

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
9-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВБУДОВАНИМИ
ПРИМІЩЕННЯМИ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В
М.БРОВАРИ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

НІКІФОРОВ Олександр Юрійович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ К.М. Предун

« ___ » _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
9-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВБУДОВАНИМИ
ПРИМІЩЕННЯМИ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В
М.БРОВАРИ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав студент групи зТВ-19

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

Нікіфоров О.Ю.

Керівник Предун К.М.,

д.е.н., професор

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 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

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____ О.В.Приймак

„___” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
Нікіфоров Олексій Юрійович**

1. Тема роботи **Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря 9-поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення у м.Бровари Київської області** затверджена наказом ректора КНУБА №760/2 від 10 травня 2024 р.

2. Керівник роботи Предун Костянтин Миронович, д.е.н., професор

3. Строк подання студентом роботи до захисту 20.06.2024 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Загальні дані

Розділ 2. Опалення

Розділ 3. Вентиляція

Розділ 4. Автоматика

Розділ 5. Технологія і організація будівельно-монтажних робіт

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 2. Архітектурно-планувальні рішення будівлі. Системи опалення: аксонометричні схеми, розташування обладнання на поверхових планах, окремі вузли, специфікація матеріалів тощо. Індивідуальний тепловий пункт.

Розділ 3. Архітектурно-планувальні рішення будівлі. Системи вентиляції: аксонометричні схеми систем, розташування обладнання на поверхових

планах, окремі вузли, специфікація матеріалів, відомість опалювально-вентиляційного обладнання.

Розділ 4. Функціональна схема автоматизації припливно-витяжної установки

Розділ 5. Календарний план організації будівельно-монтажних робіт. Графік руху робочої сили, машин і механізмів. Монтажний проект вентиляційної системи

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальні дані	
Розділ 2. Опалення	
Розділ 3. Вентиляція	
Розділ 4. Автоматика	
Розділ 5. Технологія і організація будівельно-монтажних робіт	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 4.	Предун К.М., д.е.н., професор		
Розділ 5.	Сенчук М.П., к.т.н., доцент		

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ К.М.Предун

Керівник _____ К.М.Предун

Студент _____ О.Ю.Нікіфоров

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ.	
1.1 Характеристика об'єкта	
1.2 Вибір розрахункових параметрів повітря	
1.2.1 Кліматологічні дані району будівництва.....	
1.2.2 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	
1.2.3 Розрахункові параметри внутрішнього повітря для нежитлових приміщень.....	
1.3 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	
РОЗДІЛ 2. ОПАЛЕННЯ.	
2.1 Розрахунок теплової потужності системи опалення приміщень.....	
2.2 Характеристика запроектованої системи опалення.....	
2.3 Вибір опалювальних приладів, запірної та регулюючої арматури, трубопроводів	
2.4 Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	
РОЗДІЛ 3. ВЕНТИЛЯЦІЯ.	
3.1. Визначення надлишкових надходжень теплоти	
3.1.1 Тепловиділення від людей.....	
3.1.2 Тепловиділення від джерел штучного освітлення.....	
3.1.3 Теплонадходження за рахунок сонячної радіації.....	
3.1.4 Розрахунок загальних теплонадходжень.....	
3.2 Розрахунок виділення вологи від людей.....	
3.3 Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти і вологи	
3.3.1 Повітрообмін у теплий період року.....	
3.3.2 Повітрообмін у холодний період року.....	
3.4 Розрахунок повітрообмінів по нормативній кратності.....	
3.5 Вибір повітророзподільників для нежитлових приміщень.....	
3.6 Організація повітрообміну в нежитлових приміщеннях.....	
3.7 Аеродинамічний розрахунок систем П1 та В13.....	

3.8 Підбір обладнання для системи П1.....	
3.9 Акустичний розрахунок системи П1.....	
3.10 Підбір вентиляторного агрегату для системи В13.....	
3.11 Організація повітрообміну в житловій частині будинку.....	
3.12 Визначення наявного тиску в системі ВП2.....	
3.13 Аеродинамічний розрахунок системи ВП2.....	
РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА	
4.1 Опис режимів роботи елементів систем	
4.1.1 Режим пуску системи.....	
4.1.2 Регулювання теплопродуктивності повітронагрівачів.....	
4.1.3 Захист повітронагрівачів від заморожування.....	
4.2 Схема автоматизації припливної прямооточної вентиляційної установки.....	
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ	
5.1 Будівельна готовність об'єкта до монтажу систем опалення та вентиляції.....	
5.2 Календарне планування монтажу систем ТГПіВ.....	
5.3 Відомість об'єму робіт та трудовитрат	
5.4 Техніко-економічні показники	
5.4.1 Для організації робіт під час монтажу систем опалення.....	
5.4.2 Для організації робіт під час монтажу систем вентиляції.....	
5.5 Монтажне проектування систем ТГПіВ.....	
5.6 Розробка монтажного проекту системи П1.....	
ЛІТЕРАТУРА.....	
ДОДАТОК А.....	
ДОДАТОК Б.....	

3.1	Розрахунок повітрообмінів по нормативній кратності.....
3.2	Вибір повітророзподільників в допоміжних приміщеннях.....
3.3	Схема організації повітрообміну в допоміжних приміщеннях.....
3.4	Визначення теплонадходжень від людей в тренажерному та аеробному залах.....
3.5	Тепловиділення від джерел штучного освітлення в тренажерному та аеробному залах.....
3.6	Надходження теплоти за рахунок сонячної радіації в аеробному залі.....
3.7	Загальні надходження теплоти в тренажерному на аеробному залах.....
3.8	Розрахунок виділень вологи від людей в тренажерному на аеробному залах.....
3.9	Виділення діоксиду вуглецю в тренажерному на аеробному залах.....
3.10	Розрахунок повітрообміну для аеробного залу
3.10.1	Теплий період року.....
3.10.2	Холодний період року.....
3.11	Схема організації повітрообміну в тренажерному та аеробному залах.....
3.12	Розрахунок повітророзподілення в аеробному залі.....
3.13	Вибір повітророзподільних пристроїв витяжної системи ПВ2.....
3.14	Аеродинамічний розрахунок припливно – витяжної системи ПВ2.....
3.15	Вибір повітрообробного агрегату системи ПВ2.....
3.16	Акустичний розрахунок припливної частини системи ПВ2.....

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА.

4.1	Автоматизація припливно – витяжної установки.....
4.2	Пристрій і робота системи.....

4.3	Загальні вказівки по експлуатації системи автоматики.....
4.4	Підготовка до роботи.....
4.5	Порядок роботи
4.5.1	«Ручний» режим.....
4.5.2	«Автоматичний» режим.....
4.5.3	Аварійні ситуації.....
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ.	
5.1	Календарне планування монтажу систем ТГПіВ.....
5.2	Відомість об’ємів робіт та трудовитрат.....
5.3	Техніко – економічні показники
5.3.1	Для організації робіт під час монтажу систем вентиляції.....
5.3.2	Для організації робіт під час монтажу систем опалення.....
5.4	Технологія монтажу систем вентиляції
5.4.1	Підготовка об’єктів до монтажу санітарно – технічних систем.....
5.4.2	Монтажне проектування систем ТГПіВ.....
5.4.3	Основні принципи монтажних робіт.....
5.5	Розробка монтажного проекту системи П4.....
ЛІТЕРАТУРА.....	
ДОДАТОК А.....	
ДОДАТОК Б.....	

