживачів тепла залежно від температури зовнішнього повітря і необхідного навантаження;
в) використання ефективної теплової ізоляції трубопроводів;
г) використання енергозберігаючих насосів з частотним регулюванням.

Питома компенсац.теплова потужн. при періодичн.опаленні f_{RH}, Вт/м2 — 0

Коефіцієнт інфільтраційного повтрообміну n_{50}, 1/год — 4

Ефективність рекуператора припливно-вит.вентиляції, д.од. — 0 (0,6....0,7)

Розрахункова температура зовнішнього повітря θ_e, °С — -20

Середньорічна температура зовнішнього повітря θ_{me}, °С — -0,2

Розрахункова температура підвалу, горища та сход.клітки θ_u, °С — 5 16

Висота приміщень, м — 2,7

Аз.п.: 2546,6 м²

Приміщення			Огороджувальна конструкція						Теплові мости			Поправочний коефіцієнт додаткових температурних	Поправочний коефіцієнт (неопал.пр.), b_t	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в суміжних опалювальних приміщень.	Характеристика трансмісійних тепловтрат через	Характеристика трансмісійних	Трансмісійні тепловтрати приміщення, Φ_T, Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін	Характеристика інфільтраційних	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без	Інші постійні (періодичні) тепловтрати	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних	Теплова потужність системи опалення приміщення, Φ_{HL}, Вт
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_p, м²	Температура, Θ_{int}, °С	Позначення	Орієнтація	Довжина, a, м	Ширина (висота), b/(h), м	Площа, A_w, м²	Коефіцієнт теплопередачі, U_p, Вт/м²*°С	Поправочний коефіцієнт додаткових	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, u_k	Довжина теплового мосту, l, м		коефіцієнт корелляції										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
101	9,9	16,5	ЗС	Пн	3,56	3,43	12,2	0,249	1,1						3,34								
Кух	1,4		ЗС	Сх	3,26	3,43	9,5	0,249	1,1						2,60		315	40,5	13,8	503	-99	216	718,8
			В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			ПЛ	-	3,56	3,26	11,6	0,196	1,0				0,32			0,71							
102	8,58	22	ЗС	Сх	2,86	3,43	8,1	0,249	1,1						3,34								
ЖК	1,2		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99		224	40,5	13,8	503	-86	138	640,6
			ПЛ	-	3,56	2,86	10,1	0,196	1,0				0,4			0,81							
103	7,59	22	ЗС	Сх	2,56	3,43	7,1	0,249	1,1						3,34								
ЖК	1,1		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99		221	40,5	13,8	503	-76	145	647,4
			ПЛ	-	3,56	2,56	9,1	0,196	1,0				0,40			0,72							
104	7,6	22	ЗС	Сх	2,56	3,43	7,1	0,249	1,1						3,34								
ЖК	1,1		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99		221	40,5	13,8	503	-76	145	647,4
			ПЛ	-	3,56	2,56	9,1	0,196	1,0				0,40			0,72							
105	8,58	22	ЗС	Сх	2,86	3,43	8,1	0,249	1,1						3,34								
ЖК	1,2		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99		223,766	40,5	13,8	502,6	-86	138	640,6
			ПЛ	-	3,56	2,86	10,1	0,196	1,0				0,4			0,81							
106	9,9	16,5	ЗС	Пд	3,56	3,43	12,2	0,249	1,1						3,34								
Кух	1,4		ЗС	Сх	3,26	3,43	9,5	0,249	1,1						2,60		315,182	40,5	13,8	502,6	-99	216	718,8
			В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			ПЛ	-	3,56	3,26	11,6	0,196	1,0				0,32			0,71							
107	7,8	25	ЗС	Пд	2,86	3,43	9,8	0,249	1,1						2,68		152,546	40,5	13,8	502,6	-78	74,5	577,2
ВН	1,1		ПЛ	-	2,86	2,86	8,2	0,196	1,0				0,44			0,71							
108	14,4	22	ЗС	Пд	5,06	3,43	17,3	0,249	1,1						4,74								
ЖК	2,1		ЗС	Зх	3,26	3,43	9,5	0,249	1,3						3,07		481,625	54	18,4	670,1	-144	338	1007,8
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			ПЛ	-	5,06	3,26	16,5	0,196	1,0				0,4			1,31							
109	15,58	22	ЗС	Пд	5,06	3,43	17,3	0,249	1,1						4,74								
ЖК	2,2		ЗС	Зх	2,85	3,43	8,1	0,249	1,3						2,62		455,997	54	18,4	670,1	-156	300	970,4
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			ПЛ	-	5,06	2,85	14,4	0,196	1,0				0,4			1,14							
110	13,8	22	ЗС	Пд	5,06	3,43	17,3	0,249	1,1						4,74								
ЖК	2,0		ЗС	Зх	2,56	3,43	7,1	0,249	1,3						2,29		379,966	40,5	13,8	502,6	-138	242	744,6
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			ПЛ	-	5,06	2,56	12,9	0,196	1,0				0,4			1,02							
111	16,8	16,5	ЗС	Пд	3,06	3,43	10,5	0,249	1,1						2,87								
Кух	2,4		ЗС	Зх	3,06	3,43	7,2	0,249	1,3						2,35								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,5						2,71		414,667	54	18,4	670,1	-168	247	916,8
			БД	Зх	0,70	2,2	1,5	1,389	1,5						3,21								
			ПЛ	-	3,06	1,20	3,7	0,196	1,0				0,32			0,23							
112	16,8	16,5	ЗС	Пд	3,06	3,43	10,5	0,249	1,1						2,87								

Кух	2,4		ЗС	Зх	3,06	3,43	7,2	0,249	1,3						2,35		414,667	54	18,4	670,1	-168	247	916,8
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,5						2,71								
			БД	Зх	0,70	2,2	1,5	1,389	1,5						3,21								
			ПЛ	-	3,06	1,20	3,7	0,196	1,0				0,32			0,23							
113	13,8	22	ЗС	Пд	5,06	3,43	17,3	0,249	1,1						4,74		379,966	40,5	13,8	502,6	-138	242	744,6
ЖК	1,971		ЗС	Зх	2,56	3,43	7,1	0,249	1,3						2,29								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			ПЛ	-	5,06	2,56	12,9	0,196	1,0				0,4			1,02							
114	15,58	22	ЗС	Пд	5,06	3,43	17,3	0,249	1,1						4,74		455,997	54	18,4	670,1	-156	300	970,4
ЖК	2,2		ЗС	Зх	2,85	3,43	8,1	0,249	1,3						2,62								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			ПЛ	-	5,06	2,85	14,4	0,196	1,0				0,4			1,14							
115	14,4	22	ЗС	Пн	5,06	3,43	17,3	0,249	1,1						4,74		481,625	54	18,4	670,1	-144	338	1007,8
ЖК	2,057		ЗС	Зх	3,26	3,43	9,5	0,249	1,3						3,07								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			ПЛ	-	5,06	3,26	16,5	0,196	1,0				0,4			1,31							
116	7,8	25	ЗС	Пн	3,11	3,43	10,7	0,249	1,1						2,92		169,279	40,5	13,8	502,6	-78	91,3	593,9
ВН	1,1		ПЛ	-	3,11	3,11	9,7	0,196	1,0				0,44			0,84							
А2	9,2	16	ЗС	Сх	3,06	3,00	8,1	0,249	1,0						2,35		173,941	40,5	13,8	502,6	-92	81,5	584,1
ЛХ	24,9		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			ПЛ	-	3,11	3,06	10,1	0,196	1,0				0,31			0,61							
201	9,9	16,5	ЗС	Пн	3,56	3,00	12,2	0,249	1,0						3,03		262,818	40,5	13,8	502,6	-99	164	666,4
Кух	1,4		ЗС	Сх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,0						2,36								
			В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
202	8,6	22	ЗС	Сх	2,86	3,00	8,1	0,249	1,0						0,00		65,9803	40,5	13,8	502,6	-86	-19,8	482,8
ЖК	1,2		В	Сх	3,26	3,00	1,7	1,076	1,0						1,81								
203	7,6	22	ЗС	Сх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,0						1,81		131,961	40,5	13,8	502,6	-76	56,1	558,7
ЖК	1,1		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
204	7,6	22	ЗС	Сх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,0						1,81		131,961	40,5	13,8	502,6	-76	56,1	558,7
ЖК	1,1		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
205	8,6	22	ЗС	Сх	2,86	3,00	8,1	0,249	1,1						1,81		138,559	40,5	13,8	502,6	-86	52,8	555,4
ЖК	1,2		В	Сх	2,56	3,00	1,7	1,076	1,1						1,99								
206	9,9	16,5	ЗС	Пд	3,56	3,00	12,2	0,249	1,0						3,03		262,818	40,5	13,8	502,6	-99	164	666,4
Кух	1,4		ЗС	Сх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,0						2,36								
			В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
207	7,8	25	ЗС	Пд	2,86	3,00	9,8	0,249	1,0						2,44		109,631	40,5	13,8	502,6	-78	31,6	534,2
ВН	1,1																						
208	14,4	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		391,182	54	18,4	670,1	-144	247	917,3
ЖК	2,1		ЗС	Зх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,2						2,83								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,2						2,17								
209	15,6	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		373,807	54	18,4	670,1	-156	218	888,2
ЖК	2,2		ЗС	Зх	2,85	3,00	8,1	0,249	1,2						2,42								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,2						2,17								
210	13,8	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		313,793	40,5	13,8	502,6	-138	176	678,4
ЖК	2,0		ЗС	Зх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,2						2,11								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,2						2,17								
211	16,8	16,5	ЗС	Пд	3,06	3,00	10,5	0,249	1,0						2,61		375,895	54	18,4	670,1	-168	208	878,0
Кух	2,4		ЗС	Зх	3,06	3,00	7,2	0,249	1,2						2,17								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,4						2,53								
			БД	Зх	0,70	2,20	1,5	1,389	1,4						2,99								
212	16,8	16,5	ЗС	Пд	3,06	3,00	10,5	0,249	1,0						2,61		375,895	54	18,4	670,1	-168	208	878,0
Кух	2,4		ЗС	Зх	3,06	3,00	7,2	0,249	1,2						2,17								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,4						2,53								
			БД	Зх	0,70	2,20	1,5	1,389	1,4						2,99								
213	13,8	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31								

						Атестаційна випускна робота	Аркуш
							18
Ст.	Кіл.уч.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Розділ 2.6 "Тепловтрати"	

ЖК	2,0		ЗС	Зх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,2						2,11		313,793	40,5	13,8	502,6	-138	176	678,4
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,2						2,17								
214	15,6	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		373,807	54	18,4	670,1	-156	218	888,2
ЖК	2,2		ЗС	Зх	2,85	3,00	8,1	0,249	1,2						2,42								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,2						2,17								
215	14,4	22	ЗС	Пн	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		381,273	54	18,4	670,1	-144	237	907,4
ЖК	2,1		ЗС	Зх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,1						2,60								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,2						2,17								
216	7,8	25	ЗС	Пн	3,11	3,00	10,7	0,249	1,0						2,65		119,423	40,5	13,8	502,6	-78	41,4	544,0
ВН	1,1																						
А2	9,2	16	ЗС	Сх	3,06	3,00	8,1	0,249	1,0						2,60		160,704	40,5	13,8	502,6	-92	68,3	570,9
ЛХ	24,9		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
1001	9,9	16,5	ЗС	Пн	3,56	3,00	12,2	0,249	1,0						3,03		284,642	40,5	13,8	502,6	-99	186	688,2
Кух	1,4		ЗС	Сх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,0						2,36								
			В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	3,56	3,26	11,6	0,164	1,0				0,32			0,6							
1002	8,6	22	ЗС	Сх	2,86	3,00	8,1	0,249	1,0						3,03		196,455	40,5	13,8	502,6	-86	111	613,3
ЖК	1,2		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	2,86	2,86	8,2	0,164	1,0				0,4			0,54							
1003	7,6	22	ЗС	Сх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,0						3,03		192,522	40,5	13,8	502,6	-76	117	619,2
ЖК	1,1		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	2,56	2,56	6,5	0,164	1,0				0,4			0,43							
1004	7,6	22	ЗС	Сх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,0						3,03		192,522	40,5	13,8	502,6	-76	117	619,2
ЖК	1,1		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	2,56	2,56	6,5	0,164	1,0				0,4			0,43							
1005	8,6	22	ЗС	Сх	2,86	3,00	8,1	0,249	1,0						3,03		196,455	40,5	13,8	502,6	-86	111	613,3
ЖК	1,2		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	2,86	2,86	8,2	0,164	1,0				0,4			0,54							
1006	9,9	16,5	ЗС	Пд	3,56	3,00	12,2	0,249	1,0						3,03		284,642	40,5	13,8	502,6	-99	186	688,2
Кух	1,4		ЗС	Сх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,0						2,36								
			В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	3,56	3,26	11,6	0,164	1,0				0,32			0,6							
1007	7,8	25	ЗС	Пд	2,86	3,00	9,8	0,249	1,0						2,44		136,366	40,5	13,8	502,6	-78	58,4	561,0
ВН	1,1		СТ	-	2,86	2,86	8,2	0,164	1,0				0,44			0,59							
1008	14,4	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		419,555	54	18,4	670,1	-144	276	945,7
ЖК	2,1		ЗС	Зх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,1						2,60								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			СТ	-	5,06	3,26	16,5	0,164	1,0				0,4			1,09							
1009	15,6	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		397,934	54	18,4	670,1	-156	242	912,3
ЖК	2,2		ЗС	Зх	2,85	3,00	8,1	0,249	1,1						2,22								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			СТ	-	5,06	2,85	14,4	0,164	1,0				0,4			0,96							
1010	13,8	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		332,057	40,5	13,8	502,6	-138	194	696,7
ЖК	2,0		ЗС	Зх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,1						1,94								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			СТ	-	5,06	2,56	12,9	0,164	1,0				0,4			0,86							
1011	16,8	16,5	ЗС	Пд	3,06	3,00	10,5	0,249	1,0						2,61		372,502	54	18,4	670,1	-168	205	874,6
Кух	2,4		ЗС	Зх	3,06	3,00	7,2	0,249	1,1						1,99								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			БД	Зх	0,70	2,20	1,5	1,389	1,3						2,78								
			СТ	-	3,06	3,06	9,3	0,164	1,0				0,32			0,48							
1012	16,8	16,5	ЗС	Пд	3,06	3,00	10,5	0,249	1,0						2,61		372,502	54	18,4	670,1	-168	205	874,6
Кух	2,4		ЗС	Зх	3,06	3,00	7,2	0,249	1,1						1,99								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,3						2,35								
			БД	Зх	0,70	2,20	1,5	1,389	1,3						2,78								

			СТ	-	3,06	3,06	9,3	0,164	1,0				0,32			0,48							
1013	13,8	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		332,057	40,5	13,8	502,6	-138	194	696,7
ЖК	2,0		ЗС	Зх	2,56	3,00	7,1	0,249	1,1						1,94								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			СТ	-	5,06	2,56	12,9	0,164	1,0				0,4			0,86							
1014	15,6	22	ЗС	Пд	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		397,934	54	18,4	670,1	-156	242	912,3
ЖК	2,2		ЗС	Зх	2,85	3,00	8,1	0,249	1,1						2,22								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			СТ	-	5,06	2,85	14,4	0,164	1,0				0,4			0,96							
1015	14,4	22	ЗС	Пн	5,06	3,00	17,3	0,249	1,0						4,31		419,555	54	18,4	670,1	-144	276	945,7
ЖК	2,1		ЗС	Зх	3,26	3,00	9,5	0,249	1,1						2,60								
			В	Зх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,1						1,99								
			СТ	-	5,06	3,26	16,5	0,164	1,0				0,4			1,09							
1016	7,8	25	ЗС	Пн	3,11	3,00	10,7	0,249	1,0						2,65		148,314	40,5	13,8	502,6	-78	70,3	572,9
ВН	1,1		СТ	-	3,11	3,11	9,7	0,164	1,0				0,4			0,64							
А2	9,2	16	ЗС	Сх	3,06	3,00	8,1	0,249	1,0						1,99		155,629	40,5	13,8	502,6	-92	63,2	565,8
ЛХ	24,9		В	Сх	1,20	1,40	1,7	1,076	1,0						1,81								
			СТ	-	3,06	3,06	9,3	0,164	1,0				0,31			0,47							
А1	16,52	16	ЗС	Сх	2,80	31,5	70,4	0,249	1,0						17,54		1404,37	248	84,3	3075	-165	1239	4314,4
СК	495,6		В	Сх	1,20	12,6	15,1	1,076	1,0						16,27								
			ПЛ	-	2,80	5,90	16,5	0,196	1,0				0,31			0,99							
			СТ	-	2,80	5,90	16,5	0,164	1,0				0,31			0,83							
	$м^3$		ВД	Сх	1,20	2,20	2,6	1,282	1,0						3,38								

1781 м2

2.7 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНІСТІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Для системи водяного опалення будинку необхідно визначити:

- розрахункову теплову потужність
- питому теплову потужність
- розрахункове річне теплоспоживання
- питоме річне теплоспоживання
- витрату води

Для визначення загальних тепловтрат приміщеннями будинку заповнемо підсумкову таблицю тепловтрат. Для визначення тепловтрат на першому, другому, третьому та останньому поверхах всіх приміщень, скористуємось відповідними коефіцієнтами знайденими для першого приміщення.