ВСТУП

Більшу частину свого життя люди проводять у приміщеннях: житлових приміщеннях, виробничих приміщеннях, приміщеннях громадського призначення. Тому дуже важливим є створення у приміщеннях мікроклімату, який забезпечує відчуття комфорту та не створює умов для негативного впливу на здоров'я людей.

Мікроклімат приміщень – це комплекс фізичних факторів внутрішнього середовища приміщень, що впливає на тепловий обмін та здоров'я людини. До показників мікроклімату належать температура, вологість, швидкість руху повітря та температура внутрішніх поверхонь огорожень приміщень та предметів, що знаходяться у приміщенні.

Вплив комплексу мікрокліматичних факторів відбивається на теплових відчуттях людини і обумовлює особливості фізіологічних реакцій організму. Вплив параметрів мікроклімату, що виходять за межі нейтральних коливань, викликає зміни тону м'язів, периферичних судин, діяльності потових залоз, впливає на механізм вироблення теплоти організмом людини.

До основних показників мікроклімату повітря робочої зони відносяться температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

На параметри мікроклімату та стан людського організму також впливає інтенсивність теплового випромінювання різних нагрітих поверхонь, температура яких перевищує температуру у виробничому приміщенні.

Тривала дія на організм людини несприятливих метеорологічних умов погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань і порушень стану здоров'я.

Завдання роботодавця для збереження здоров'я працюючих, створити на робочому місці оптимальні, або допустимі мікрокліматичні умови. Комфортне самопочуття працюючого забезпечується відповідним співвідношенням температури, відносною вологістю і швидкістю руху повітря.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та інші заходи.

Мікрокліматичні умови у приміщеннях забезпечуються спільним функціонуванням систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

1.1 Характеристика об'єкта

Об'єктом проектування в даній роботі виступають системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря 9 – поверхового житлового будинку з нежитловими приміщеннями в м. Бровари Київської області.

В підземному та на першому поверхах розміщені приміщення громадського призначення: магазин, банк, аптека, а також технічні приміщення: електрощитові, тепловий пункт, насосна.

З другого по дев'ятий поверх знаходяться житлові приміщення.

Для компенсації втрат теплоти в холодний період року запроектована система опалення.

Для асиміляції шкідливих речовин, що надходять в приміщення різного призначення (надлишкова теплота та волога від людей, теплота від штучного освітлення, сонячної радіації (для 1 поверху), діоксид вуглецю) передбачена система вентиляції.

Для створення комфортних умов перебування людей в громадських приміщеннях будівлі шляхом зниження температури внутрішнього повітря передбачено проектування системи кондиціонування.

1.2. Вибір розрахункових параметрів повітря

1.2.1. Кліматологічні дані району будівництва

Кліматологічні дані для м. Бровари приймаються за [1] (по м. Київ) і наведені у таблиці 1.1 і 1.2.

Барометричний тиск становить 990 гПа.

Географічна широта - 51° північної широти.

Таблиця 1.1 - Температура зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря середня по місяцям, °С											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5

Продовження таблиці 1.1

Температура повітря, °С						
середня за рік	холодного періоду				теплого періоду	
	найхолодніша доба забезпеченістю		найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю		найжаркіша доба забезпеченістю	найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю
	0,98	0,92	0,98	0,92		
13	14	15	16	17	18	19
8,0	-29	-26	-25	-22	28	23

Продовження таблиці 1.1

$\leq 8^{\circ}\text{C}$		$\leq 10^{\circ}\text{C}$		$\geq 21^{\circ}\text{C}$	
тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура	тривалість діб	середня температура
20	21	22	23	24	25
176	-0,1	195	0,0	-	-

Таблиця 1.2 - Напрямок і швидкість вітру

Період	Повторюваність напрямків вітру (чисельник), %, середня швидкість по напрямках (знаменник), м/с							
	Північ	Північний схід	Схід	Південний схід	Південь	Південний захід	Захід	Північний захід
січень	$\frac{11,2}{3,2}$	$\frac{4,6}{2,0}$	$\frac{5,8}{1,7}$	$\frac{11,9}{2,0}$	$\frac{14,1}{2,7}$	$\frac{14,0}{3,0}$	$\frac{23,5}{3,0}$	$\frac{14,9}{2,9}$
липень	$\frac{18}{2,7}$	$\frac{9,1}{2,1}$	$\frac{4,8}{1,6}$	$\frac{8,0}{1,6}$	$\frac{11,3}{2,1}$	$\frac{10,4}{2,3}$	$\frac{20,4}{21}$	$\frac{18,0}{2,4}$

1.2.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Для проектування систем мікроклімату параметри зовнішнього повітря приймаються за п. 5.13 [2]:

– для систем опалення, вентиляції та кондиціонування у холодний період року – температура зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92;

– для систем вентиляції в теплий період року – температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99;

- для систем кондиціонування в теплий період - температуру зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95.

Результати вибору зведені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем опалення та вентиляції.

Період	$t_{ext}, ^\circ\text{C}$		$I_{ext}, \text{кДж/кг}$
	вентиляція	опалення	
Т	23	-	52,6
Х	-22	-22	-20,7

Таблиця 1.4 - Параметри зовнішнього повітря для проектування систем кондиціонування

Період	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	$I_{\text{ext}}, \text{кДж/кг}$
Т	28	55,7

1.2.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря для нежитлових приміщень

Робочою зоною приміщення називається така його частина, де в продовж тривалого часу перебувають люди. В залежності від робіт, які виконуються, висота робочої зони може дорівнювати 1,5м (сидяча робота) або 2м (стоять або ходять).

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для проектування систем вентиляції:

- повітря в робочій зоні

для холодного періоду року $t_{wz}^T=20^\circ\text{C}$;

$\varphi_{wz}^X=30\%$;

$v_{wz}^X=0,2\text{м/с}$;

для теплого періоду року t_{wz}^T приймається в інтервалі 22...25 $^\circ\text{C}$

$t_{wz}^T=25^\circ\text{C}$;

відносна вологість $\varphi_{wz}^T=60\%$;

рухливість повітря $v_{wz}^T=0,2 \text{ м/с}$;

- припливне повітря

для холодного періоду року $t_{in}^X=17^\circ\text{C}$;

для теплого періоду року $t_{\text{ext}}=t_{in}=22^\circ\text{C}$

- повітря, що видаляється

$$t_l = t_{wz} + \text{gradt}(H_p - h_{p3}) \quad (1.2)$$

де gradt - зміна температури на 1м висоти вище за робочу зону залежно від району будівництва.