$k_1 = Q_{101}/Q_{401} = 1{,}08$ $\qquad$ $k_{10} = Q201/Q1001 = 1$

тоді $\qquad Q_{10i} = k_1 \, Q_{40i}$ $\qquad$ $Q_{90i} = k_9 \, Q_{40i}$

№ поверху	Номер приміщення																		
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	А2	А1	
1	719	641	647	647	641	719	577	1008	970	745	917	917	745	970	1008	594	584	4314	12464
2-9	666	483	559	559	555	666	534	917	888	678,4	878	878	678	888	907	544	571		11281
10	688	613	619	619	613	688	561	946	912	697	875	875	697	912	946	573	566		11834
Всього	6738	5116	5736	5736	5697	6738	5412	9292	8988	6868	8816	8816	6868	8988	9213	5519	5717		114542
			17590	Головне циркуляційне кільце							57547					39404			114542
			Головне циркуляційне кільце																114542

Розрахункові тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів - $Q_1 = 114542$ Вт

Розрахункові тепловтрати будинку із сходовим та ліфтовим холами - $Q_{1A} = 124574$ Вт

Розрахункове річне споживання системою опалення

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік розраховується за формулою:

$$W = \frac{3{,}6 * Q_{с.о.} * 24 * Zo.c. * (t_{вн} - t_{о.с.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} = \frac{3{,}6 * Q_{с.о.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}}$$

де $Q_{с.о.}$-розрахункова теплова потужність; $S_{с.о.}$- кількість градусо - діб опалювального сезону; $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього приміщення; $t_{зовн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої пятиденки; b=0,9 коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

$W =$ *175029,3* *кВт.год/рік;*

Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Величину питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік·м^2 розраховується за формулою:

$w = W / A_{з.п.} =$ **68,73** *кВт.год/рік·м^2*

$E_{max} =$ *55,0* *кВт.год/м^2* за рік

Висновок: знайдена величина питомого річного теплоспоживання системою опалення w не перевищує нормативного контрольного значення $w_к$, а значить умова виконується.

Витрата води в системі опалення

Витрату води в системі опалення визначають за формулою:

$$G_{C.O.} = \frac{0{,}86 \cdot Q_{C.O}}{t_г - t_o} = 4285 \text{ кг/год}$$

2.8 РОЗРАХУНОК ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ СХОДОВОГО ТА ЛІФТОВОГО ХОЛІВ

В плані будинку знаходиться два загальнодоступних приміщення (сходова клітина, ліфтовий хол), а вони, в свою чергу, не розділені між собою, тому дозволяється розраховувати їх як одне приміщення.

Але для більшого комфорту приймаємо опалювальні прилади окремо в сходовій клітині на першому поверсі, а в ліфтовому холі - на кожному поверсі.

Розрахунок опалювального приладу в сходовому холі

Розрахункову теплову потужність системи опалення сходового холу обчислюємо за формулою:

$$Q_{ск} = (Q_{1ск}\ b_1\ b_2)/0.97 = \quad 4790 \quad \text{Вт} \qquad (6.1)$$

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальні прилади сходового та ліфтового холу:

$$G_{т.м.} = G_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times (Q_{с.о.} + Q_{с.к.})}{T_г - t_о} = \quad 1260{,}39 \quad \text{кг/год} \qquad (6.2)$$

$G_{ск} =$ 542,066 кг/год + $G_{лх} =$ 718,3 кг/год = 1260,39

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Q_{о.п.} = (Q_1 - Q_{вн} - 0{,}9Q_{тр} - Q_{з.п.}) \times b_2 \times b_3 = Q_1 = \quad 4314 \quad \text{Вт} \qquad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta t_{о.п.} = \frac{0{,}86 Q_{о.п.}}{G_{о.п.}} = \quad 6{,}84 \ ^\circ\text{C} \qquad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta t_T = T_г - \frac{\Delta t_{о.п.}}{2} - t_{вн} = \quad 130{,}6 \ ^\circ\text{C} \qquad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70}\right)^{1+n} = \quad 2{,}11 \quad (6.6)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п..}}{360}\right)^{p} = \quad 1{,}04 \qquad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для **м. Києві** приймаємо рівним - 0,99

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1 =$ 0,99 - схема руху води "зверху-вниз"

$\psi_2 =$ 1 - дворядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3 =$ 0,94 - дворядна установка радіаторів у глибину

$c =$ 1 - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$Q_н^{потр} = \frac{Q_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = \quad 1863 \ \text{Вт} \qquad (6.8)$$

Приймаємо до установки два конвектори **К2А-1,646К**

з номінальним тепловим потоком $Q_н =$ 3292 Вт

Перевищення потребуємого теплового потоку складає - 43,41 %

Розрахунок опалювальних приладів в ліфтовому холі

Для ліфтового холу треба розрахувати опалювальний прилад на першому поверсі, на
Розрахункову теплову потужність системи опалення ліфтового холу обчислюємо за формулою:

$$Q_{лх} = (Q_{1лх}\ b_1\ b_2)/0.97 = \quad 650 \quad \text{Вт} \qquad (6.1)$$

1) Опалювальний прилад I поверху:

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальний прилад першого поверху ліфтового холу:

$$G_{оп1} = \frac{G_{Т.М.} * Q_{оп1})}{Q_{П.Х.}} = \quad 718,33 \quad \text{кг/год} \qquad (6.2)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Q_{оп.1} = Q_{л.х.1пов} = \quad 584 \ \text{Вт} \qquad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta t_{о.п.} = \frac{0{,}86 Q_{о.п.}}{G_{о.п.}} = \quad 6{,}84 \ ^{o}C \qquad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta t_T = T_г - \frac{\Delta t_{о.п.}}{2} - t_{вн} = \quad 130{,}6 \ ^{o}C \qquad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70}\right)^{1+n} = \quad 2{,}11 \quad (6.6)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п..}}{360}\right)^{p} = \quad 1{,}02 \qquad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометрисному тиску для
м. Києві приймаємо рівним - *0,995*

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1 =$ *0,99* - схема руху води "зверху-вниз"

$\psi_2 =$ *1* - однорядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3 =$ *1* - однорядна установка радіаторів у глибину

$c =$ *1* - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$Q_н^{потр} = \frac{Q_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = \quad 276 \ \text{Вт} \qquad (6.8)$$

Приймаємо до установки конвектори **КА-0,560К**

з номінальним тепловим потоком $Q_н =$ *560* Вт

Перевищення потребуємого теплового потоку складає - *50,7* %

2) Опалювальний прилад типового поверху:

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальний

$$G_{оп.2-8} = \frac{G_{Т.М.} * Q_{оп.2-8})}{Q_{Л.Х.}} = \quad 718,33 \quad \text{кг/год} \qquad (6.2)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Q_{оп.2-8} = Q_{л.х.2-8\,пов} = \quad 571 \text{ Вт} \qquad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta t_{о.п.} = \frac{0,86 Q_{о.п.}}{G_{о.п.}} = \quad 6,84 \ ^{o}C \qquad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta t_T = T_г - \frac{\Delta t_{о.п.}}{2} - t_{вн} = \quad 129,4 \ ^{o}C \qquad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70}\right)^{1+n} = \quad 2,09 \quad (6.6) \qquad \varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п..}}{360}\right)^{p} = \quad 1,02 \qquad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометрисному тиску для **м. Києві** приймаємо рівним - *0,995*

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1 =$ *1,00* - схема руху води "зверху-вниз"

$\psi_2 =$ *1* - однорядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3 =$ *1* -однорядна установка радіаторів у глибину

$c =$ *1* - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$Q_н^{потр} = \frac{Q_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = \quad 269 \text{ Вт} \qquad (6.8)$$

Приймаємо до установки конвектори ***КА-0,448К***

з номінальним тепловим потоком $Q_н =$ *448* Вт

Перевищення потребуємого теплового потоку складає - *40,0* %

РОЗДІЛ 3
Вентиляція і кондиціонування громадської будівлі

Опалення та теплопостачання

В будівлі передбачено повітряне опалення на базі мультизональної системи VRF зі змінною витратою холодо-агента компанії LG. Дана система працює на обігрів до -30 °С та до -15 °С на охолодження.

Дана система передбачає облік електроенергії по кожному з орендних приміщень. Система працює на озонобезпечному фреоні R410A.
В технічних приміщеннях передбачено встановлення електричних конвекторів.Теплопостачання припливних установок здійснюється за рахунок фреонових теплових насосів повітря — повітря. Дане обладнання здатне забезпечувати теплопостачання в режимі теплового насосу при зовнішніх температурах до -22 °С із COP ~2,5.

При виході з ладу ККБ передбачено встановлення резервного електричного нагрівача в припливних
установках.

Вентиляція

Система вентиляції торгівельних приміщень запроєктована припливно-витяжна з механічним спонуканням. Припливно-витяжні установки забезпечують фільтрацію зовнішнього повітря, його підігрів/охолодження та подачу повітря в торгові зали. Всі установки обладнанні рекуператорами теплоти.

Усі вентилятори обладнано частотними перетворювачами, що дозволяють оптимально підібрати оберти для вентиляційної мережі та забезпечити оптимальне енергоспоживання.

Видалення повітря з санвузлів передбачається за допомогою канальних вентиляторів виробництва SALDA (Литва). В розділі АР передбачено переточні гратки в полотнах дверей для нормальної роботи витяжних систем.

У якості повітророзподільчих пристроїв прийнято стельові дифузори ПДК (Україна).

Повітроводи припливно-витяжних систем передбачені з оцинкованої сталі товщиною згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Для запобігання випадінню конденсату на припливних повітропроводах передбачена самоклеюча каучукова ізоляція товщиною 10 мм. Витяжні повітропроводи не ізолюються. Повітроводи на покрівлі ізолюються мінеральною ватою товщиною 100 мм та обшиваються мембраною.

Для запобігання появі шуму в системах припливно-витяжних установок передбачені шумоглушники.

В місцях перетинання перегородок з нормованою межею вогнестійкості встановлюються вогнезатримуючі клапани.
Для запобігання потраплянню в приміщення холодного повітря встановити зворотні клапани.

З'єднання повітропроводів з вентиляторами виконати через гнучкі вставки.

Для регулювання повітряних потоків в системах вентиляції передбачено встановлення дросель-клапанів. Монтаж систем виконувати у відповідності з ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013.

Кондиціонування

В будівлі запроєктовано мультизональну VRF систему кондиціонування з перемінною витратою холодоагенту. В якості внутрішніх блоків передбачено встановлення канальних блоків системи кондиціонування.

Системи використовують озонобезпечний фреон R410A.

Система кондиціонування розрахована на покриття теплонадлишків, що надходять в приміщення. Фреонопроводи передбачені з мідних трубопроводів та теплоізолюються каучуковою теплоізоляцією K-Flex.

Зовнішні блоки для кондиціонування розташовуються на покрівлі. В зоні встановлення блоків в розділі ВК та ЕО передбачені заходи по автоматичному нагріву для виключення намерзання льоду при роботі в режимі теплового насосу.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря та параметри мікроклімату в зоні обслуговування (робочій зоні) приміщень

Основним призначенням систем вентиляції та кондиціонування повітря є створення та підтримання нормованих метеорологічних параметрів та чистоти повітря шляхом боротьби зі шкідливими виділеннями.

При складанні теплового балансу для визначення необхідного повітрообміну по трібно визначити надходження теплоти для кожного приміщення. У приміщеннях різного призначення діють дві основні категорії теплових навантажень: теплові навантаження, що виникають ззовні приміщення (зовнішні); теплові навантаження, що виникають всередині будівель (внутрішні).

В житлових та громадських будівлях основним джерелом внутрішніх тепловиділень є люди, прилади штучного освітлення, опалювальні прилади. В залежності від призначення будівлі існують інші джерела шкідливих виділень: теплота від страв та технологічного обладнання у закладах громадського харчування, оргтехніки та іншого електричного обладнання у приміщеннях офісів, торгівельного обладнання у магазинах, тощо. Зовнішнім джерелом надлишкової теплоти є сонячна радіація, що поступає в приміщення через світлові прорізи та непрозорі огороджувальні конструкції, припливне вентиляційне повітря.

Іншими шкідливостями у приміщеннях житлових та громадських будівель є волога та вуглекислий газ, що виділяється в процесі життєдіяльності людини та технологічних процесах (волога від страв у обідніх залах).
Розрахунок надходжень шкідливостей рекомендується виконувати за джерелами їх утворення.

3.1 Розрахунккові параметри зовнішнього повітря

Завданням курсовго проекту задано торговий центр, розташований в **м.Київ.**

Температура зовнішнього повітря приймається по табл. 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [2]:

- для систем вентиляції та повітряного душування в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої п’ятиденки забезпеченістю 0,99;
- для систем кондиціонування та охолодження повітря в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95;
- для систем вентиляції та кондиціонування повітря в холодний період року – температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п’ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункову відносну вологість (табл.24, [2]) та швидкість вітру (табл.4, [2]) беруть у холодний період року для січня, а у теплий - для липня.

Прийняті параметри зовнішнього повітря зводяться до таблиці 1.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

таблиця 1

Період року	Розрахункова температура зовнішнього повітря, θ_{oda},°С	Відносна вологість, φ_{oda}, %	Ентальпія зовнішнього повітря I_{oda}, кДж/кг	Вологовміст d_{oda}, г/кг	Швидкість вітру, $v_в$, м/с
Теплий	23	69	54	11.8	2,1
Холодний	-22	83	-18	0,6	2,8

3.2 Параметри мікроклімату в зоні обслуговування (робочій зоні)

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні слід приймати взалежності від функціонального призначення приміщення та періоду року відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [1] (додаток Д). Вимоги до якості внутрішнього повітря (рівня концентрації CO2 у приміщенні) та рекомендовані типові значення для класифікації за рівнем концентрації CO2 наведено у табл. Х.3 [1].

При розрахунках *систем вентиляції для холодного періоду року* параметри мікроклімату в зоні обслуговування громадських та адміністративно-побутових приміщень приймають, як правило, у межах оптимальних норм, для приміщень без постійного перебування людей – в межах **допустимих** норм.

При розрахунках *системи вентиляції в теплий період року* в зоні обслуговування та в робочій зоні громадських та адміністративно-побутових приміщень температуру та швидкість повітря приймають у межах **оптимальних** норм або у межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних параметрів через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність.

Відносну вологість повітря, при розрахунках *систем опалення та вентиляції* приміщень усіх типів будівель, рекомендується брати у межах **оптимальних** норм, а для кліматичних районів з відносною вологістю зовнішнього повітря у липні ≥75 %, допускається брати до 75 %.

Параметри мікроклімату приміщень *для розрахунку систем кондиціонування та охолодження повітря в теплий період року* беруть в межах оптимальних норм для всіх типів будівель (окрім приміщень, для яких параметри мікроклімату встановлені іншими нормативними документами). Відносну вологість в робочій зоні або в зоні обслуговування допускається брати за допустимими нормами (за відсутності вимог інших норм) з урахуванням економічної доцільності та технічної спроможності системи кондиціонування. За неможливості забезпечити допустимі параметри відносної вологості слід передбачати систему осушення або зволоження повітря.

Прийняті параметри внутрішнього повітря зводяться до таблиці 2.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

таблиця 2

Період року	Розрахункова температура внутрішнього повітря, θ_{ida},°C	Відносна вологість, φ_{ida}, %	Швидкість повітря, V_{ida}, м/с	Рівень концентрації CO2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	23.0 ± 2.0	40	0.4	500
Холодний	19.0 ± 3.0	40	0.4	500

3.3 Розрахунок надходжень шкідливостей в приміщення

Надходження теплоти в приміщення

Теплота, яка надходить у приміщення шляхом конвекції та випромінювання, називається явною, а теплота у вигляді водяної пари при видиханні людиною повітря і при випаровуванні з поверхні тіла або інших змочених поверхонь, а-та кож з відкритих дзеркал води називається прихованою теплотою. Величина теплонадлишків для житлових, громадських та офісних приміщень є значенням, яке визначає величину повітрообміну, навантаження на обладнання системи кондиціонування повітря та параметри припливного повітря.

Завданням курсового проекту для розрахунку задано торгівельне приміщення **101** непродовольчими товарами площею **S = 341м².**

Розрахункова площа на одну людину згідно таблиці Х.2[1], **Sn= 7 м²/люд.**

Категорія фізичних робіт - **легка (категорія I)**.

Надходження теплоти від людей.

Під час життєдіяльності організм людини виділяє теплоту та вологу з різною інтенсивністю в залежності від характеру діяльності та метеорологічних параметрів навколишнього середовища. Тепловіддача організму людини здійснюється кількома шляхами: конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри.

Теплота, що виділяється від людей має дві складові: *явна* променисто-конвективна теплота Q та *прихована* теплота (випаровування вологи з поверхні тіла людини та від дихання). Повна кількість теплоти Q*hf*, яка виділяється організмом людини, залежить від ступеня важкості виконуваної нею роботи, теплозахисних властивостей одягу та температурного режиму приміщення.

Розрахунки виконують окремо за явними та повними тепловиділеннями.

Для теплого періоду року за розрахункову приймаємо **+23°С.**

Для холодного періоду року за розрахункову приймаємо **+19°С.**

<u>Повна кількість теплоти, Вт:</u>

• теплий період року $Qhf = \Sigma qhf \cdot ni = 147 \cdot 48 = 7\,056$ Вт • холодний період року $Qhf = \Sigma qhf \cdot ni = 152 \cdot 48 = 7\,296$ Вт

qhf – питоме виділення повної теплоти однією людиною залежно від ступеня важкості роботи та температури робочої зони (табл. 4[3]), Вт/люд;

qhf = 147Вт, при температурі повітря 23°С

qhf = 152Вт, при температурі повітря 19°С

ni – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

ni = S/ Sn = 341/7 = 48 люд.

Явна кількість теплоти, Вт:

- теплий період року Q = **Σq · n*i* = 78 · 48 = 3 744 Вт**
- холодний період року Q = **Σq · n*i* = 104 · 48 = 4 992 Вт**

q – питоме виділення явної теплоти однією людиною (табл. 4[3]), Вт/люд;

q = 78Вт, при температурі повітря 23°С

q = 104Вт, при температурі повітря 19°С

Надходження теплоти від приладів штучного освітлення.

Надходження теплоти від приладів штучного освітлення відбувається за рахунок трансформації електричної енергії в теплову. Теплонадходження від джерел загального освітлення враховують в залежності від часу доби, умов експлуатації приміщень і наявності прорізів природнього освітлення.

Вважається, що вся енергія, що витрачається на освітлення (при використанні світильників без відсмоктування від них нагрітого повітря), перетворюється на теплоту, яка надходить до приміщення.

Якщо потужність приладів освітлення відома, теплонадходження Q*осв*, Вт визначаються як:

Qосв* = Σ1000 · *Nосв* · *n

Якщо точна потужність приладів освітлення невідома, то теплонадходження Q*осв*, Вт можна визначити за рівнем нормованої освітленості та площею приміщення:

***Qосв* = *E* · *A* · *qосв* · *ηосв* = 300 · 341 · 0.1 · 0.55 = 5 625 Вт**

E – нормативний рівень освітленості (табл. 5[3]), Лк;

E = 300Лк, як для торгівельних залів магазинів

A = S - площа підлоги приміщення, м².

*q*осв – питомі виділення теплоти, Вт/(м2·Лк), (табл. 6[3]);

*q*осв = 0.05-0.13 Вт/(м2·Лк) для люмінісцентних ламп

ηосв – доля теплової енергії, що поступає в приміщення в залежності від способу установки світильників.

ηосв =0,55, для люмінесцентних світильників.

Надходження теплоти від електричного обладнання.

Основним обладнанням магазинів є касові стійки з обладнанням. Надходження теплоти відбувається за рахунок трансформації електричної енергії в теплову. При розрахунку теплонадходжень необхідно враховувати коефіцієнт завантаженості приладів та одночасність їх роботи. Для спрощеного розрахунку теплонадходження приймаються в розмірі 80% від споживаної потужності.

$$Q_в = N_e \cdot n \cdot \eta = 200 \cdot 11 \cdot 0.8 = 1\,760 Вт$$

*N*e – номінальна електрична потужність обладнання, Вт;

*N*e = 200Вт, для одного робочого місця

n – кількість одиниць обладнання;

n = 11шт, з розрахунку 1 одиниця на 10 відвідуючих

η – коефіцієнт завантаженості приладів та одночасність їх роботи.

η =0,8

Надходження теплоти від інших джерел.

Окрім вищезазначених джерел, також можливі надходження теплоти від їжі при її остиганні,теплонадходження за рахунок сонячної радіації через заскленні світлові прорізи, масивні зовнішні огороджувальні конструкції та конструкції покриття.

Враховуючи, що в проектній ділянці місця для харчування та світлові прорізи в огороджувальних конструкціях відсутні, розрахунок надходжень теплоти не виконується.

Показники надходжень теплоти від сонячної радіації не враховуємо так як основний показник для розрахунку є теплонадходженн від штучного освітлення.

Приміщення що розраховується, розташоване на першому поверсі, розрахунок сонячної радіації через покриття не виконується також.

Загальні теплонадходження.

Отримані результати надходження теплоти від різних джерел зводимо в загальну таблицю (таблиця 3)

Загальні теплонадходження

таблиця 3

№	Назва приміщення	Джерело теплонадходження	Величина теплонадходжень, Вт	
			теплий період	холодний період
101	Магазин непродово-льчих товарів	Люди – повна кількість теплоти (*Люди - явна кількість теплоти*)	7 056 *(3 744)*	7296 *(4 992)*
		Освітлення	5 625	5 625
		Обладнання	1 760	1 760
		Сонячна радіація через вікна	6219	5419
		Сонячна радіація через стіни	-	-
		Сонячна радіація через покриття	1705	1705
		РАЗОМ	**22 365** ***(19 053)***	**22 605** ***(20 301***

3.4 Надходження вологи в приміщення

Надходження водяної пари до приміщення від людей визначається за даними табл. 4[3] в залежності від температури у приміщенні та виду виконуваної роботи за формулою:

- теплий період року **W*л* =*wл* · *ni* = 99 · 48 = 4 752 г/год**
- холодний період року **W*л* =*wл* · *ni* = 71 · 48 = 3 408 г/год**

wл – питоме виділення вологи однією людиною залежно від ступеня важкості роботи та температури робочої зони (табл. 4[3]), г/год;

wл = 99г/год, при температурі повітря 23°С та легкій фізичній роботі

wл = 71г/год, при температурі повітря 19°С та легкій фізичній роботі

ni – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

3.5 Надходження вуглекислого газу в приміщення

При активній діяльності людей в приміщеннях склад повітря змінюється. Повітря забруднюється, оскільки в навколишнє середовище при диханні виділяються шкідливі газоподібні забруднювачі: сірководень, аміак, ацетон, вуглекислий газ і інші домішки.

Вуглекислий газ або діоксид вуглецю – CO2, відносять до особливо шкідливих газів, які при достатній концентрації негативно впливають на організм людини. Людина вдихає повітряну суміш, що містить до 20,9% кисню і до 0,03-0,04% вуглекислого газу, а видихає повітря, в якому до 16,3% кисню і до 4% вуглекислого газу. Тому у будь-якому приміщенні концентрація діоксиду вуглецю, поряд з іншими шкідливими випаровуваннями, поступово збільшується і, якщо люди знаходяться там тривалий час, може стати небезпечною. Також CO2 значною мірою впливає на розумову діяльність та зосередженість. Концентрація цього газу визнана індикатором загального забруднення повітря в приміщенні.

Інтенсивність виділення вуглекислого газу людиною залежить від характеру виконуваної роботи та визначається за формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n_i = 60 \cdot 48 = 2\,880 \text{г/год}$$

m*CO2* =60 г/год – кількість масового виділення вуглекислого газу, яке виділяється однією
людиною при легкій фізичній роботі(табл.10[3]), г/год;

ni – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

3. Розрахунок повітрообміну в приміщенні. Вихідні дані

Повітрообміном називають кількість повітря, яка необхідна для підтримання розрахункових
параметрів повітряного середовища.

Необхідний повітрообмін розраховується:

- за надлишками явної теплоти;
- за надлишками повної теплоти;
- за надлишками вологи;
- на розбавлення газових шкідливостей до ГДК;
- за мінімальною витратою зовнішнього повітря (на видалення забруднень від людей та будівельних матеріалів);
- за нормованою кратністю;
- за нормованою питомою витратою повітря на одиницю обладнання.

Висота приміщення торгового центру прийнята - H=4.8м.

Висота робочої зони для відвідуючих магазину - h_{wz}=2.0м.

Площа приміщення - S=341м^2

Об’єм приміщення - V=341 · 4.8 = 1636м³

Розрахунковий барометричний тиск для міста Київ – Pb = 990гПа

Визначення градієнту температур по додатку Г.1 [3]

Баланс шкідливостей в магазині непродовольчих товарів *таблиця 4*

Вид шкідливості	Надлишки в період, Вт		Теплонапруженість (*grad t, °С/м*) в період, Вт/м³	
	теплий	холодний	теплий	холодний
Явна теплота Q_h, Вт	19 053	20 301	8.82(0.5)	8.9 (0.0)
Повна теплота Q_{hf}, Вт	22 365	22 605		
Волога W, г/год	4752	3408		
Вуглекислий газ M_{CO2}, г/год	2880		-	-

Розрахунок повітрообміну виконується за рахунок графоаналітичного методу шляхом побудови процесів зміни стану повітря на I-d – діаграмі.

Повітрообмін на асиміляцію надлишків теплоти й вологи залежить від сезонної зміни параметрів зовнішнього повітря і визначається для двох періодів року (теплий, холодний). За отриманими даними приймається витрата повітря механічної припливно-витяжної вентиляції.

За замовчуванням відповідно характеристикам зовнішнього та внутрішнього повітря в проекті передбачено додатково систему кондиціонування для рециркуляції повітря. Розрахунок повітрообміну необхідно виконувати при сумісній роботі вентиляції та охолодження.

Система вентиляції подає охолоджене зовнішнє повітря. На систему вентиляції додатково ставимо теплоутилізатор – пластичний рекуператор без вологообміну. Тому вологовміст припливного повітря відповідає вологовмісту зовнішнього повітря – din = dext, г/кг. Незалежно від цієї системи в приміщенні також передбачаються повітроохолоджувачі, що працюють як довідники. Вони забирають повітря у верхній зоні, охолоджують його і подають до приміщення з верхньої зони струминами вниз, вертикально або під кутом. В проекті за повітроохолоджувачі приймаємо касетні блоки.

3.6 Розрахунок повітрообміну при роботі систем вентиляції та кондиціонування в теплий період року

Загальна мінімальна витрата зовнішнього повітря, L_{min}

$$L_{min} = 3.6 \cdot (n \cdot q_p + S \cdot q_b) = 3.6 \cdot (48 \cdot 7 + 341 \cdot 0.7) = 2\,068 м^3/год$$

n = 48 – число людей у приміщенні, люд;

q_p = 7 дм³/люд – питома витрата повітря на одну людину при оптимальних умовах мікроклімату (додаток Х.1[1]);

S = 341м² - площа приміщення;

qb = 0,7 дм³/(с·м²) – питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень при низькому рівні забруднення повітря будівлі (додаток Х.1 [1]);

Необхідний повітрообмін на розбавлення газових шкідливостей до ГДК , L_{CO2}

$$L_{CO2} = \frac{M_{CO2}}{q_{eta} - q_{oda}} = \frac{2\,880\,000}{915} = 3\,147 м^3/год$$

M_{CO_2} = 2 880 000мг/год, надлишки вуглекислого газу;

q_{eta} – концентрація вуглекислого газу витяжного повітря, мг/м³;

q_{oda} – концентрація вуглекислого газу в зовнішньому повітрі, мг/м³;

$q_{eta} - q_{oda}$ – різниця концентрації вуглекислого газу внутрішнього і зовнішнього повітря становить 500 ppm (мольна частка) або $q_{eta} - q_{oda}$ = 500·1,83 = 915 мг/м3 - (1,83 перевідний коефіцієнт, мг/(м3·ppm), для розрахункових - умов температура 20 °С.

За розрахункову витрату зовнішнього повітря приймаємо:

$$L_{oda} = max\,(L_{min}, L_{CO2}) = 3\,147 м^3/год$$

Визначення параметрів зовнішнього повітря

На I-d діаграмі наносимо точку ext на перетині ліній температури та відносної вологості зовнішнього повітря для теплого періоду року (див. мал.1).

Температура зовнішнього повітря **t_{oda} = 23**°С.

Відносна вологість **φ_{oda} = 69%**

Визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

У громадських будівлях використовуємо градієнт температури *grad t*, °С/м за формулою:

$$t_{eta} = t_{wz} + grad\ t \cdot (H - h_{wz}) = \mathbf{20} + 0.5 \cdot (4.8 - 2) = \mathbf{21.4}°C,$$

grad t = 0.5 зміна температури повітря за висотою приміщення, °С/м

Визначаємо температуру повітря що подається в приміщення після пластинчатого рекуператора.

$$t_{in} = t_{oda} - E \cdot (t_{oda} - t_{eta}) = 23 - 0.65 \cdot (23 - 21.4) = 21{,}96°C,$$

E = 0,65 – коефіцієнт ефективності пластинчатого рекуператора

З точки ext зовнішнього повітря проводимо лінію вниз уздовж d = const і на перетині з температурою припливного повітря tin знаходимо точку припливного повітря.

Визначаємо параметри повітря після довідника за параметрами холодоносія. Гранична температура повітря після довідника становить

$$t_f = t_{wo} + 1\ldots3\ °C = 12+1 = 13°C$$

t_{wo} = 12…14°С– температура холодоносія на виході з довідника

Відносну вологість приймаємо **φ_f=95%**

Інші параметри визначаємо шляхом побудови точки повітря після довідника f на I-d діаграмі та взяття відліків ентальпії I_f, кДж/кг, та вологовмісту d_f, г/кг.

Визначаємо витрату повітря через довідник

$$L_f = \frac{18000 \cdot \Delta Q_{hf} - (9 \cdot t_{eta} + 12500) \cdot W + L_{oda} \cdot \rho \cdot (9 \cdot d_{in} + 5030) \cdot (t_{in} - t_{eta})}{\rho \cdot (9 \cdot d_f + 5030) \cdot (t_l - t_f)}$$

$$= \frac{18000 \cdot 22365 - (9 \cdot 21.4 + 12500) \cdot 4752 \quad + 3147 \cdot 1.2 \cdot (9 \cdot 11.8 + 5030) \cdot (21{,}96 - 21.4)}{1.2 \cdot (9 \cdot 8.4 + 5030) \cdot (21.4 - 13)}$$

$$= 4718 \ \ м^3/год$$

Визначаємо вологовміст витяжного повітря

$$d_l = \frac{(L_{oda} \cdot d_{sup} + L_f \cdot d_f) \cdot \rho + W}{(L_{ext} + L_f) \cdot \rho} = \frac{(3147 \cdot 11.8 + 4089 \cdot 8.4) \cdot 1.2 + 4752}{(3147 + 4089) \cdot 1.2} = 10.4 г/кг$$

Інші параметри визначаємо шляхом побудови точки витяжного повітря *l* на I-d діаграмі та взяття відліків ентальпії I_{eta}, кДж/кг, та відносної вологості φ_f, %

Визначаємо кутовий коефіцієнт променю процесу в приміщенні

$$\varepsilon = 3{,}6 \cdot \Delta Q_{hf} / W_{вол} = 3{,}6 \cdot 22365 \ / 4752 = \ 16{,}94 \text{ кДж/г}$$

Будуємо процес (рис. 1) асиміляції тепловологонадлишків у приміщенні. Проводимо лінію кута променю процесу від початку координат на I-d діаграмі «0» до поділки вздовж периметра I-d діаграми, що відповідає отриманому значенню. Отриману лінію паралельно переносимо до точки *l*. На перетині паралельно перенесеної лінії з ізотермами twz ставимо точку повітря зони обслуговування *wz*. На перетині лінії *in-f* з кутом променю процесу ставимо точку повітряної суміші *mix*. Відліки всіх невідомих параметрів повітря зведено в таблиці 5.