Для холодного періоду

$$t_i^X = 20 + 0,3 \cdot (3,1 - 2) = 20,3^\circ C$$

Для теплого періоду

$$t_i^T = 25 + 1,2 \cdot (3,1 - 2) = 26,3^\circ C$$

Результати розрахунків по розділу 1.3.2 зведені в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Параметри внутрішнього повітря для проектування систем вентиляції.

Період року	$t_{wz}, ^\circ C.$	$t_{in}, ^\circ C.$	$t_i, ^\circ C.$	$v_{wz}, ^\circ C.$	$\phi_{wz}, \%$
X	20	17	20,3	0,2	30
T	25	22	26,3	0,2	60

1.3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається по формулі:

$$R_\phi = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (1.2)$$

де α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, Вт/(м²·°C) [3];

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, Вт/(м²·°C) [3];

λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу шаруючи конструкції, Вт/(м·°C) [3].

Отримані розрахункові значення опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій порівнюються з нормативними значення, які відповідають конкретному району будівництва і наведені в [4]. При цьому виконання наступної умови є обов'язковим:

$$R_\phi \geq R_{norm} \quad (1.3)$$

Суміщене покриття будинку складається з наступних шарів:

- залізо – бетонна плита ($\delta=0,2$ м, $\lambda=1,92$ Вт/(м·°С));
- гідроізоляція (2 шари);
- утеплювач ТЕХНОПЛЕКС ($\delta=0,2$ м; $\lambda= 0,034$ Вт/(м. °С));
- цементно – піщана стяжка армована сіткою ($\delta=0,07$ м, $\lambda=0,93$ Вт/(м·°С));
- щебенева засипка ($\delta=0,07$ м, $\lambda=0,12$ Вт/(м·°С).

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,22}{0,034} + \frac{0,07}{0,93} + \frac{0,07}{0,12} + \frac{1}{23} = 7,4(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}) / \text{Вт}$$

$$R_{\text{норм}} = 7,0(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}) / \text{Вт}$$

Зовнішня стіна будинку складається з наступних шарів:

- фасадна панель ($\delta=0,02$ м, $\lambda=0,04$ Вт/(м·°С));
- вентиляційний зазор ($\delta=0,04$ м, $\lambda=0,36$ Вт/(м·°С));
- утеплювач «ROCKWOOL» ($\delta=0,1$ м; $\lambda= 0,035$ Вт/(м. °С));
- кладка з цегли ($\delta=0,38$ м; $\lambda= 0,81$ Вт/(м. °С));
- цементно – піщаний розчин ($\delta=0,02$ м, $\lambda=0,93$ Вт/(м·°С).

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,04} + \frac{0,04}{0,36} + \frac{0,1}{0,035} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,0(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}) / \text{Вт}$$

$$R_{\text{норм}} = 4(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}) / \text{Вт}$$

Світлопрозорі огорожуючі конструкції мають опір теплопередачі

$$R_{\phi} = 0,9(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}) / \text{Вт} \text{ при нормативному значенні } R_{\text{норм}} = 0,9(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{С}) / \text{Вт} .$$

РОЗДІЛ 2

ОПАЛЕННЯ

2.1. Розрахунок теплової потужності системи опалення приміщень

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення, Вт, розраховуються за рівнянням

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad (2.1)$$

де $f_{\Delta\theta,i}$ – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях [5];

$\Phi_{T,i}$ - трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ - вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт.

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються за формулою

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.2)$$

де f_k – поправочний температурний коефіцієнт для k -будівельного огородження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду [6];

A_k – площа теплопередачі k -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м²;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м²·°С;

$\theta_{int,i} - \theta_e$ - різниця температур внутрішнього та зовнішнього повітря, °С.

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються як

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.3)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за національними гігієнічними вимогами, м³/год. Вона визначається за нормованою кратністю:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i, \quad (2.4)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами [5].

Теплова потужність системи опалення приміщення розраховується по формулі

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i} \quad (2.5)$$

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі, Вт, за спрощеною методикою виконується за формулою

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} + \sum \Phi_{Q,i} \quad (2.8)$$

Всі розрахунки виконуються для нежитлових приміщень підземного та 1-го поверхів, а також для типового 5-го та 9-го поверхів. Результати розрахунку наведені в табл. 2.1.

3	14,9	22	ЗС	Пн	3,3	1,1	3,63	0,25	1	0,44	3,3	1	-	-	2,36	-	366	54	18	826	149	217	1043
ЖК			ЗС	Сх	3,4	3,1	10,54	0,25	1	0	4,2	1	-	-	2,64	-							
			Бд	ПД	0,8	2	1,60	1,64	1	0	4,8	1	-	-	2,62	-							
															7,62								
4	20,3	22	ЗС	Пн	4	1,1	4,40	0,25	1	0	4	1	-	-	1,10	-	283	54	18	826	203	80	906
ЖК			В	Пн	2,4	2	4,80	1,111	1	0	6,4	1	-	-	5,33	-							
															6,43								
5	13,1	20	ЗС	Пн	2,9	3,1	8,99	0,25	1	0,44	2,9	1	-	-	3,52	-	258	54	18	826	131	127	953
КХ			Бд	Пн	0,8	2	1,60	1,64	1	0	8	1	-	-	2,62	-							
															6,15								
6	13,65	16	ЗС	Пн	2,6	3,1	8,06	0,25	1	0	2,6	1	-	-	2,02	-	176	84	29	1085		176	1262
СХ			Бд	Пн	0,8	2	1,60	1,64	1	0	4,8	1	-	-	2,62	-							
															4,64								
7	10,58	20	ЗС	Пн	2,9	3,1	8,99	0,25	1	0,44	2,9	1	-	-	3,52	-	258	81	28	1157	106	152	1309
КХ			Бд	Пн	0,8	2	1,60	1,64	1	0	8	1	-	-	2,62	-							
															6,15								
8	35,6	22	ЗС	Пн	4	1,1	4,40	0,25	1	0	4	1	-	-	1,10	-	283	81	28	1212	232	51	1263
ЖК			В	Пн	2,4	2	4,80	1,111	1	0	6,4	1	-	-	5,33	-							
															6,43								
9	10,58	20	ЗС	Пн	2,9	3,1	8,99	0,25	1	0,44	2,9	1	-	-	3,52	-	258	81	28	1157	106	152	1309
КХ			Бд	Пн	0,8	2	1,60	1,64	1	0	8	1	-	-	2,62	-							
															6,15								
10	19,47	22	ЗС	Пн	3,3	1,1	3,63	0,25	1	0	3,3	1	-	-	0,91	-	245	81	28	1212	195	51	1262
ЖК			В	Пн	2,1	2	4,20	1,111	1	0	6,4	1	-	-	4,67	-							
															5,57								
11	23,43	22	ЗС	Пн	3,3	1,1	3,63	0,25	1	0	3,3	1	-	-	0,91	-	288	81	28	1212	234	54	1265
ЖК			ЗС	Зх	1,3	3,1	3,88	0,25	1	0	0,5	1			0,97	-							
			В	Пн	2,1	2	4,20	1,111	1	0	6,4	1	-	-	4,67	-							
															6,54								
12	10,58	20	ЗС	Пн	2,9	3,1	8,99	0,25	1	0,44	2,9	1	-	-	3,52	-	258	81	28	1157	106	152	1309
КХ			Бд	Пн	0,8	2	1,60	1,64	1	0	8	1	-	-	2,62	-							
															6,15								
13	17,67	22	ЗС	Пн	3,1	3,1	9,61	0,25	1	0,44	3,1	1	-	-	3,77	-	281	54	18	808	177	104	912
ЖК			Бд	Пн	0,8	2	1,60	1,64	1	0	8	1	-	-	2,62	-							
															6,39								

2.2. Характеристика запроектованої системи опалення

У житловому будинку запроектована двотрубна система водяного опалення з поквартирними горизонтальними гілками, лічильниками тепло споживання та терморегуляторами на опалювальних приладах.

Джерелом теплоти служить окремо стояча котельня, до якої будівля підключається через індивідуальний тепловий пункт, обладнаний приладами обліку теплоспоживання та автоматизованими вузлами приготування теплоносіїв для систем опалення та вентиляції.

Система опалення житлової частини будівлі підключається до тепломережі по незалежній схемі, а нежитлової частини – за залежною схемою.

Параметри теплоносія в системі опалення 80/60°C.

Трубопроводи горизонтальних гілок системи опалення металопластикові фірми HERZ прокладаються приховано в межах поверху в шарі стяжки в термоізоляції K-FlexST (для зниження тепловтрат по довжині трубопроводів). Стояки запроектовані із сталевих електрозварних труб за ГОСТ 10704-91, теплоізольовані базальтовою ватою.

Температурні подовження металопластикових труб компенсуються в кутах повороту, а стояків – в сифонних компенсаторах.

2.3. Вибір опалювальних приладів, запірної та регулюючої арматури, трубопроводів

В якості опалювальних приладів прийняті сталеві панельні радіатори PROFIL COMPACT, розмір яких підбирається в залежності від теплового навантаження кожного опалювального приміщення (табл. 2.1). Результати підбору наведені на графічній частині проекту.

Для автоматичного регулювання температури внутрішнього повітря в кожному приміщенні передбачена установка автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах .

Для зменшення теплового потоку від радіаторів в неробочий час (зниження внутрішньої температури повітря на 3-5°C в неробочий час для нежитлових приміщень) запроектована установка на радіаторах електронних запрограмованих термостатів Living Eco фірми Danfoss. Запас потужності системи опалення для нежитлових приміщень розрахований у розмірі 21 В/м². Тривалість зниження температури внутрішнього повітря 11 годин, тривалість розігріву - 3 години.

Для можливості гідравлічного балансування циркуляційних кілець системи опалення запроектована установка термостатичних вентелей з попереднім налаштуванням гідравлічного опору. Для можливості зняття радіатора без зливу теплоносія з усієї системи, підвищення гідравлічної стабільності всієї системи на зворотніх підводках встановлюються запірні клапани фірми Danfoss.

Видалення повітря з системи здійснюється у вищих точках через автоматичні відвідники повітря, а з радіаторних приладів – за допомогою кранів Маєвського.

2.4. Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконаний у програмному забезпеченні Danfoss С.О. 3.8. В результаті здійснено підбір діаметрів всіх ділянок трубопровідної мережі системи опалення, визначені гідравлічні опори циркуляційних кілець, визначені втрати тиску в системі, підібрано налаштування

Програма надає можливість для виконання повністю всіх гідравлічних розрахунків системи:

- підбираються діаметри трубопроводів;

-
- підбираються настроювання регуляторів різниці тиску, установлюваних у місцях обраних проектувальником (підстава стояків, розгалуження й т.д.);
- урахуються необхідні авторитети термостатичних вентилів;
- аналізується витрату води в проектованому встаткуванні.

Підсумки розрахунків представлені як у графічній, так і у табличній формах.

Результати проведених розрахунків системи опалення будинку наведені в додатку А пояснювальній записці.

РОЗДІЛ 3

ВЕНТИЛЯЦІЯ

3.1 Визначення надлишкових надходжень теплоти

Всі розрахунки здійснюються для приміщення банку на 1 поверсі. В розрахунках приймається, що одночасно в приміщенні може знаходитись 10 осіб.

3.1.1 Тепловиділення від людей

Як основне приміщення для подальших розрахунків прийнятий торговельний зал.

Тепловиділення від людей визначаються по формулі:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n, \quad (3.1)$$

де n – кількість людей в приміщенні, чол;

q – надходження від одного чоловіка, Вт/чол [7].

У даному випадку робота людей відноситься до категорії легкої. Отже:

- для теплого періоду року:

$$t_{\text{вз.}}^T = 25^{\circ} C \Rightarrow q^T = 145 \text{ Вт} / \text{чол}$$

- для перехідного й холодного періоду року

$$t_{\text{вз.}}^X = 20^{\circ} C \Rightarrow q^X = 150 \text{ Вт} / \text{чол}$$

Отже,

- для теплого періоду року:

$$Q_{\text{л}}^T = 10 \cdot 145 = 1450 \text{ Вт}$$

- для холодного періоду року:

$$Q_{\text{л}}^X = 10 \cdot 150 = 1500 \text{ Вт}$$

3.1.2 Тепловиділення від джерел штучного освітлення

Надходження теплоти від джерел штучного висвітлення визначається по формулі:

$$Q_{осв} = F \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \quad (3.2)$$

де E - освітленість, лк, приймається [7];

F - площа підлоги в приміщенні, m^2 ;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення, $Вт/(m^2 \cdot лк)$ [7], залежно від типу і висоти приміщення, а також від типу світильників;

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення [7].

$$Q_{осв} = 93,92 \cdot 200 \cdot 0,056 \cdot 0,46 = 484 Вт$$

3.1.3 Теплонадходження за рахунок сонячної радіації

Розрахунок виконується за рівнянням:

$$Q_{cp} = F_{np} \cdot q_{cp}^{np} \cdot \beta + F_{nep} \cdot q_{cp}^{nep}, \quad (3.3)$$

де F_{np} та F_{nep} – площі світлових прорізів та перекриття, m^2 ;

q_{cp}^{np} та q_{cp}^{nep} – питомі теплонадходження за рахунок сонячної радіації відповідно через світлові прорізи та перекриття, $Вт/m^2$;

β – коефіцієнт забрудненості світлового прорізу, 0,8.

Так як приміщення банку розміщено на 1 поверсі (і він не останній), то теплонадходження через покриття не розраховуються.