Параметри повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження в теплий та холодний періоди

таблиця 5

Період	Точка	Опис	Параметри повітря			
			t,°C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ, %
Теплий	oda	зовнішнє повітря	23	54	11.8	69
	sup	припливне повітря	21.96	52	11.8	72
	f	повітря після довідника	13	36	8,4	96
	mix	суміш	16	42	10,2	*80*
	wz	повітря робочої зони	20	47	10.1	72
	eta	витяжне повітря	21.4	50	11.3	70
Холодний	oda	зовнішнє повітря	-22	-18	0,6	83
	mix	суміш	8.1	9.5	0,6	10
	sup	припливне	8.1	9.5	0,6	10
	wz	повітря робочої зони	20	24	1.6	11
	eta	витяжне повітря	20	24	1.6	11

**З I-d діаграми видно, що показник вологості в процесі «суміш» вище 75%. Для зменшення показника φ до нормативного проектом передбачено влаштування в вентиляційному обладнанні*

секцію осушування, для доведення вологості в приміщенні до нормативних показників. Враховуючи те, що система вентиляції працює сумісно з системою кондиціонування,

повітрообмін за надлишками вологи LW та повної теплоти Lhf не проводиться.

Розраховуємо холодопродуктивність довідника:

$$Q_x = \rho \cdot L_f \cdot \frac{(I_{\text{eta}} - I_f)}{3.6} = 1.2 \cdot 4089 \cdot \frac{(50 - 36)}{3.6} = 19\,082 \text{ Вт}$$

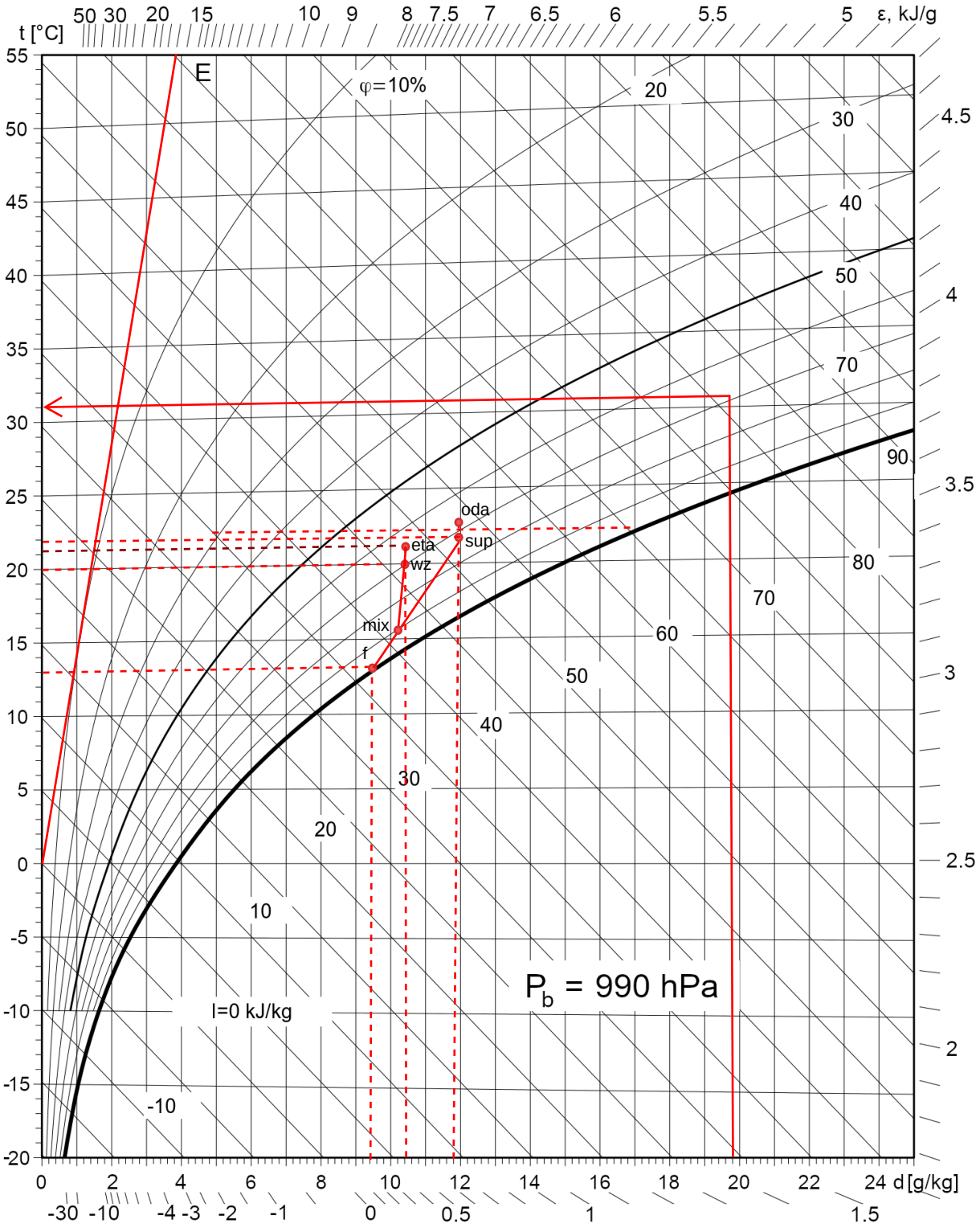


Рис А.2. I-d діаграма для барометричного тиску 990 гПа:
Житомир, Київ, Конотоп, Любашівка, Полтава, Слов'янськ, Суми, Ужгород, Умань, Харків, Черкаси та Чернігів

Теплий період

3.7 Розрахунок повітрообміну в холодний періоду року

Загальний повітрообмін у холодний період приймається за розрахунком для теплого періоду року

$$L = 3\,147 м^3/год$$

За розрахункову витрату зовнішнього повітря приймаємо

$$L_{oda} = max\,(L_{min}, L_{CO2}) = 3\,147 м^3/год$$

Тоді кількість рециркуляційного повітря становить:

$$L_{rca} = L - L_{oda} = 0\ м^3/год$$

На I-d діаграмі наносимо точку ext на перетині ліній температури та відносної вологості зовнішнього повітря для холодного періоду року (див. мал. 2).

Температура зовнішнього повітря $\mathbf{t_{oda} = -22}$ °С.

Відносна вологість $\mathbf{\varphi_{oda} = 83\%}$

Визначаємо вологовміст витяжного повітря

$$d_{eta} = d_{oda} + \frac{W}{\rho \cdot L_{oda}} = 0.6 + \frac{3\,408}{1.2 \cdot 3147} = 1.5 г/кг$$

d_{oda} – вологовміст зовнішнього повітря (по I-d діаграмі), г/кг;

W - вологонадходження до приміщення в холодний період року

Визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

У громадських будівлях використовуємо градієнт температури *grad t*, °С/м за формулою

$$t_{eta} = t_{wz} + grad\ t \cdot (H - h_{wz}) = 20 + 0.0 \cdot (4.8 - 2) = 20°C$$

На перетині ліній вологовмісту та температури витяжного повітря d_l *і* t_l знаходимо точку *l* з параметрами витяжного повітря. Виписуємо всі параметри витяжного повітря

Визначаємо кутовий коефіцієнт променю процесу в приміщенні

$$\varepsilon = 3{,}6 \cdot \Delta Qhf / Wвол = 3{,}6 \cdot 22605/3408 = 23.87\ кДж/г$$

Проводять кут променю процесу від початку координат на I-d діаграмі «0» до поділки вздовждіаграми, що відповідає отриманому значенню (мал. 2). Паралельно переносять цю лінію до точки *eta*. На перетині із ізотермою температури повітря робочої зони t_{wz} знаходитиметься точка повітря зони обслуговування *wz*. В проектному випадку ці дві точки співпадають

Будуємо процес змішування та підігріву суміші. З находимо вологовміст суміші.

Сполучаємо точки *eta* та *oda*.

Знаходимо вологовміст суміші.

$$d_{mix} = \frac{(L_{oda} \cdot d_{oda} + L_{rec} \cdot d_{eta})}{L} = d_{oda} = 0.6 г/кг$$

На перетині лінії вологовмісту d_{mix} з паралельною лінією *0-e* від точки *l* знаходимо точку суміші *mix* і виписуємо її параметри t_{mix}; d_{mix}; I_{mix}; φ_{mix} (табл. 5). Оскільки точка суміші опинилася над лінією φ = 100 %, то схема оброблення повітря змішування-нагрів є прийнятною. Точка *in* співпадає в нашому випадку з точкою *mix* з параметрами припливного повітря t_{sup} ; I_{sup}; φ_{sup}; d_{sup} = $d_{mix.}$ Всі задані і знайдені параметри повітря зводимо до табл. 5. Побудову завершено.

Витрата теплоти нагріву суміші зовнішнього повітря від точки *ext* до точки *in* становить.

$$Q = 0.278 \cdot L \cdot \rho \cdot C_p \cdot (t_{\text{sup}} - t_{\text{oda}}) = 0.278 \cdot 3147 \cdot 1.2 \cdot 1{,}005 \cdot (5.3 - (-22)) = 28\,803 \text{Вт}$$

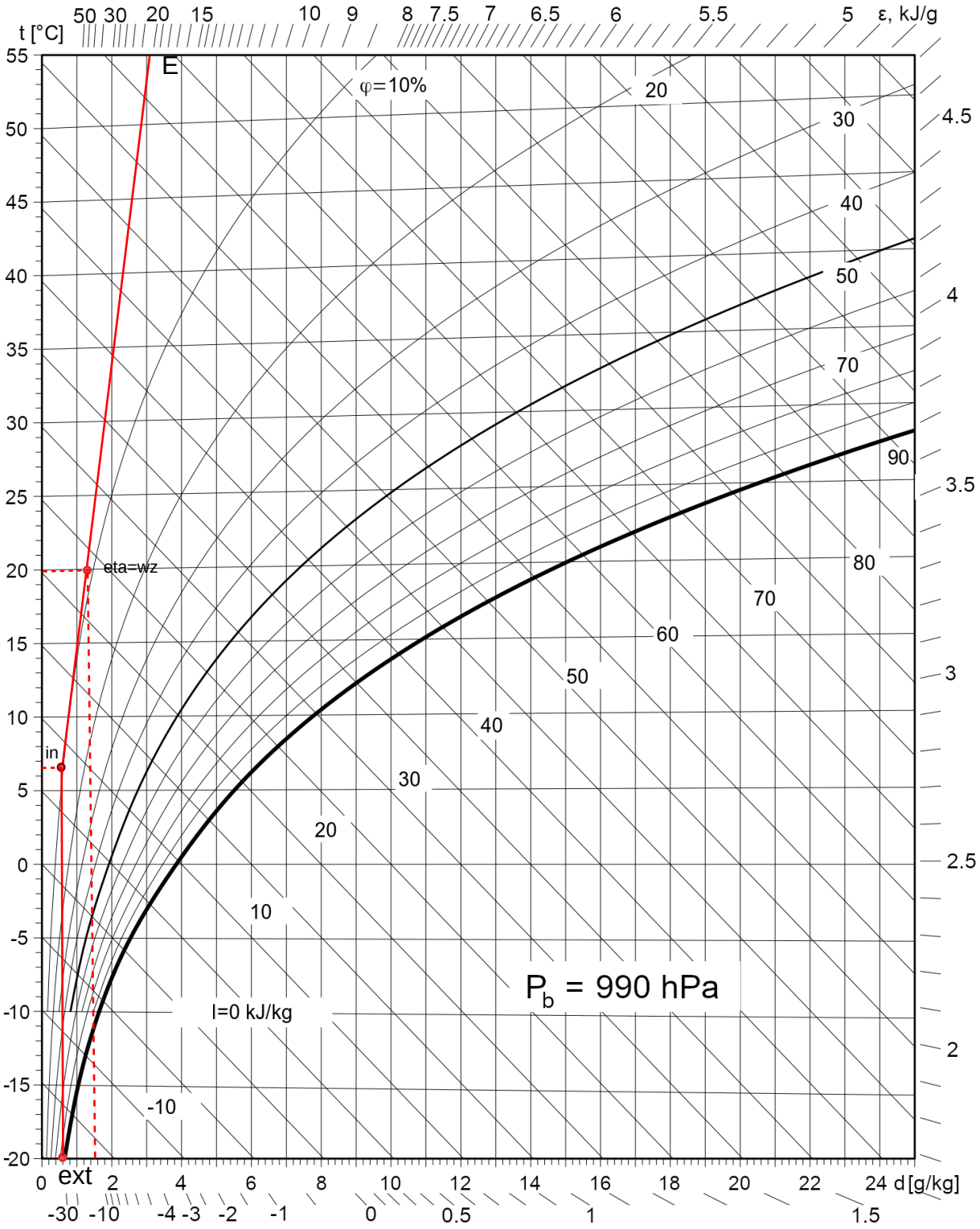


Рис А.2. I-d діаграма для барометричного тиску 990 гПа:
Житомир, Київ, Конотоп, Любашівка, Полтава, Слов'янськ, Суми, Ужгород, Умань, Харків, Черкаси та Чернігів

Холодний період

3.8 Результати розрахунків повітрообміну

Результати розрахунків повітрообміну проектуємого приміщення зводимо до таблиці 6.

Повітрообмін у розрахунковому приміщені

таблиця 6

Спосіб розрахунку повітрообміну	L, м³/год	G=ρ·L, кг/год
Теплий період		
Загальна мінімальна витрата зовнішнього повітря, L_{min}	**4 536**	**5 443**
На розбавлення вуглекислого газу до ГДК, L_{CO2}	**6 951**	**8 341**
За надлишками повної теплоти, L_{hf}	-------	-------
За надлишками вологи, L_w	-------	-------
Загальний повітрообмін, L	**6 951**	**8 341**
Холодний період		
Загальний повітрообмін, L	**6 951**	**8 341**
Витрата зовнішнього повітря, L_{oda}	-------	-------
Витрата рециркуляційного повітря, L_{rec}	**6 951**	**8 341**

3.9 Розрахунок балансу повітря в будівлі

Значення повітрообміну в кожному приміщенні зводимо до табл. 7 окремо на приплив та на видалення. Різниця між ними – дисбаланс (приплив, витяжки) подається, або видаляється в допоміжні приміщення. Кратності повітрообміну взято з додатку Д[3].

Проектом передбачено влаштування основного припливу повітря в холи та коридори де відбувається основний потік відвідуючих громадської будівлі. Крім цього, приплив повітря в обсязі також подається в магазини з повітрообміном більше ніж 800м³/год.

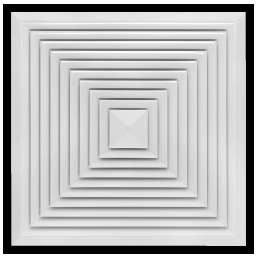
Видалення повітря передбачено з магазинів, технічних приміщень, санітарних вузлів.

Враховуючи що обсяги повітрообміну на поверсі будівлі досить великі, забезпечення вентиляцією приміщень передбачено трьома припливно-витяжними системами ПВ1, ПВ2 та ПВ3. Із санітарних вузлів передбачено окрему витяжну систему В1 з припливом повітря через решітки встановлені у вхідних дверях або стінах коридорів. Забезпечення витяжним повітрям з технічних приміщень забезпечено витяжними системами В2, В3 та В4.

Повітророзподільники прийняті фірми TROX

Повітряно-тепловий баланс по приміщенням

№ п/п	Найменування приміщення	Площа приміщення	Висота стелі	Об'єм приміщень	Об'єми вентиляційного повітря, м³/год				Температура припливу ТП/ХП	Позначення системи	мЗ/год*людину	мЗ/год*людину
					Витяжка	Приплив	кратність					
							Витяжка	Приплив				
		м²	м	м³	Об'єм повітря, мЗ/год.	Об'єм повітря, мЗ/год.	-	+	°С		40	30
Приміщення 1-го поверху відм. +0.000											Персонал	Відвідувачі
101	Торгівельна зала	341	4,8	1636,8	2430	2430	1,5	4,0	24	ПВ1	9	69
102	Санвузол МГН	11	4,8	52,8	100					В1		
103	Санвузол чоловічий	26	4,8	124,8	500					В2		
103а	Умивальники чоловічі	14	4,8	67,2		500				ПВ2		
105	Санвузол жіночий	24	4,8	115,2	500					В3		
105а	Умивальники жіночі	13	4,8	62,4		500				ПВ2		
104	Торгівельна зала	335	4,8	1608	2370,0	2570,0				ПВ1	9	67
104.1	Комора	19	4,8	91,2	95,0		1,0			В4		
104.2	Комора	21	4,8	100,8	105,0		1,0			В4		
106	Торгівельна зала	338	4,8	1622,4	2400,0	2590,0				ПВ1	9	68
106.1	Комора	18	4,8	86,4	90,0		1,0			В5		
106.2	Комора	20	4,8	96	100,0		1,0			В5		
107	Торгівельна зала	338	4,8	1622,4	2400,0	2615,0				ПВ1	9	68
107.1	Комора	22	4,8	105,6	110,0		1,0			В6		
107.2	Комора	21	4,8	100,8	105,0		1,0			В6		
108	Вестибюль	759	4,8	3643,2	3645	3645	1	1		ПВ2		
					11840	5705						
				ПВ1 (торг зали)	9600,0	10205,0						
				ПВ2 (вестибюль)	3645	4645						



DLQ-ZH-M/400

Подключение	ZH	Горизонтальное, приточный воздух, со статической камерой
Заслонка клапана для балансировки расхода воз	M	С заслонкой клапана
Номинальный размер	400	
Общее количество	1	

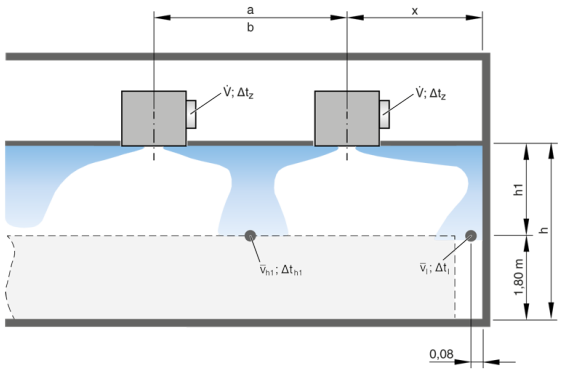
Введите значения

Стратегия: Линейное расположение диффузоров	
Расход q_v	647 m³/h
Расстояние a	3,0 m
Расстояние x	1,5 m
Расстояние h_1	2,5 m
Допустимая разность температур приточного воздуха и воздуха в помещении $\Delta t_{SUP,c}$	-6 K
Температура в помещении $t_{r,c}$	26,0 °C

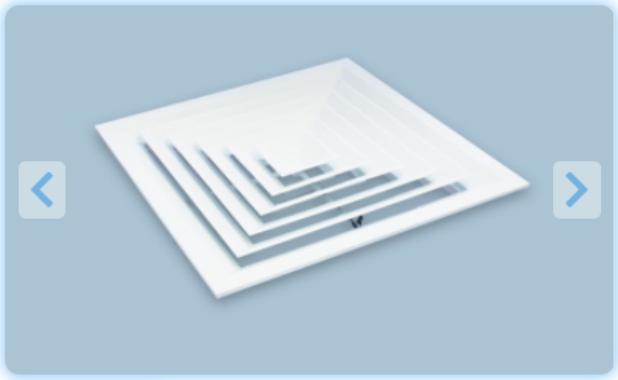
Результаты

Distance (h_1 + x) l	4,0 m
Эффективная скорость воздуха v_{eff}	4,56 m/s
Дальнобойность воздушной струи l_s	7,7 m
Скорость в h_1 v_{h1}	0,12 m/s
Разность температур на высоте h_1 Δt_{h1}	-0,42 K
Скорость в l v_l	0,26 m/s
Разность температур при l Δt_l	-0,42 K
Холодопроизводительность - охлаждение Φ_c	-1 219 W

Схематичный вид сбоку



Головна / Каталог / Стельові дифузори / ПДК







ПДК

ПДК-16 (400x400)

Довжина (мм.) 400 × Висота (мм.) 400

Колір по каталогу RAL Classic

9016 Білий

1 717 грн.

ЗАМОВИТИ 1 шт.

Технічні характеристики:

Оберіть кут нахилу ламелей

45

Вкажіть витрати повітря

647 м³/год.

Живий перетин ($F_{ж.с}$)

0.09900 м²

Швидкість

1.81538 м/с

Втрата тиску

5.75017 Па

Рівень шуму

<20 Db

3.10 Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Розрахунок виконуємо по методу Колбрука -Уайта (див. таблицю 9.1).

Детальну графічну частину виконуємо по розрахунковому приміщенню та системі ПВ1

Розрахунки зводимо в табличну форму в наступній послідовності:

- Згідно попередніх розрахунків та виконання креслень визначаємо розрахункові ділянки, габарити повітропроводів, їх швидкість та витрату. При цьому швидкість в магістральному повітропроводі має збільшуватися в сторону від повітророзподілювача до вентиляційного обладнання (стовпчики 1-8);
- Діаметр або еквівалентний діаметр визначаємо за формулою (стовпчик 6)

$$d_e = 4f / П = 2 \cdot a \cdot b / (a + b), \text{ м},$$

де f – площа перерізу повітроводу, м^2; П – периметр перерізу, м.

- Питомі втрати тиску R та динамічний тиск $Р_д$ визначаємо за таблицями додатку А методики [5] по фактичній швидкості еквівалентному діаметру (стовпчик 9,10);
- Визначаємо коефіцієнти, що враховують поправку на температуру. У випадку близьких показниках до 20°С, коефіцієнти дорівнюють 1 (стовпчики 11, 12);
- Сумарні коефіцієнти місцевих опорів визначаємо за методикою [5] додатку Б (стовпчики 13, 14). За наявності регулювального пристрою (шибер, дросель-клапан), на даному етапі його вважають повністю відкритим і враховують відповідний коефіцієнт місцевого опору ζ_{0S};
- Розраховуємо втрати тиску за довжиною $P=R \cdot l \cdot k_1$(стовпчик 15);
- Розраховуємо втрати тиску на місцеві опори $P=Z \cdot k_2$, де $Z=\Sigma\zeta \cdot Р_д$ (стовпчик 16);
- Визначаємо загальні витрати тиску, які є сумою втрати тиску за довжиною і на місцеві опори (стовпчик 17);
- Обчислюємо втрати тиску за магістраллю $\Delta Р_{мг}$ (стовпчик 18);

$$\Delta P_{мг,i} = \begin{cases} \Delta P_i, & i=1; \\ \Delta P_i + \Sigma \Delta P_{мг,i-1}, & i>1. \end{cases}$$

- Заносимо до стовпця 19 таблиці аеродинамічного розрахунку втрати тиску у відгалуженнях $\Delta Р_в$;
- Визначаємо абсолютні нев'язки втрат тисків. Абсолютну нев'язку визначають як різницю між втратами тиску на магістралі до точки приєднання відгалуження та втратами тиску у відгалуженні $\Delta Р_i = \Delta Р_{мг,i} - \Delta Р_{в,i}$ (стовпчик 20). Якщо нев'язка від'ємна, то збільшують діаметр відгалуження і перераховують відповідний рядок;
- Визначаємо відносні нев'язки втрат тисків у відсотках $\varepsilon = \Delta Р_i / \Delta Р_{мг,i} \cdot 100\%$ (стовпчик 21);
- На відгалуженнях, де відносна нев'язка перевищує 10 %, визначаємо потрібний додатковий коефіцієнт місцевого опору регулювального пристрою (дросель-клапана або шибера) з урахуванням його значення $\zeta_{0,s}$ при повному відкритті (для діафрагм $\zeta_{0,s} = 0$):

$$\zeta_0 = \frac{\Delta p_i}{P_д} + \zeta_{0s}.$$

- Вибираємо положення (налаштування) регулювального пристрою дросель-клапана, шибера або отвору діафрагми за дод. Б [5] (стовпчик 23).

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи ПВ1 (приплив)

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дійсна швидкість повітря в перерізі	Коефіцієнт шорсткості	Коефіцієнт K_1	Питомі втрати тиску на тертя	Втрати тиску на тертя на всій ділянці $\Delta P_{тер}=Rl_{діл}\beta_ш K_1$	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $P_д=\rho v_д^2/2$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z=\Sigma\Sigma_{діл}P_д K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці $\Delta P_{діл}=\Delta P_{тер}+\Delta P_z$	Сума втрат тиску від початку мережі	Нев'язка	Коефіцієнт опору діафрагми
№ діл.	$L_{діл}$, $м^3$/год	$l_{діл}$, м	ахв або d, мм	d_v, мм	$f_ф$, $м^2$	$V_д$, м/с	$\beta_ш$	K_1	R, Па/м	$\Delta P_{тер}$, Па	$P_д$, Па	$\Sigma\Sigma_{діл}$	K_2	ΔP_z,Па	$\Delta P_{діл}$,Па	$\Sigma\Delta P$,Па	н,%	$\xi_{дф}$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
						магістраль												
1	607	6,92	300	0,3	0,076	2,219	1,0	1,0	0,363	2,512	2,953	1,20	1,0	3,544	6,056	6,06	-	-
2	1215	5,5	300*300	0,3	0,6	0,56	1,0	1,0	0,402	2,212	0,190	0,35	1,0	0,066	2,279	8,33	-	-
3	1823	5,8	400*300	0,34	0,12	4,22	1,0	1,0	0,284	1,650	10,685	0,00	1,0	0,000	1,650	9,98	-	-
4	2430	40,4	550*300	0,39	0,165	4,09	1,0	1,0	0,284	11,493	10,041	1,30	1,0	13,054	24,547	34,53	-	-
5	5020	7,7	750*400	0,52	0,3	4,65	1,0	1,0	0,284	2,191	12,963	0,35	1,0	4,537	6,728	16,71	-	-
6	7610	16,8	900*500	0,64	0,45	4,70	1,0	1,0	0,284	4,779	13,240	0,00	1,0	0,000	4,779	39,31	-	-
7	10200	5,5	1000*600	0,75	0,6	4,72	1,0	1,0	0,284	1,565	13,380	0,00	1,0	0,000	1,565	18,28	-	-
						відгалудження												
8	647	6,92	300	0,3	0,076	5,19	1,0	1,0	0,579	4,005	16,162	3,15	1,0	50,909	54,914	-	-	-
9	1295	5,5	300*300	0,055	0,6	5,19	1,0	1,0	0,579	3,183	16,162	3,15	1,0	50,909	54,093	-	-	-
10	1943	5,8	400*300	0,34	0,12	5,19	1,0	1,0	0,579	3,357	16,162	3,15	1,0	50,909	54,266		-551,13	-
11	2590	11,36	550*300	0,39	0,165	5,19	1,0	1,0	0,579	6,575	16,162	3,15	1,0	50,909	57,484	-	-589,74	-
12	647	6,92	300	0,3	0,076	5,19	1,0	1,0	0,579	4,005	16,162	3,15	1,0	50,909	54,914	-	-450,01	-3
13	1295	5,5	300*300	0,055	0,6	5,19	1,0	1,0	0,579	3,183	16,162	3,15	1,0	50,909	54,093	-	-441,78	-3
14	1943	5,8	400*300	0,34	0,12	5,19	1,0	1,0	0,579	3,357	16,162	3,15	1,0	50,909	54,266	-	-224,72	-2
15	2590	11,36	550*300	0,39	0,165	5,19	1,0	1,0	0,579	6,575	16,162	3,15	1,0	50,909	57,484	-	-243,97	-3
16	647	6,92	300	0,3	0,076	5,19	1,0	1,0	0,579	4,005	16,162	3,15	1,0	50,909	54,914	-	-39,69301	-0,967
17	1295	5,5	300*300	0,055	0,6	5,19	1,0	1,0	0,579	3,183	16,162	3,15	1,0	50,909	54,093	-	-195,9656	-2,221
18	1943	5,8	400*300	0,34	0,12	5,19	1,0	1,0	0,579	3,357	16,162	3,15	1,0	50,909	54,266	-	-296,9157	-3,364
19	2590	13,05	550*300	0,39	0,165	5,19	1,0	1,0	0,579	7,553	16,162	3,15	1,0	50,909	58,462	-	-319,8752	-2,491

Характеристика опорів(П1)

№ п/п	Конфігурація опору	ζ	Σζ
1	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на відгалудження	0	1,65
2	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	2,4	3,70
3	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0,6	1,90
4	Відвід на 90°	0,8	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0,4	1,23
5	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	1,5	1,50
6	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0	0,35
7	Відвід на 90°	0,8	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0,4	1,21

№ п/п	Конфігурація опору	ζ	Σζ
8	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на відгалудже	0	1,65
9	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	2,4	3,70
10	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0,6	1,90
11	Відвід на 90°	1,16	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0	1,16
12	Відвід на 90°	0.35	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0	1,30
13	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	2,4	3,70
14	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0,6	1,90

№ п/п	Конфігурація опору	ζ	Σζ
15	Відвід на 90°	1,16	
	Повітророзподіль	0	
	Трійник на відга	0	1,16
16	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподіль	1,3	
	Трійник на прох	0	1,65
17	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподіль	1,3	
	Трійник на прох	2,4	3,70
18	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподіль	1,3	
	Трійник на відга	0,6	1,90
19	Відвід на 90°	1,05	
	Повітророзподіль	0	
	Трійник на прох	0	1,05

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дійсна швидкість повітря в перерізі	Коефіцієнт шорсткості	Коефіцієнт K_1	Питомі втрати тиску на тертя	Втрати тиску на тертя на всій ділянці $\Delta P_{тер}=Rl_{діл}\beta_ш K_1$	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $P_д=\rho v_д^2/2$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z=\Sigma\xi_{діл}P_д K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці $\Delta P_{діл}=\Delta P_{тер}+\Delta P_z$	Сума втрат тиску від початку мережі	Нев'язка	Коефіцієнт опору діафрагми
№ діл.	$L_{діл}$, $м^3$/год	$l_{діл}$, м	ахв або d, мм	d_v, мм	$f_ф$, $м^2$	$V_д$, м/с	$\beta_ш$	K_1	R, Па/м	$\Delta P_{тер}$, Па	$P_д$, Па	$\Sigma\xi_{діл}$	K_2	ΔP_z,Па	$\Delta P_{діл}$,Па	$\Sigma\Delta P$,Па	Н,%	$\xi_{дф}$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
						магістраль												
1	607	7,10	300	0,3	0,0706	2,39	1,0	1,0	1,844	13,094	3,42	2,28	1,0	7,8	20,90	20,90	-	-
2	1215	5,50	300*300	0,300	0,6	0,56	1,0	1,0	1,177	6,475	0,19	5,90	1,0	1,1	7,59	28,49	-	-
3	1823	5,49	400*300	0,343	0,12	4,22	1,0	1,0	2,413	13,249	10,68	3,83	1,0	40,9	54,17	82,66	-	-
4	2430	35,70	550*300	0,388	0,165	4,09	1,0	1,0	1,668	59,537	10,04	1,20	2,0	24,1	83,64	166,30	-	-
5	4830	8,10	750*400	0,522	0,3	4,47	1,0	1,0	1,177	9,535	12,00	1,75	3,0	63,0	72,54	238,84	-	-
6	7230	9,50	900*500	0,643	0,45	4,46	1,0	1,0	1,177	11,183	11,95	1,75	3,0	62,7	73,93	312,76	-	-
7	9630	2,20	1000*600	0,750	0,6	4,46	1,0	1,0	1,177	2,590	11,93	1,75	3,0	62,6	65,20	377,96	-	-
						відгалудження												
8	600	7,10	300	0,3	0,0706	2,36	1,0	1,0	1,844	13,094	3,34	2,28	1,0	7,6	20,72	-	-	-
9	1200	5,50	300*300	0,300	0,6	0,56	1,0	1,0	1,177	6,475	0,19	5,90	1,0	1,1	7,57	-	-	-
10	1800	5,49	400*300	0,343	0,12	4,17	1,0	1,0	2,413	13,249	10,42	3,48	1,0	36,3	49,50	77,78	5,90	0
11	2400	8,58	550*300	0,39	0,165	4,04	1,0	1,0	1,472	12,625	9,79	2,28	1,0	22,3	34,96			-
12	600	7,10	300	0,30	0,0706	2,36	1,0	1,0	0,893	6,338	3,34	5,90	1,0	19,7	26,07		-	-
13	1200	5,50	300*300	0,30	0,6	0,56	1,0	1,0	1,020	5,611	0,19	2,28	1,0	0,4	6,03		-	-
14	1800	5,49	400*300	0,343	0,12	4,17	1,0	1,0	1,727	9,479	10,42	3,48	1,0	36,3	45,73	112,79	32,18	5
15	2400	8,58	550*300	0,39	0,165	4,04	1,0	1,0	1,844	15,824	9,79	2,28	1,0	22,3	38,16	38,16	-	-
16	600	7,10	300	0,30	0,0706	2,36	1,0	1,0	1,177	8,358	3,34	5,90	1,0	19,7	28,09	66,24	-	-
17	1200	5,50	300*300	0,30	0,6	0,56	1,0	1,0	1,177	6,475	0,19	5,90	1,0	1,1	7,57	73,81	-	-
18	1800	5,49	400*300	0,34	0,12	4,17	1,0	1,0	2,413	13,249	10,42	3,83	1,0	39,9	53,14	126,95	-	-
19	2400	12,84	550*300	0,388	0,17	4,04	1,0	1,0	1,844	23,681	9,79	2,28	1,0	22,3	46,01	46,01	-	-