Значення питомих теплонадходження наступні [7]:

– для вікон, орієнтованих на північ $q_{cp}^{np} = 75 Вт / m^2$;

Тоді:

$$Q_{cp} = 0,4 \cdot (17,7 \cdot 75) = 531 Вт .$$

3.1.4 Розрахунок загальних теплонадходжень

Кількість надлишкової теплоти залежно від періоду року визначається з рівнянь:

- для теплого періоду року

$$Q_{над}^T = Q_{л}^T + Q_{облад} + Q_{ср} \quad (3.4)$$

- для холодного періоду року

$$Q_{над}^X = Q_{л}^X + Q_{облад} + Q_{осв} \quad (3.5)$$

де $Q_{облад}$ – надходження теплоти від обладнання, Вт (приймається, що в приміщенні банку встановлено 3 ноутбуки по 200 Вт кожен).

$$Q_{облад} = 600 \text{ Вт};$$

$$Q_{над}^T = 1450 + 600 + 531 = 2581 \text{ Вт}$$

$$Q_{над}^X = 1500 + 600 + 484 = 2584 \text{ Вт}$$

3.2 Розрахунок виділення вологи від людей

Розрахунок ведеться за рівнянням:

$$G = g \cdot n \quad (3.6)$$

де n – кількість людей в приміщенні, чол;

g – вологовиділення від одного чоловіка, г/год/чол [7].

$$g^T = 115 \text{ г/год}$$

$$g^X = 75 \text{ г/год}$$

$$G^T = 10 \cdot 115 = 1150 \text{ г/год}$$

$$G^X = 10 \cdot 75 = 750 \text{ г/год}$$

Результати розрахунків по пунктах 3.1 та 3.2 зведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Таблиця шкідливих виділень в приміщенні банку

Найменування	Період	Надходження теплоти, Вт	Надходження вологи, кг/год
Банк	Т	2581	1150
	Х	2584	750

3.3 Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти і вологи

У приміщеннях з тепло- і вологовиділеннями повітрообмін визначається по I-d-діаграмі.

Основною характеристикою зміни параметрів повітря в приміщенні є відношення надлишкової теплоти до вологовиділення, яка називається кутовим коефіцієнтом променя процесу в приміщенні ε , кДж/кг:

$$\varepsilon = \frac{3.6 \cdot Q_{над}}{G} \cdot 10^3 \quad (3.7)$$

Розрахунок повітрообмінів у приміщенні зводиться до побудови процесів зміни параметрів повітря в приміщенні. Графічна побудова процесів на I-d-діаграмі при заданій точки Ext (зовнішнє повітря) дозволяє визначити параметри повітря в наступних характерних точках:

In - припливне повітря;

Wz - повітря в робочій зоні приміщення;

L - повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення.

3.3.1 Повітрообмін у теплий період року

1. Визначається кутовий коефіцієнт променя процесу:

$$\varepsilon^T = \frac{3.6 \cdot 2581}{1150} \cdot 10^3 = 8079 \text{ кДж / кг}$$

2. Відповідно до табл. 1.3 знаходиться місце т. Ext.

3. Через т. Ext проводиться промінь процесу.

4. На перетинанні лінії променя процесу з ізотермами $t_{wz}=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $t_l=26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ знаходяться т. Wz та т. L.

5. Визначаються параметри повітря в т. Ext та т. L:

$$d_{ext}^T = 11,6\text{ г / кг с.п.} \quad I_{Ext}^T = 52,6\text{ кДж / кг}$$

$$d_l^T = 12,4\text{ г / кг с.в.} \quad I_l^T = 59\text{ кДж / кг}$$

6. Визначається необхідний повітрообмін по надлишкам теплоти в теплий період року:

$$G_T^T = \frac{3,6 \cdot Q_{над}^T}{I_L^T - I_{Ext}^T} \quad (3.8)$$

$$G_T^T = \frac{3,6 \cdot 2581}{57,9 - 52,6} = 1682\text{ кг / год}$$

10. Визначається необхідний повітрообмін по надлишкам вологи в теплий період року:

$$G_{вл}^T = \frac{G_{вл}^T}{d_L^T - d_{Ext}^T} \quad (3.9)$$

$$G_{вл}^T = \frac{1150}{12,4 - 11,6} = 1619\text{ кг / год}$$

3.3.2 Повітрообмін у холодний період року

1. Визначається кутовий коефіцієнт променя процесу:

$$\varepsilon^T = \frac{3,6 \cdot 2584}{750} \cdot 10^3 = 12403\text{ кДж / кг}$$

2. Відповідно до табл. 1.3 знаходиться місце т. Ext.

3. На перетинанні лінії $d_{ext}=0,4\text{ г/кг с.п.}$ з ізотермою $t_{in}=17\text{ }^{\circ}\text{C}$ (процес підігрівання припливного повітря в калорифері) знаходиться т. In.

3. Через т. In проводиться промінь процесу.

4. На перетинанні лінії променя процесу з ізотермами $t_{wz}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $t_l=20,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ знаходяться т. Wz та т. L.

5. визначаються параметри повітря в т. In та т. L:

$$d_{in}^T = 0,4\text{ г / кг с.п.} \quad I_{in}^T = 18\text{ кДж / кг}$$

$$d_1^T = 1,12 / \text{кгс.в.}$$

$$I_1^T = 23,9 \text{кДж} / \text{кг}$$

6. Визначається необхідний повітрообмін по надлишкам теплоти в теплий період року:

$$G_T^T = \frac{3,6 \cdot Q_{над}^T}{I_L^T - I_{In}^T} \quad (3.10)$$

$$G_T^T = \frac{3,6 \cdot 2584}{23,9 - 18} = 1576 \text{кг} / \text{год}$$

10. Визначається необхідний повітрообмін по надлишкам вологи в теплий період року:

$$G_{вл}^T = \frac{G_{вл}^T}{d_L^T - d_{Ext}^T} \quad (3.11)$$

$$G_{вл}^T = \frac{750}{1,1 - 0,4} = 1071 \text{кг} / \text{год}$$

11. З отриманих значень в якості розрахункового приймається максимальний

$$G_T^T = 1682 \text{кг} / \text{год}$$

12. Визначається об'ємний повітрообмін у теплий період року:

$$L^T = \frac{G^T}{\rho_v} \quad (3.12)$$

$$L^T = \frac{1682}{1,2} = 1400 \text{м}^3 / \text{год}$$

Аналогічно виконується розрахунок повітрообміні в приміщеннях магазинів та аптеки.

3.4 Розрахунок повітрообмінів по нормативній кратності

Повітрообмін - кількість вентиляційного повітря, необхідне для забезпечення санітарно - гігієнічного рівня повітряного середовища приміщення й одночасно задовольняючим технологічним вимогам устаткування в приміщенні.

У невеликих приміщеннях з постійним або непостійним перебуванням невеликої кількості людей необхідний повітрообмін розраховується по кратності.

Кратність повітрообміну, 1/ч, - відношення повітрообміну необхідного для приміщення до внутрішнього обсягу приміщення. Розраховується по формулі:

$$k_p = \frac{L}{V} \quad (3.13)$$

Кратність повітрообміну показує, скільки разів протягом години весь обсяг приміщення заповнюється припливним повітрям.

Кратності повітрообміну - величини табличні та залежать від призначення будинку та приміщень у ньому.