Характеристика опорів(П1)

№ п/п	Конфігурація опору	ζ	Σζ
1	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на відгалудження	0	1,65
2	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	2,4	3,70
3	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0,6	1,90
4	Відвід на 90°	0,8	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0,4	1,23
5	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	1,5	1,50
6	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0	0,35
7	Відвід на 90°	0,8	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0,4	1,21

№ п/п	Конфігурація опору	ζ	Σζ
8	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на відгалудже	0	1,65
9	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	2,4	3,70
10	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0,6	1,90
11	Відвід на 90°	1,16	
	Повітророзподільник	0	
	Трійник на прохід	0	1,16
12	Відвід на 90°	0.35	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0	1,30
13	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	2,4	3,70
14	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподільник	1,3	
	Трійник на прохід	0,6	1,90

№ п/п	Конфігурація опору	ζ	Σζ
15	Відвід на 90°	1,16	
	Повітророзподіль	0	
	Трійник на відга	0	1,16
16	Відвід на 90°	0,35	
	Повітророзподіль	1,3	
	Трійник на прох	0	1,65
17	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподіль	1,3	
	Трійник на прох	2,4	3,70
18	Відвід на 90°	0	
	Повітророзподіль	1,3	
	Трійник на відга	0,6	1,90
19	Відвід на 90°	1,05	
	Повітророзподіль	0	
	Трійник на прох	0	1,05

3.11 Підбір вентиляційного обладнання для розрахункового приміщення

Ventservice

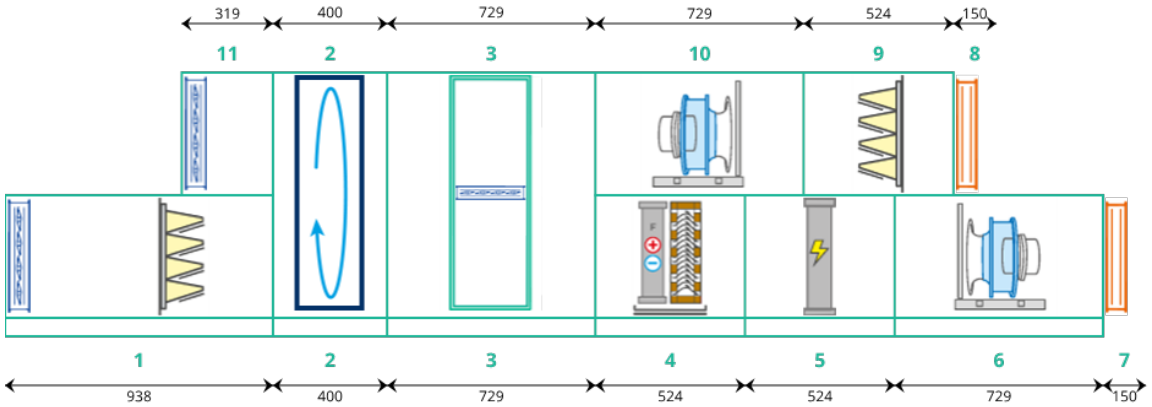
Дата:	**16-11-2021**
Предложение №:	**143159**
Подготовил:	**Денис Дзядух**

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE ENERGY EFFICIENCY
VENTSERVICE
Aeroselect selection software
GreenSTR 19.04.077
www.eurovent-certification.com
AIR HANDLING UNITS
ВЕНТИЛЯЦІЙНІ УСТАНОВКИ
CENTRALE WENTYLACYJNE
VĖDINIMO ĮRENGINIAI
(*) THRESHOLD REFERENCE SCALE YEAR : 2018

Описание:	Приточно-вытяжная установка Aerostar ПВ1
Место:	Київ, Україна

Модель: GreenSTR-15

РАСХОД ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА	10200	m^3/h	СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ПРИТОКЕ	450	Pa
РАСХОД ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА	10200	m^3/h	СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ВЫТЯЖКЕ	450	Pa
Скорость воздуха в приточной секции	2.17	m/s	Зимняя темп. по проекту	-22	°C
			Скорость воздуха в вытяжной секции	2.17	m/s



Ширина:	mm	1550 (REC 2000, Frame 1500)	Высота:	mm	2000 + 200
Общая длина:	mm	3994	Общий вес:	kg	1510
			Номинальное электропотребление: 44.8 кВт		

Размеры установки, вес и комплектация - предварительные и могут быть оптимизированы перед заказом.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Изоляция	**Минеральная вата**	Толщина панелей	**50 mm**
Крыша	**С крышей**	Внутренняя панель	**Из оцинкованной стали**
Сторона обслуживания	**Левая**	Внешняя панель	**Из окрашенной оцинкованной стали RAL7024**
Сторона подключения	**Левая**	Внутренние детали	**Из оцинкованной стали**
		Рама 200 мм	

Eurovent data:

Температурный диапазон установки:	-30/50	°C	Скорость воздуха в секции фильтра:	2.2/2.2	m/s
Model box:	GreenSTRMB2		Зимняя темп.наружн.воздуха:	-22	°C
Air density:	1.204	kg/m^3	Коэф.теплопередачи:	T2	
Мех прочность корпуса:	D2(M)		Тепловые мостики:	TB3	
Байпас фильтра:	F8(M)				

1	Концевой элемент
Входная секция с передним клапаном	
Регулирующий клапан, размеры L1250xH850 mm, расход воздуха 10200 m³/h, Количество штоков - 1	
Подключение 1450x900 мм, Подключение шинорейки 20 мм	

1	Фильтр
M5(ISO ePM10 60%) N°9 435 x 287 x 500 mm	
Площадь фильтрационного материала 11 m²	
Класс энергоэффективности фильтра E	
Падение давления на чистом фильтре 75 Pa	
Расчетное падение давления на фильтре 162 Pa	
Потеря давления загр.фильтра 250 Pa	

2	Роторный рекуператор				
RRS-P-E16-1750/1750-1630					
Расход приточного воздуха	**10200**	**m³/h**	**Расход вытяжного воздуха**	**10200**	**m³/h**
Зимние условия					
Температура воздуха на входе	-22	°C	Температура воздуха на входе	18	°C
Относительная влажность на входе	100	%	Относительная влажность на входе	30	%
Температура воздуха на выходе	9.3	°C	Температура воздуха на выходе	-11.77	°C
Влажность воздуха на выходе	30.53	%	Влажность воздуха на выходе	95	%
Внешняя потеря давления	141	Pa	Потеря давления на выбросе	185	Pa
Внешнее п.д. (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa	П.д на выбросе (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa
Скорость воздуха	2.32	m/s	Скорость воздуха	2.69	m/s
Эффективность рекуперации	120	kW	Temperature efficiency	79/74	%
			Moisture efficiency	52/76	%
КПД (сухой) для сбалансированного объема воздуха	75.7	%			
Летние условия					
Температура воздуха на входе	35	°C	Температура воздуха на входе	26	°C
Относительная влажность на входе	40	%	Относительная влажность на входе	50	%
Температура воздуха на выходе	28.77	°C	Температура воздуха на выходе	32.15	°C
Влажность воздуха на выходе	58.77	%	Влажность воздуха на выходе	33.77	%
Внешняя потеря давления	204	Pa	Потеря давления на выбросе	194	Pa
Внешнее п.д. (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa	П.д на выбросе (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa
Скорость воздуха	2.87	m/s	Скорость воздуха	2.78	m/s
Эффективность рекуперации	23.04	kW	Temperature efficiency	75/76	%
			Moisture efficiency	0/0	%
Двигатель: CM 030 U10 63 B14 M1 0,18kw 4p 3ph 50Hz T1 TCM030.0168 TTN (i=10 0,18kW)					
Число оборотов: 10 об/мин					
Без продувочного сектора					

3	Комбинированная смесительная камера				
Расход приточного воздуха	**1530**	**m³/h**	**Расход вытяжного воздуха**	**8670**	**m³/h**
Зимние условия					
Температура воздуха на входе	9,3	°C	Температура воздуха на входе	18	°C
Относительная влажность на входе	30,53	%	Относительная влажность на входе	30	%
Расход рециркуляционного воздуха	**10200**	**m³/h**			
Температура воздуха на выходе	16,7	°C			
Влажность воздуха на выходе	30,51	%			
Mixing ratio	85	%			
Летние условия					
Температура воздуха на входе	28,77	°C	Температура воздуха на входе	26	°C
Относительная влажность на входе	58,77	%	Относительная влажность на входе	50	%
Расход рециркуляционного воздуха	**10200**	**m³/h**			
Температура воздуха на выходе	26,42	°C			
Влажность воздуха на выходе	51,59	%			
Mixing ratio	85	%			
Вытяжка, размеры L1450xH900 mm					
Регулирующая заслонка, размеры L1210xH420 mm, Количество штоков - 1					
Приток, размеры L1450xH900 mm					

3.12 Акустичний розрахунок та підбір шумоглушника

Для підтримання нормованого рівня шуму у розрахунковому приміщенні виконується акустичний розрахунок. Метою цього розрахунку є визначення рівня шуму, що створюється елементами системи вентиляції, та вибір конструкції і типорозміру шумоглушника.

Порядок розрахунку:

- Вихідні дані для розрахунку: геометричні характеристики приміщення А10, що розраховується (площа Fпр -341м², висота hпр=5м, об'єм Vпр=3700м³), кількість та тип повітророзподільних пристроїв, відстань до робочої зони, характеристика вентилятора (продуктивність L=10200м³/год, створюваний тиск Р=450Па, що є розрахунковими параметрами для розрахункового приміщення), аксонометрична схема мережі повітропроводів;

- Визначаємо загальний рівень шуму, що створюється вентилятором:

LPзаг = Lкш + 20lgP + 10lgL + δ (10.1)

LPзаг – загальний рівень звукової потужності шуму вентилятора, дБ;

Lкш – критерій шумності, який залежить від типу та конструкції вентилятора, значення якого приймаємо 41.0дБ (Ц4-70) за табл.11.2 [6];

Р = 450, – повний тиск, який створює вентилятор, Па;

L =10200/3600 = 2,83– об'ємна витрата вентилятора, м³/с;

δ – поправка на режим роботи вентилятора, дБ;

δ = 2дБ, якщо ККД вентилятора в робочій точці відхиляється максимального менше ніж на 20%

δ = 0,2дБ, якщо вентилятор працює при максимальному ККД.

• Визначаємо октавні рівні звукової потужності шуму вентилятора, що випромінюється у мережу:

$$L_{Pв} = L_{Pзаг} - \Delta L1 + \Delta L2 \quad (10.2)$$

ΔL_1 – поправка, що враховує розподіл звукової потужності вентилятора по октавним полосам, дБ (табл.11.3[6]);

ΔL_1 – поправка, що враховує вплив приєднання вентилятора до мережі повітропроводів, дБ (табл.11.4[6]);

• Знаходимо допустимі рівні звукової потужності в приміщенні $L_{доп}$ (табл.11.1 [6]);

Отримані величини заносимо в таблицю **10.1**

таблиця 10.1

№	Величина	Примітка	Середньо-геометричні частоти октавних полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Загальний рівень звукової потужності шуму , що створює вентилятор на стороні нагнітання, $L_{Pзаг}$	Формула 10.1	102	102	102	102	102	102	102	102
2	Поправка ΔL_1, при частоті обертання, об/хв	табл.11.3 [6]	6	6	6	9	13	17	21	26
3	Поправка ΔL_2, вплив приєднання вентилятора до мережі повітропроводів	табл.11.4 [6]	5.15	1,41	0,216	0	0	0	0	0
4	Октавні рівні звукової потужності шуму вентилятора, що випромінюється у мережу $L_{Pв}$	Формула 10.2	101,73	98	96,7	93,58	89,58	85,58	81,58	76,58
5	Допустимі рівні звукової потужності в приміщенні	табл.11.1 [6]	79	70	62	58	55	52	50	49

- Знаходимо октавні рівні звукового тиску в приміщенні:

$$L_1 = L_{Pв} - \Delta L_{Pв} - 10\lg B + 6 \qquad (10.3)$$

LPв – октавний рівень звукової потужності джерела шуму, що визначається за формулою (10.2), дБ;

ΔLPв – сумарне зниження рівня звукової потужності шуму вентилятора або елемента

системи в певній октавній смузі впродовж розповсюдження звуку повітропроводами, дБ, які беруться з (табл.11.6-11.11[6]);

В – постійна приміщення джерела шуму в певній октавній смузі, м², визначається за

формулою:

$$B = \mu \cdot B1000 \qquad (10.4)$$

Δ – поправка на розташування джерела шуму, дБ;

Δ = 0дБ, так як джерело шуму розташоване вище робочої зони;

μ – частотний множник, який береться з (табл.11.12[6])

B1000 – постійна приміщення при частоті 1000Гц, м², що береться з номограмою (рис.11.2, показник «в»[6]) та залежить від характеристики приміщення, яка береться з (табл.11.13[6])

- При надходженні шуму у приміщення від n джерел, необхідне зниження рівня звукового

  тиску Lн, що визначається за формулою, дБ:

  Lн = L1 – Lдоп + 10lgn + 5 **(10.5)**

  L1 – октавний рівень звукового тиску в приміщенні, дБ;

  Lдоп – допустимі рівні звукової потужності в приміщенні, дБ;

  N – загальне число прийнятих в розрахунку джерел шуму (загальна кількість решіток в приміщенні)

Отримані величини заносимо в таблицю **10.2**

таблиця 10.2

№	Величина	Примітка	Середньо-геометричні частоти октавних полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рівні звукової потужності на виході з решітки, дБ	$L_{Рв}$– $\Delta L_{Рв}$	101,3	97,6	96,5	93,48	89,48	85,48	81,48	76,48
2	Постійна приміщення джерела шуму в певній октавній смузі, В	Формула 10.4	150	150	165	210	300	480	900	1800
3	Октавні рівні звукового тиску в приміщенні, L_1, дБ	Формула 10.3	85	81	80	76	70	64	57	49
4	Кількість повітророзподільників, n	-	8	8	8	8	8	8	8	8
5	Необхідне зниження рівня звукового тиску, $L_н$, дБ	Формула 10.5	59	55	54	50	44	38	31	23
6	Ефективність вибраного шумоглушника	Каталог виробника	17.5	22.5	28	26	24	21	18.5	16.5

На основі отриманих розрахунків підбираємо шумоглушник з ефективністю пониження рівня шуму до допустимого.

Встановили глушник на припливі і на витяжці 1200*800 l=1000 мм.

Повітроводи

Повітроводи застосовуються прямокутного і круглого перетину.
Допускається використовування гнучких повітроводів, якщо довжина відгалуження не більше двох метрів.
При використані повітроводів прямокутного перетину їх жорсткість повинна бути забезпечена профільованими вигинами.

Транзитні повітроводи та колектори систем вентиляції в межах протипожежного відсіку, який обслуговується цими системами передбачено з межею вогнестійкості не менше EI 15, виконаних із негорючих матеріалів за умов прокладання їх у загальних шахтах, що мають огороджувальні конструкції з межею вогнестійкості не менше REI 120, та встановленням протипожежних клапанів у місцях перетинання повітроводами огороджувальних конструкцій цих шахт.

Теплопостачання калориферів

Обв'язування калорифера передбачає циркуляційний насос з комбінованим регулюючим та балансувальним клапаном, які забезпечують постійну витрату теплоносія через калорифер. Комбінований клапан з електро приводом здійснює плавне регулювання теплової потужності калориферу.
Калорифери систем вентиляції мають захист від обмерзання.
Теплопостачання калориферів здійснюється сталевими трубопроводами. Розводка трубопроводів здійснюється у просторі підшивної стелі.
Усі трубопроводи систем теплопостачання утепляються високоефективним теплоізолюючим матеріалом.
Для встановлення водяних потоків на проектні параметри, системи оснащуються необхідною кількістю запірно-регулюючої арматури.
Видалення повітря з систем теплопостачання здійснюється через автоматичні повітрявідводчики, які встановлюються у найвищих точках системи.

РОЗДІЛ 4
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Студент / Якименко А.Р. /
Консультант / Сенчук М.П. /

4.1 Технології монтажу систем вентиляції

4.1.1 Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем.

Перед початком монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання, обов'язково вивчають робочі і монтажні схем проекту. Потім іде фактична перевірка готовності будівельного майданчика до початку запланованих робіт.

Перед початком монтажу повинні бути виконані такі роботи:

- зведення конструкцій будівлі (перекриття, стін, перегородок);
- підготовка фундаментів під вентиляційне обладнання;

  вентиляційного обладнання;
- повністю підготовлене приміщення, де будуть припливні камери;
- виконано гідроізоляційні роботи у зонах монтажу фільтрів та припливного обладнання
- Облаштування віброізоляційних основ для вентиляторів.
- Підготовка та пробивання всіх проєктних отворів у стінах і перекриттях.
- Шпаклювання та ґрунтування ніш і шахт.
- повинні бути підготовані монтажні отвори в стінах та перекриттях для подачі великограбаритного обладнання та повітропроводів;
- узгодженні заготівельні деталі в будівельних контсрукціях для кріплення обладнання та повітропроводів згідно з робочою документацією;
- вставлено вікна та засклено ліхтарі;
- забезпечено нормативну освітленість робочих зон;
- очищені приміщення від залишків матеріалів та сміття;

Готовність об’єкта до монтажних робіт фіксується актом приймання приміщення.

Під час підготовчого періоду виконують такі заходи:

1. Забезпечення об'єкта необхідними інструментами, монтажними пристосування та механізмами.
2. Проведення контролю якості доставлених елементів повітропроводів та фасонних частин із подальшим сортуванням і комплектацією за відповідними системами.
3. Обладнують зварювальні пости, облаштування точок електроживлення для обладнання.

4.1.2 Монтажне креслення системи вентиляції

Загальні положення

Монтажне проектування виконується за недостатньої деталізації робочої схеми в робочому кресленні для їх виготовлення та наступного монтажу.

Монтажне креслення для нетипових будівель виконується за натурними вимірюваннями при відповідній будівельній готовності, що встановлюється після обстеження на монтажну готовність та складпння з генпідрядником акту готовності об'єкту.

Монтажне креслення системи включає:

1. Монтажні (аксонометричні) схеми;
2. Ескізи не стандартних елементів (наприклад, не стандартних фасонних елементів повітропроводів);
3. Комплектувальні відомості елементів повітропроводів та типових виробів.
4. Специфікацію основних та допоміжних матеріалів з урахуванням додаткових витрат при їх виготовленні.

На монтажній схемі вказують:

1. Елементи, деталі , окремі вузли, які нумерують відповідно до умовних позначень;

2. Діаметри або розміри перерізів повітропроводів або труб теплохолодопостачання;

3. Будівельні довжини;

4. Відмітки повітропроводів по висоті приміщення, уклони трасування;

5. Прилади, обладнання, які приєднані до елементів або вузлів;

6. Прив’язки повітропроводів до будівельної конструкції якщо відсутні плани трасування усіх повітропроводів.

За монтажними кресленнями виготовляються деталі та елементи системи, а також в комплекті з робочими кресленнями - монтаж систем на будівельному об'єкті.

Комплектувальна відомість є базовим документом, який містить повний перелік необхідних робочих елементів. У ньому вказують назви деталей, позначення фасонних частин, їхні кількісні показники та геометричні розміри, включаючи площу поверхні, товщину металу, довжину чи діаметр.

Монтажна схема системи вентиляції та комплектувальна відомість на деталі, фасонних елементів наведено на листі №6.

Згідно з прийнятою схемою вентиляції на сторінці 6, передбачає монтаж припливно-витяжної установки Aerostar GreenSTR-15 та елементами розподілу повітря

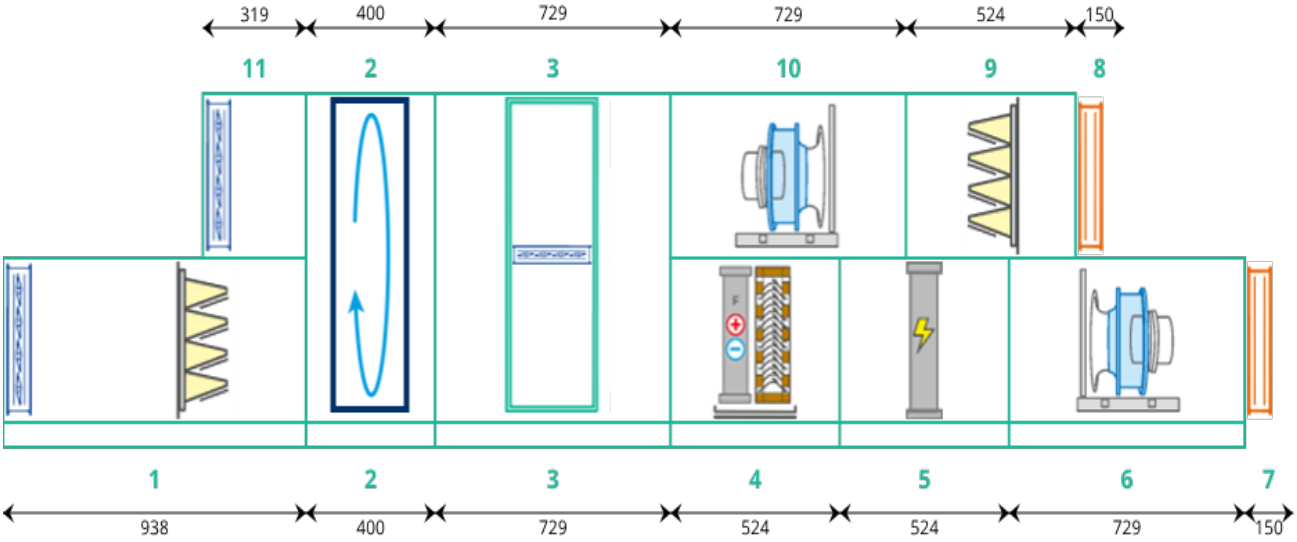


Рис. 4.1 Схема припливно-витяжної установки GreenSTR-15

Елементи з яких складається установка:

1. Кінцевий елемент притоку
2. Роторний рекуператор
3. Комбінована змішувальна камера
4. Реверсивний теплообмінник
5. Електричний нагрівач
6. Припливний вентилятор
7. Кінцевий елемент притоку
8. Кінцевий елемент витяжки
9. Кишеньковий фільтр витяжки
10. Витяжний вентилятор
11. Кінцевий елемент витяжки

4.2 Організація монтажу систем вентиляції

4.2.1 Календарне планування виконаних робіт

Календарне планування – це процес формування і систематичного коригування розкладу. Базовий календарний план відображає терміни початку й завершення операцій, їх тривалість та ресурсне забезпечення.

Календарний план складається з двох частин:

1) Розрахункова частина: містить шифри й перелік операцій, обсяги робіт, норми часу, загальну трудомісткість, кількість змін, чисельність та кваліфік цію бригад, тривалість виконання та плановий відсоток виробітку.

2) Графічна частина: безпосередньо лінійний графік виконання робіт.

Порядок побудови календарного плану:

1) Визначається перелік робіт із встановленням їх технологічної послідовності;

2) Розраховуються обсяги робіт, які встановлюють за нормативними документами для встановлення норм часу (наприклад, ресурсні елементні кошторисні норми ДБН);

3) Визначаються метод монтажу та підбір необхідних засобів механізації;

4) Розраховується трудомісткість робіт для кожного циклу (обраховують за нормативними витратами часу);

5) Встановлюється число змін робіт, які обираються в залежності від виду та методу виконуваних робіт;

6) Визначається тривалість для кожного виду робіт, яка обирається за трудозатрами виконуваних робіт;

7) Визначається к-сть і професійний склад монтажних бригад;

8) Побудується графічна частина;

9) Оптимізація та коригування календарного графіка за термінами виконання будівництва;

4.2.2 Послідовний та потоковий методи організації виконання будівельно-монтажних робіт, побудова графіка-циклограми.

Послідовний метод

Кожний комплекс робіт виконується послідовно виконується один за одним.

Перевавага – рівномірність завантаження робітників та споживання матеріально-технічних ресурсів.

Недоліки – велика тривалість будівництва: $T = t_Ц * m$, дні,

де m – кількість захваток, які характеризуються однаковими за обсягами трудозатратами на виконання робіт, шт;

$t_ц$ – тривалість виконання робіт на захватці, дні.

Потоковий метод

Тут, послідовне виконання однорідних технологічних процесів на різних об’єктах (захватках) і паралельне виконання різнорідних процесів на окремих об’єктах (захватках).

Інтенсивність споживання ресурсів рівномірна на одному об’єкті (захватці). Інтенсивність споживання ресурсів – відношення обсягу робіт до планової тривалості їх виконання.

Термін будівництва сукупності захваток більший ніж при паралельному методі, але меншим ніж при послідовному методі.

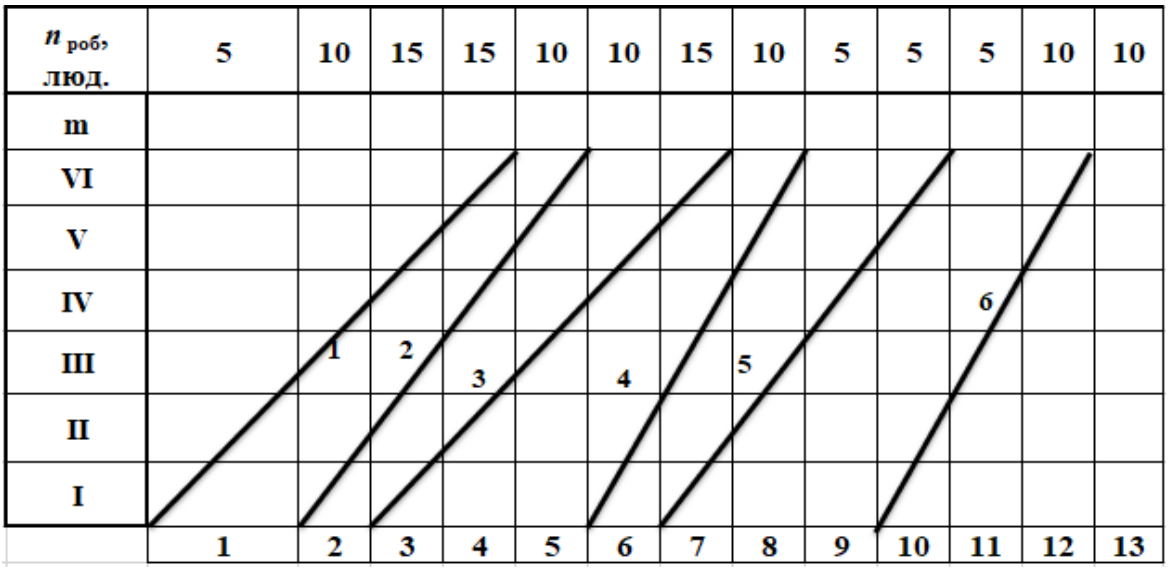
Для монтажу систем вентиляції та аспірації обираємо послідовно-паралельний метод організації БМР.

Побудова:

Циклограма будується в календарній шкалі лінійного графіка. По вертикальній осі відкладають і нумерують робочі захватки знизу вгору, а по горизонтальній — тривалість робіт.

Зручно розташовувати циклограму під лінійним графіком, що дозволяє порівняти їх між собою та уникнути помилок при її побудові.

Приклад побудови графіка циклограми:



РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Студентка /Якименко А.Р/

Консультант / Клімова І.В. /

5.1 Основні завдання охорони праці

Під час будівництва об’єктів обов’язково повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглих до будівельного об’єкта територіях, небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Оскільки життя і здоров’я людини є головним пріоритетом, метою даного розділу є розроблення питань щодо створення безпечних і здорових умов праці в виробничому приміщенні, на робочих місцях та в робочих зонах; запобігання можливості отримання виробничих травм, професійних захворювань, отруєнь, пожеж, вибухів, а також аналіз впливу проектних рішень на навколишнє середовище.

До основних завдань охорони праці належать:

- Проектування процесів та конструювання обладнання з дотриманням вимог охорони праці;
- Знаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища, що дозволяє забезпечити мінімум несприятливого впливу на здоров’я працівників;
- Встановлення, законодавче оформлення визначених норм для кожного з несприятливих або небезпечних факторів, постійний контроль за їх застосуванням;
- Розроблення конкретних заходів для поліпшення умов праці та забезпечення безпеки на робочому місці, використовуючи передові наукові та технічні досягнення у виробництві.
- Застосування раціональних засобів колективного та індивідуального захисту.
- Розробка методів оцінки ефективності планових заходів з охорони праці.

5.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Під час виконання робіт на людину діють шкідливі та несприятливі чинники (шум, пил, гази, пари, шкідливі речовини тощо), які можуть призвести до захворювань і втрати працездатності. Для їх усунення розробляються науково-організаційні та санітарно-гігієнічні заходи, що підвищують працездатність на всіх стадіях технологічного процесу.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що діють на працівників під час виконання робіт

Таблиця 5.2

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерела виникнення факторів (види робіт)	Кількісна оцінка (допустимий параметр, чинний норматив)	Нормативні документи
1	2	3	4
Метрологічні умови виробничого середовища	Монтаж конструкцій, експлуатація систем	t= 20-22 °С φ = 60-40% V=0,2-0,4 м/с	ДСН 3.3.6.042-99
Освітлення робочих зон	Монтаж санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи	30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	ДСТУ Б А.3.2-15:2011
Виробничий шум	Роботи з будівельним інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80дБ А < 80дБ А < 80дБ А	ДСН 3.3.6-037-99 ДБН В.1.2 10: 2021
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7:2016 ДБН В.1.2-7:2021

Продовження таблиці 5.2.

Шкідливі речовини	Зварювальні – ацителен; Опоряджувальні - ацетон	ГДК 300 мг/м^3 ГДК 300 мг/м3	Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020
Ураження електричним струмом	Електромонтажні, Зварювальні, Освітлення Машини і механізми	220 В 380 В 220 В 220 В, 380 В	ДСТУ Б В.2.5-82:2016 ДБН А.3.2-2-2009
Падіння з висоти людини	Монтажні роботи А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н=37,7 м Н=4,4 м	НПАОП 0.00-1.80-18
Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Монтажні, Покрівельні, Опоряджувальні А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 4,4 м	НПАОП 0.00-1.80-18

Метрологічні умови виробничого середовища

Для забезпечення стабільної терморегуляції працівників проектом передбачено підтримку оптимального мікроклімату в закритих приміщеннях шляхом природної та штучної вентиляції. При роботах на відкритому повітрі в холодну пору року будівельники забезпечуються волого- та повітропроникним спецодягом, а також регламентованими перервами для обігріву. Згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009, за швидкості вітру понад 15 м/с та екстремальних зовнішніх температур будівельні процеси повністю припиняються.

Освітлення робочих зон

У проекті реалізовано поєднання природного та штучного (загального і суміщеного) освітлення. Системи штучного освітлення розраховані на забезпечення рівномірності світлового потоку (співвідношення мінімальної освітленості до середньої — не менше 1:5) для запобігання зоровій втомі очей. Для ділянок монтажу інженерних систем рівень штучного освітлення запроектовано не менше 30 лк згідно з чинним ДБН В.2.5-28:2018.

Виробничий шум

Головними джерелами шумового навантаження на будівельному майданчику є компресори, насоси та механізований інструмент. Для захисту персоналу від шкідливого впливу високочастотних коливань проектними рішеннями закладено використання малошумного обладнання, регулярне технічне обслуговування агрегатів та обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) — протишумових навушників і берушей.

Пожежна безпека

Протипожежний захист об'єкта організовано відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 та Кодексу цивільного захисту України. На території передбачено первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити), системи оперативного сповіщення та блискавкозахист будівлі. Евакуаційні шляхи розраховані за найкоротшою відстанню, обладнані знаками безпеки та автоматичним аварійним освітленням; замикати виходи під час виконання робіт заборонено.

Шкідливі речовини

Основним джерелом виділення токсичних газів (оксидів) у процесі монтажу сантехнічних і будівельних конструкцій є зварювальні роботи. Зниження концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони до регламентованих меж ГДК забезпечується інтенсифікацією природного повітрообміну, а захист органів дихання персоналу — обов'язковим використанням індивідуальних респіраторів.

5.3. Проектні рішення щодо безпечної експлуатації електроустановок

Електроустаткування становить потенційну небезпеку для життя та здоров’я людини. Основними причинами травматизму є випадковий дотик до неізольованих проводів чи несправного інструменту, робота без засобів індивідуального захисту, несправність мережі заземлення та порушення правил техніки безпеки. Небезпечні струмовідні частини повинні бути недоступні для випадкового прямого дотику.