Кількість повітря, м³/ч, необхідного для приміщення визначається з вираження:

$$L = k_p \cdot V \quad (3.14)$$

Результати розрахунку зведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок повітрообміну в нежитлових приміщеннях

Найменування приміщення	Об'єм приміщення, м ³	Кратність		Повітрообмін, м ³ /ч	
		п	в	п	в
Теплопункт	140	10	10	1400	1400
Насосна	64	5	5	320	320
Електрощитова	16	-	2	-	32
Санвузол	-	-	-	-	50 м ³ /год

3.5 Вибір повітророзподільників для нежитлових приміщень

Для подавання та видалення повітря в нежитлових приміщеннях приймаються дифузори фірми Sistemair (банк, магазин, аптека, санвузли) та жалюзійні ґратки (теплопункт, насосна, електрощитова). Результати підбору наведені в табл.3.3.

Таблиця 3.3 – Підбір повітророзподільників для нежитлових приміщень

№ прим.	Найменування приміщення	Кількість повітря на 1 повітророзподільник, м ³ /год		Тип повітророзподільника			
		приплив	видалення	приплив		видалення	
1	2	3	4	5		6	
Підземний поверх							
1	Магазин	466	466	EFF-200	3 шт	DCG-200	3 шт
2	Санвузол	-	50	-	-	EFF-125	1 шт
4	Теплопункт	700	700	PBP 500x500	2 шт	PBP 325x825	2 шт
5	Насосна	320	320	PBP 400x400	1 шт	PBP 200x500	1 шт
6	Електрощитова	-	32	-	-	PBP 150x250	1 шт
7	Аптека	466	466	EFF-200	3 шт	DCG-200	3 шт
9	Санвузол	-	50	-	-	EFF-125	1 шт
1 поверх							
1	Відділення банку	466	466	EFF-200	3 шт	DCG-200	3 шт
2	Санвузол	-	50	-	-	EFF-125	1 шт
7	Магазин	466	466	EFF-200	3 шт	DCG-200	3 шт
8	Санвузол	-	50	-	-	EFF-125	1 шт

3.6 Організація повітрообміну в нежитлових приміщеннях

В нежитлових приміщеннях запроектована припливно – витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Припливні механічні системи П1-П4 забезпечують подавання повітря в приміщення магазинів, відділення банку та аптеки. Забір повітря відбувається на рівні першого поверху на відм.+3.300. Його обробка (очищення, підігрівання та охолодження) та подальше подавання в приміщення відбувається в компактних припливних установках в звукоізолюваному корпусі фірми Sistemair.

Механічні витяжні системи В1, В2, В3, В4 здійснюють видалення повітря з цих же приміщень за допомогою каналних вентиляторів фірми Sistemair. Повітропроводи цих систем підключаються до індивідуальних шахт,

а викид повітря здійснюється вище покрівлі житлової частини на відм. +36.800.

В місцях приєднання повітропроводу до шахти і при перетинанні протипожежних перешкод передбачена установка вогнезатримуючих клапанів КПВ-1 з електроприводом.

Механічне видалення повітря системою В5 передбачено з приміщень ІТП та насосної. Подавання повітря в ці приміщення відбувається через решітки в стінах (ПП-1 та ПП-2).

За допомогою природніх витяжних систем ВП1 – ВП5 повітря видаляється з санвузлів та електрощитової.

3.7 Аеродинамічний розрахунок систем П1 та В13

Розрахунок виконується в наступній послідовності:

1. Площа перерізу повітропроводу, m^2 , на розрахунковій ділянці визначається за рівнянням:

$$F_{pi} = \frac{L_i}{3600 \cdot v_{pi}}, \quad (3.15)$$

де L_i – витрата повітря на i -ій ділянці, $m^3/ч$;

v_{pi} – рекомендована швидкість руху повітря на i -ій ділянці, $m/с$.

2. Орієнтуючись на величину F_{pi} підбираються нормовані розміри повітропроводу так, щоб фактична площа поперечного перерізу F_i приблизно дорівнювала F_{pi} , тобто $F_i \approx F_{pi}$.

Результатом розрахунку на цьому етапі є значення d_i або $a_i \times b_i$, які відповідають прийнятій площі поперечного перерізу F_i . Для прямокутного повітропроводу визначається еквівалентний діаметр, m :

$$d_{ei} = \frac{2a_i b_i}{a_i + b_i} \quad (3.16)$$

3. Розраховується фактична швидкість руху повітря на ділянці, $m/с$:

$$v_i = \frac{L_i}{3600F_i} \quad (3.17)$$

4. З урахуванням отриманого значення швидкості повітря розраховується динамічний тиск на ділянці, Па:

$$p_{\partial i} = \frac{\rho v_i^2}{2} \quad (3.18)$$

5. Визначаються втрати тиску на тертя по формулі:

$$\Delta p_{li} = \lambda \cdot \frac{l}{d_s} \cdot P_{\partial i}, \quad (3.19)$$

де l - довжина ділянки, м;

λ_i - коефіцієнт гідравлічного тертя розраховується за рівнянням:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k}{d_s} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (3.20)$$

k - еквівалентна шорсткість стінок повітроводу, м. Для сталевих повітроводів дорівнює 0,0001м;

Re - критерій Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot d_s}{\nu} \quad (3.21)$$

v - швидкість руху повітря на ділянці, м/с;

ν - кінематична в'язкість повітря, Па/с.

6. Визначається сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці $(\sum \zeta)_i$. [8].

7. Визначаються втрати тиску в місцевих опорах на розрахунковій ділянці:

$$\Delta p_{\text{моі}} = \sum \zeta \cdot p_{\partial i}, \text{ Па} \quad (3.22)$$

8. Визначаються загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці по формулі:

$$\Delta p_i = \Delta p_{li} + \Delta p_{\text{моі}} \quad (3.23)$$

9. Визначають втрати тиску в магістралі:

$$\Delta p_{\text{маг}} = \sum_{i=1}^m \Delta p_i, \text{ Па} \quad (3.24)$$

де m - кількість розрахункових ділянок магістралі.

Аналогічно виконується аеродинамічний розрахунок відгалужень. В процесі його виконання втрати тиску у відгалуженні не повинні перевищувати втрати тиску у вузлі (де відгалуження приєднується до магістралі). Припустимим вважається відхилення до 15%.

Якщо відхилення перевищує зазначену величину, то на ділянці відгалуження передбачається установка дроселюючого клапану.

Розрахункові схеми систем П1 та В13 представлені на рис. 3.1 та 3.2 відповідно.

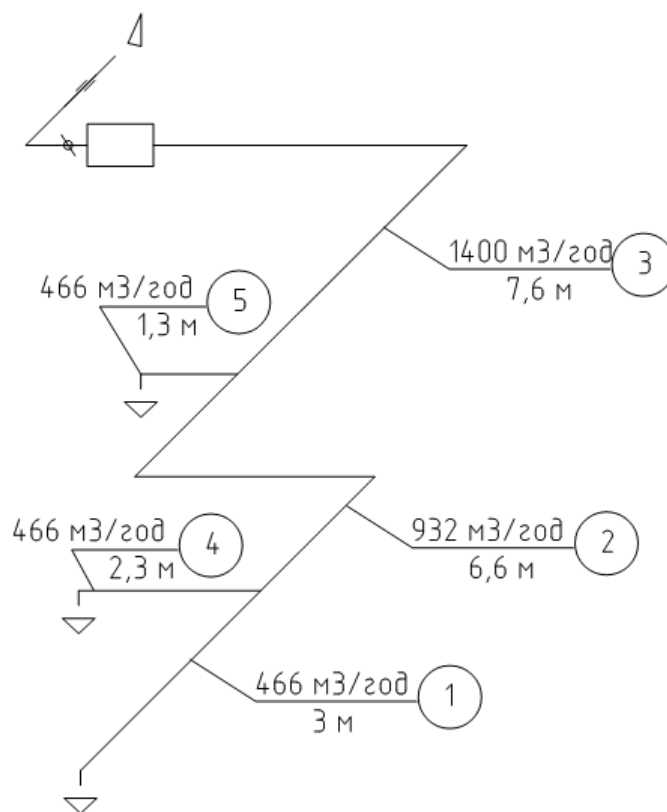


Рис.3.1. Розрахункова схема системи П1

Таблиця 3.4 - Значення коефіцієнтів місцевих опорів (к.м.о) на ділянках системи П1

№ ділянки	Найменування місцевого опору	Значення к.м.о.
1	Повітророзподільник	2
	Поворот на 90°	0,35
	Трійник на прохід	0,35
		$\Sigma 2,7$
2	Поворот на 90° (2 шт)	$0,35 \cdot 2 = 0,7$
	Трійник на прохід	0,15
		$\Sigma 0,85$
3	Поворот на 90°	0,35
4	Повітророзподільник	2
	Поворот на 90°	0,35
	Трійник на відгалуження	0,7
		$\Sigma 3,05$
4	Повітророзподільник	2
	Поворот на 90°	0,35
	Трійник на відгалуження	1,7
		$\Sigma 4,05$

Результати аеродинамічного розрахунку системи П1 наведені в табл.

3.5.

Таблиця 3.5 – Аеродинамічний розрахунок системи П1 (початок)

№ ділянки	Витрата повітря, L, м ³ /с	Довжина ділянки, l, м	Орієнтовна швидкість, V _{ор} , м/с	Орієнтовна площа перетину, F _{ор} , м ²	a, м	b, м	Фактична площа перетину, F _ф , м ²	Еквівалентний діаметр, d _э , м	Фактична швидкість повітря, v _ф , м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Магістраль									
1	0,129	3,0	3,0	0,043	0,20	0,20	0,040	0,200	3,24
2	0,259	6,6	4,5	0,058	0,40	0,20	0,080	0,267	3,24
3	0,389	7,6	4,5	0,086	0,40	0,20	0,080	0,267	4,86
Відгалуження									
4	0,129	2,3	3,0	0,043	0,20	0,20	0,040	0,200	3,24
5	0,129	1,3	3,0	0,043	0,20	0,20	0,040	0,200	3,24

Таблиця 3.5 – Аеродинамічний розрахунок системи П1 (закінчення)

№ ділянки	Re	λ	Динамічний тиск, Рд, Па	Втрати тиску по долині, ΔP_l , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \zeta$	Втрати тиску в місцевих опорах, ΔP_{mo} , Па	Сума втраг тиску на ділянці, $\Sigma \Delta P$, Па
1	11	12	13	14	15	16	17
Магістраль							
1	42976	0,023	6,28	2,21	2,70	16,97	19,18
2	8630	0,033	6,28	5,10	0,85	5,34	10,44
3	86075	0,020	14,18	8,21	0,35	4,96	13,17
							42,79
Відгалуження							
4	42976	0,023	6,28	1,70	3,05	19,16	20,86
5	42976	0,023	6,28	0,96	1,7	10,68	11,64

Ув'язування відгалуження 4 з ділянкою 1 : $\Delta = \frac{20,86 - 19,18}{20,86} = 0,08 < 0,15$.

Отже, ув'язка не потрібна.

Ув'язування відгалуження 5 з ділянками (1+2) : $\Delta = \frac{29,62 - 11,64}{29,62} = 0,6 > 0,15$

. Отже, на ділянці 5 необхідна установка дросель – клапану.

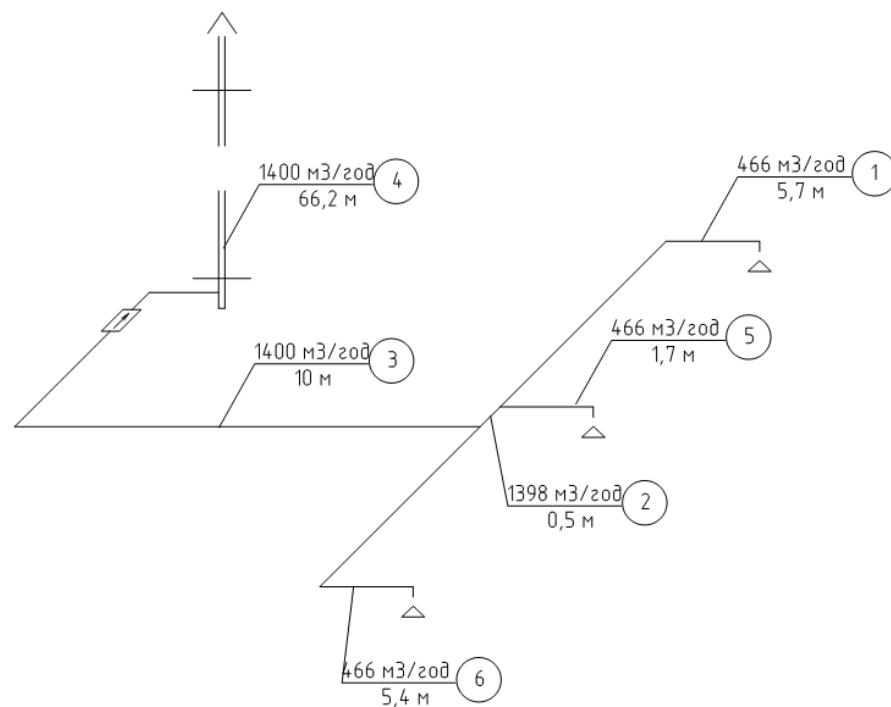


Рис.4.2. Розрахункова схема системи В13

Таблиця 3.6 - Значення коефіцієнтів місцевих опорів (к.м.о) на ділянках системи В13

№ ділянки	Найменування місцевого опору	Значення к.м.о.
1	Повітророзподільник	2
	Поворот на 90° (2 шт)	$0,35 \cdot 2 = 0,7$
	Трійник на прохід	0,35
		$\Sigma 3,05$
2	Трійник на прохід	0,15
		$\Sigma 0,15$
3	Поворот на 90°	0,35
4	Поворот на 90° (2 шт)	$0,35 \cdot 2 = 0,7$
5	Повітророзподільник	2
	Поворот на 90°	0,35
	Трійник на відгалуження	0,7
		$\Sigma 3,05$
6	Повітророзподільник	2
	Поворот на 90°	0,35
	Трійник на відгалуження	1,7
		$\Sigma 4,05$

Результати аеродинамічного розрахунку системи В13 наведені в табл.