Безпека обслуговування електричних установок, а також охорона праці обслуговуючого персоналу забезпечується існуючими захисними засобами та інвентарем. Стосовно обладнання, що встановлюється, безпека обслуговування електротехнічних установок забезпечується такими проєктними рішеннями:

- встановленням автоматичних вимикачів, що забезпечують надійне вимкнення ланцюгів при короткому замиканні та однополюсному замиканні на "землю";
- забезпеченням надійної ізоляції струмоведучих частин;
- розміщенням електрообладнання згідно "ПУЕ";
- заземленням неструмоведучих частин електрообладнання.

При виконанні монтажних робіт і експлуатації обладнання необхідно користуватися діючими "ПУЕ", "ПТЕ електроустановок споживачів", "ПБС електроустановок споживачів",

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5-67:2022 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
2. ДСТУ 9191:2022 «Будівельна кліматологія»
3. Методичні вказівки до практичних занять, курсового та дипломного проєктування для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція». «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель». Київ 2023р.
4. Методичні вказівки до практичних занять, курсового та дипломного проєктування для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція». «Організація та розрахунок повітрообміну». Київ 2024р.
5. Методичні вказівки до практичних занять, курсового та дипломного проєктування для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція». «Аеродинамічний розрахунок повітропроводів». Київ 2024р.
6. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник Зінич П.Л.
7. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»
8. ДСТУ EN 12831-1:2021 «Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1: Теплове навантаження на опалення приміщень».
9. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення. Посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень-Київ-Сімферополь: Bello-print (Болгария), 2010, 200 с. іл.
10. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огороджувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К. Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
11. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
12. Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення» курсового проекту з дисципліни О85 опалення для студентів напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» / Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2015. – 40с

13. ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 20 с.

14. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.

15. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.

16. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.

17. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.

18. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009.

19. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.

20. Закон України "Про пожежну безпеку". Київ: Верховна Рада України, 1993.

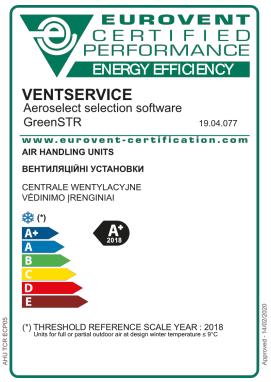
21. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Стаття 51. Київ: Верховна Рада України, 1991.

Додатки (специфікації обладнання)

Додаток, специфікація обладнання

Ventservice

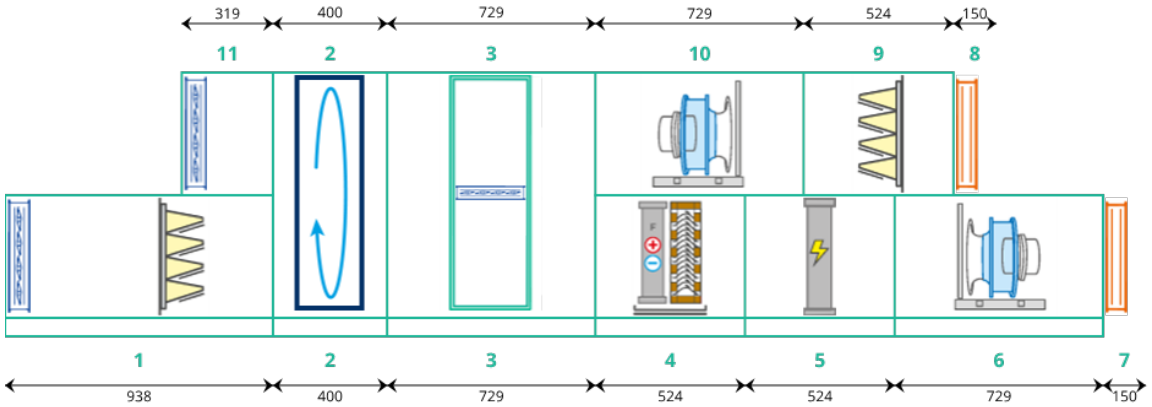
Дата:	**16-11-2021**
Предложение №:	**143159**
Подготовил:	**Денис Дзядух**



Описание:	Приточно-вытяжная установка Aerostar ПВ1
Место:	Київ, Україна

Модель: GreenSTR-15

РАСХОД ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА	10200	m^3/h	СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ПРИТОКЕ	450	Pa
РАСХОД ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА	10200	m^3/h	СВОБОДНЫЙ НАПОР НА ВЫТЯЖКЕ	450	Pa
Скорость воздуха в приточной секции	2.17	m/s	Зимняя темп. по проекту	-22	°C
			Скорость воздуха в вытяжной секции	2.17	m/s



Ширина:	mm	1550 (REC 2000, Frame 1500)	Высота:	mm	2000 + 200
Общая длина:	mm	3994	Общий вес:	kg	1510
			Номинальное электропотребление: 44.8 кВт		

Размеры установки, вес и комплектация - предварительные и могут быть оптимизированы перед заказом.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Изоляция	**Минеральная вата**	Толщина панелей	**50 mm**
Крыша	**С крышей**	Внутренняя панель	**Из оцинкованной стали**
Сторона обслуживания	**Левая**	Внешняя панель	**Из окрашенной оцинкованной стали RAL7024**
Сторона подключения	**Левая**	Внутренние детали	**Из оцинкованной стали**
		Рама 200 мм	

Eurovent data:

Температурный диапазон установки:	-30/50	°C	Скорость воздуха в секции фильтра:	2.2/2.2	m/s
Model box:	GreenSTRMB2		Зимняя темп.наружн.воздуха:	-22	°C
Air density:	1.204	kg/m^3	Коэф.теплопередачи:	T2	
Мех прочность корпуса:	D2(M)		Тепловые мостики:	TB3	
Байпас фильтра:	F8(M)				

1 **Концевой элемент**

Входная секция с передним клапаном

Регулирующий клапан, размеры L1250xH850 mm, расход воздуха 10200 m³/h, Количество штоков - 1

Подключение 1450x900 мм, Подключение шинорейки 20 мм

1 **Фильтр**

M5(ISO ePM10 60%) N°9 435 x 287 x 500 mm

Площадь фильтрационного материала 11 m²

Класс энергоэффективности фильтра E

Падение давления на чистом фильтре 75 Pa

Расчетное падение давления на фильтре 162 Pa

Потеря давления загр.фильтра 250 Pa

2 **Роторный рекуператор**

RRS-P-E16-1750/1750-1630

Расход приточного воздуха	**10200**	**m³/h**	**Расход вытяжного воздуха**	**10200**	**m³/h**
Зимние условия					
Температура воздуха на входе	-22	°C	Температура воздуха на входе	18	°C
Относительная влажность на входе	100	%	Относительная влажность на входе	30	%
Температура воздуха на выходе	9.3	°C	Температура воздуха на выходе	-11.77	°C
Влажность воздуха на выходе	30.53	%	Влажность воздуха на выходе	95	%
Внешняя потеря давления	141	Pa	Потеря давления на выбросе	185	Pa
Внешнее п.д. (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa	П.д на выбросе (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa
Скорость воздуха	2.32	m/s	Скорость воздуха	2.69	m/s
Эффективность рекуперации	120	kW	Temperature efficiency	79/74	%
			Moisture efficiency	52/76	%
КПД (сухой) для сбалансированного объема воздуха	75.7	%			
Летние условия					
Температура воздуха на входе	35	°C	Температура воздуха на входе	26	°C
Относительная влажность на входе	40	%	Относительная влажность на входе	50	%
Температура воздуха на выходе	28.77	°C	Температура воздуха на выходе	32.15	°C
Влажность воздуха на выходе	58.77	%	Влажность воздуха на выходе	33.77	%
Внешняя потеря давления	204	Pa	Потеря давления на выбросе	194	Pa
Внешнее п.д. (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa	П.д на выбросе (ρ воздуха 1.2 кг/м³)	187	Pa
Скорость воздуха	2.87	m/s	Скорость воздуха	2.78	m/s
Эффективность рекуперации	23.04	kW	Temperature efficiency	75/76	%
			Moisture efficiency	0/0	%

Двигатель: CM 030 U10 63 B14 M1 0,18kw 4p 3ph 50Hz T1 TCM030.0168 TTN (i=10 0,18kW)

Число оборотов: 10 об/мин

Без продувочного сектора

3 **Комбинированная смесительная камера**

Расход приточного воздуха	**1530**	**m³/h**	**Расход вытяжного воздуха**	**8670**	**m³/h**
Зимние условия					
Температура воздуха на входе	9,3	°C	Температура воздуха на входе	18	°C
Относительная влажность на входе	30,53	%	Относительная влажность на входе	30	%
Расход рециркуляционного воздуха	**10200**	**m³/h**			
Температура воздуха на выходе	16,7	°C			
Влажность воздуха на выходе	30,51	%			
Mixing ratio	85	%			
Летние условия					
Температура воздуха на входе	28,77	°C	Температура воздуха на входе	26	°C
Относительная влажность на входе	58,77	%	Относительная влажность на входе	50	%
Расход рециркуляционного воздуха	**10200**	**m³/h**			
Температура воздуха на выходе	26,42	°C			
Влажность воздуха на выходе	51,59	%			
Mixing ratio	85	%			

Вытяжка, размеры L1450xH900 mm

Регулирующая заслонка, размеры L1210xH420 mm, Количество штоков - 1

Приток, размеры L1450xH900 mm

4 **Реверсивный ТО** теплообмінник

ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУХА			ГАЗ		
Испаритель					
Расход воздуха	10200	m^3/h	R410A		
Температура на входе	28.77	°C	Температура испарения	7	°C
Относительна влажность на вх.	58.77	%	Температура перегретого газа	12	°C
Температура на выходе	23.09	°C	Температура переохлаждения	41.89	°C
Относительная влажность	72.82	%	Температура конденсации	45	°C
Мощность	**34.65**	**kW**	Расход	775.8	kg/h
Запас мощности	0	%	Потеря давления	8.606	kPa
Потеря давления воздуха (ρ air 1.2 kg/m3)	46	Pa	Кол-во газ. контуров	1	
Потеря давления сухого воздуха	26.4	Pa	Количество конденсата	20.8	кг/ч
Скорость воздуха	2.59	m/s			
Конденсатор					
Расход воздуха	10200	m^3/h	R410A		
Температура на входе	9.3	°C	Температура конденсации	45	°C
Относительна влажность на вх.	30.53	%	Температура переохлаждения	42.89	°C
Температура на выходе	20.02	°C	Температура газа	100	°C
Относительная влажность	15.31	%	Расход	506.6	kg/h
Мощность	**36.83**	**kW**	Потеря давления	1.337	kPa
Запас мощности	22.4	%	Кол-во газ. контуров	1	
Потеря давления воздуха (ρ air 1.2 kg/m3)	28	Pa			
Потеря давления сухого воздуха	28	Pa			
Скорость воздуха	2.59	m/s			
MOD EVCO GS15/2R Left					
Кол-во теплообменников	1		Кол-во контуров	16	
Кол-во рядов	2		Диаметр подключения	28/35	
Площадь теплообмена	37.9	m^2	Рабочее сечение	1325x825	mm
Объем теплообменника	7.07	dm^3			
Каплеуловитель			**Потеря давления**	**10.1**	**Pa**
Сторона обслуживания: Левая			**Параметры управления ККБ**		
Сторона подключения: Левая			Тип управления: Аналоговое		
Вынос (ширина) +115 мм			Сигнал пуска: Сухой контакт		
Поддон с уклоном из оцинкованной окрашенной стали			Сигнал аварии: Сухой контакт		
Наружный диаметр дренажного патрубка 22 мм			Модель ккб: LG PRLK048A0		

5 **Электронагреватель**

Тип теплообменника	130 A 13/3,4	Установленная мощность	30.6	kW
Кол-во Тэнов	9	Потребляемая мощность (ШИМ)	30	kW
Кол-во электро-ступеней	3(10.2/10.2/10.2)	Темп. вход	9.3	°C
Источник электроэнергии	3 ~ 380 V 50 Hz	Отн.вл. на входе	30.53	%
		Темп. выход	18	°C
Скорость воздуха в сечении	**2,98 m/s**	Отн. вл. на выходе	17.31	%
Вынос (ширина) +115 мм				

6 Приточный вентилятор

ВЕНТИЛЯТОР			ДВИГАТЕЛЬ		
ZIEHL					
Тип вентилятора 2x GR50I-ZID.GG.CR - 116904/A01			Установленная мощность	2x EC MOTOR 3.5	kW
Размер	500		Питание	3~ 400V 50Hz	
Производительность	**10200**	**m^3/h**	Тип двигателя	EC	
Располагаемый напор	**450**	**Pa**	Класс изоляции	F	
Потеря давления в установке	422	Pa	Защита	IP55	
Полное давление	881	Pa	Эффективность	61.9	%
Общее статическое давление	872	Pa	Макс. число оборотов	1950	rpm
Динамическое давление	9	Pa	Потребляемая мощность (лето)	2x 2.02	kW
Число оборотов	1668	rpm	Потребляемая мощность (зима)	2x 1.8	kW
Power consumption	2x 2.02	kW	Ток в рабочей точке	2x 3.14	A
Уровень звуковой мощности	87.89	dB(A)	Максимальный ток	2x 5.6	A
Напряжение в рабочей точке	400	V			
SFP класс	4/1429	$W/m^3/s$			
ERP класс	2015				

Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)

F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)6	88	57	82	76	81	82	80	76	68
Suction-Lw(A)5	99	55	73	72	72	73	72	67	60

Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(А) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ

F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply	80	49	74	68	73	74	72	68	60
Suction	91	47	65	64	64	65	64	59	52
External	65	41	64	51	51	45	45	37	24

Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора
Для влажных условий
Инспекционная дверь
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора

7 Концевой элемент

С гибкой вставкой
Размеры: L1450xH900 мм
Подключение 1450x900 мм, Шинорейка 20 мм

8 Концевой элемент

С гибкой вставкой
Размеры: L1450xH900 мм
Подключение 1450x900 мм, Шинорейка 20 мм

9 Фильтр

G4(ISO Coarse 70%) N°9 435 x 287 x 360 mm
Площадь фильтрационного материала 7.8 m^2
Класс энергоэффективности фильтра E
Падение давления на чистом фильтре 44 Pa
Расчетное падение давления на фильтре 122 Pa
Потеря давления загр.фильтра 200 Pa
Инспекционная дверь

10 Вытяжной вентилятор

ВЕНТИЛЯТОР			ДВИГАТЕЛЬ		
ZIEHL					
Тип вентилятора 2x GR50I-ZID.GG.CR - 116904/A01			Установленная мощность	2x EC MOTOR 3.5	kW
Размер	500		Питание	3~ 400V 50Hz	
Производительность	**10200**	**m^3/h**	Тип двигателя	EC	
Располагаемый напор	**450**	**Pa**	Класс изоляции	F	
Потеря давления в установке	316	Pa	Защита	IP55	
Полное давление	775	Pa	Эффективность	63.54	%
Общее статическое давление	766	Pa	Макс. число оборотов	1950	rpm
Динамическое давление	9	Pa	Потребляемая мощность (лето)	2x 1.73	kW
Число оборотов	1572	rpm	Потребляемая мощность (зима)	2x 1.71	kW
Power consumption	2x 1.73	kW	Ток в рабочей точке	2x 2.7	A
Уровень звуковой мощности	86.4	dB(A)	Максимальный ток	2x 5.6	A
Напряжение в рабочей точке	400	V			
SFP класс	3/1221	$W/m^3/s$			
ERP класс	2015				

Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)

F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)6	86	54	81	73	79	80	78	74	66
Suction-Lw(A)5	98	52	72	71	71	71	69	64	58

Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(А) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ

F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply	78	46	73	65	71	72	70	66	58
Suction	90	44	64	63	63	63	61	56	50
External	64	38	63	48	49	43	43	35	22

Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора
Для влажных условий
Инспекционная дверь
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора

11 Концевой элемент

Входная секция с передним клапаном
Регулирующий клапан, размеры L1250xH850 мм, расход воздуха 10200 m^3/h, Количество штоков - 1
Подключение 1450x900 мм, Подключение шинорейки 20 мм

АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Октавные полосы (Гц)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Общий ур
Lw at S.A. Вход [дБ]	55	73	72	72	73	72	67	60	80
Lw at S.A. Выход [дБ]	57	82	76	81	82	80	76	68	88
Lw at E.A. Вход [дБ]	52	72	71	71	71	69	64	58	78
Lw at E.A. Выход [дБ]	54	81	73	79	80	78	74	66	86
Lw в окруж.среду	48	71	51	45	42	34	29	22	71

Дополнительные элементы

№	Артикул	Название	Кол-во
1	Offer №456453	Комплект автоматики ПВ4.1	1