3.7.

Таблиця 3.7 – Аеродинамічний розрахунок системи В13 (початок)

№ ділянки	Витрата повітря, L, м ³ /с	Довжина ділянки, l, м	Орієнтовна швидкість, V _{ор} , м/с	Орієнтовна площа перетину, F _{ор} , м ²	a, м	b, м	Фактична площа перетину, F _ф , м ²	Еквівалентний діаметр, d _э , м	Фактична швидкість повітря, v _ф , м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Магістраль									
1	0,129	5,7	3,0	0,043	0,20	0,20	0,040	0,200	3,24
2	0,259	6,6	4,5	0,058	0,40	0,20	0,080	0,267	3,24
3	0,389	7,6	4,5	0,086	0,40	0,20	0,080	0,267	4,86
4	0,389	66,2	5,0	0,078	0,30	0,30	0,090	0,300	4,32
Відгалуження									
5	0,129	1,7	3,0	0,043	0,20	0,20	0,040	0,200	3,24
6	0,129	5,4	3,0	0,043	0,20	0,20	0,040	0,200	3,24

Таблиця 3.7 – Аеродинамічний розрахунок системи В13 (закінчення)

№ ділянки	Re	λ	Динамічний тиск, Рд, Па	Втрати тиску по долині, ΔP_l , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \zeta$	Втрати тиску в місцевих опорах, ΔP_{mco} , Па	Сума втраг тиску на ділянці, $\Sigma \Delta P$, Па
1	11	12	13	14	15	16	17
Магістраль							
1	42976	0,023	6,28	4,21	3,05	19,16	23,37
2	8630	0,033	6,28	5,10	0,15	0,94	6,04
3	86075	0,020	14,18	8,21	0,35	4,96	13,17
4	86075	0,020	11,20	49,78	0,7	7,84	57,62
							$\Sigma 100,21$
Відгалуження							
5	42976	0,023	6,28	1,26	3,05	19,16	20,42
6	42976	0,023	6,28	3,99	4,05	25,45	29,41

Ув'язування відгалуження 5 з ділянкою 1 : $\Delta = \frac{23,37 - 20,42}{23,37} = 0,12 < 0,15$.

Отже, ув'язка не потрібна.

Ув'язування відгалуження 6 з ділянками (1+2) : $\Delta = \frac{29,41 - 29,41}{29,41} = 0$.

Отже, ув'язка не потрібна.

3.8 Підбір обладнання для системи П1

Підбір припливної камери системи П1 здійснюється в програмному комплексі SistemAirCad. До установки прийнято повітрообробний агрегат Geniox 10.05. Результати підбору наведені в Додатку Б.

Аналогічні установки передбачені для систем П2-П4.

3.9 Акустичний розрахунок системи П1

Рівень шуму є істотним критерієм, який необхідно враховувати при проектуванні будинків різного призначення. Акустичний розрахунок системи П1 наведений у формі таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Акустичний розрахунок системи П1

№п/п	Величина, що розраховує	Посилання	Значення, що розраховується, Дб, при середньгеометричній частоті октавної смуги, Гц	
1	$L_{доп} = L_n$ Номер граничного спектра ПС - 50	Табл.17.3 [8]	66	59
2	Виправлення ΔL_1	Табл.17.5 [8]	7	5
3	Виправлення ΔL_2	Табл.17.6 [8]	5	1
4	Октановий рівень звукової потужності вентилятора	$L_{общ}=71$ дБ $\Delta L_p = L_{общ} - \Delta L_1 + \Delta L_2$	69	67
5	Необхідне зниження рівня звукового тиску $\Delta L_{тр}$	Формула 17.6 [8] $\Delta L_{тр} = L_i - L_{доп}$	3	8

Установка шумоглушника не потрібна, якщо $L_{тр} < 0$. У цьому випадку $L_{мп}^{125} > 0$ та $L_{мп}^{250} > 0$. Отже, необхідно встановлювати шумоглушник. До установки приймається шумоглушник СР 400х200.

3.10 Підбір вентиляторного агрегату для системи В13

Вибір вентилятора здійснюється по двох параметрах: максимальній витраті та тиску, який розраховується по рівнянню:

$$\Delta P = 1,1 \cdot \Delta P_{маг}, \quad (3.25)$$

де $\Delta P_{маг}$ – втрати тиску в магістралі, Па (табл..3.7);

1,1 - коефіцієнт запасу.

$$\Delta P = 1,1 \cdot 100,21 = 111 \text{ Па}$$

$$L_{\text{max}} = 1400 \text{ м}^3 / \text{с}$$

До установки приймається вентилятор КТЕХ 50-25-4 фірми SistemAir.

3.11 Організація повітрообміну в житловій частині будинку

Система вентиляції житлової частини будинку запроектована витяжною (з кухонь, суміщених санвузлів та вбиралень) з природнім спонуканням руху повітря. Запроектовані витяжні системи ВП1-ВП13 включають в свою структуру вертикальні збірні канали, які в свою чергу складаються із магістрального каналу та каналів – супутників, що приєднуються до магістрального каналу через поверх.

Розрахункова витрата повітря, яка підлягає видаленню з конкретного приміщення, визначається відповідно до [9] і становить:

- для кухні 90 м³/год;
- для санвузла 50 м³/год;
- для суміщеного санвузла 50 м³/год.

При розробці проекту природної витяжної вентиляції основною задачею є визначення розміру збірного каналу на ділянках системи з дотриманням при цьому необхідного швидкісного режиму, а також для забезпечення нормованої витрати повітря на всіх ділянках збірного каналу обов'язковим є виконання умови

$$\sum \Delta P_{\text{пов.п.}} \leq \Delta P_{\text{н.пов.}}, \quad (3.26)$$

де $\sum \Delta P_{\text{пов.п.}}$ – втрати тиску в мережі для кожного конкретного поверху, Па.

$\Delta P_{\text{н.пов.}}$ – наявний тиск для конкретного поверху, Па.

3.12 Визначення наявного тиску в системі ВП2

Відповідно до вимог [2] природну вентиляцію для житлових приміщень розраховують на різницю густини зовнішнього повітря з температурою $+5^{\circ}\text{C}$ та внутрішнього повітря з температурою для холодного періоду року. При цьому величина гравітаційного тиску, Па, для кожного поверху визначається за рівнянням:

$$\Delta P_{гр.пов.} = h \cdot g \cdot (\rho_{ext} - \rho_{int}), \quad (3.27)$$

де ρ_{ext} - густина зовнішнього повітря при розрахунковій температурі $+5^{\circ}\text{C}$, кг/м^3 ;

ρ_{int} - густина внутрішнього повітря при розрахунковій температурі в приміщенні, кг/м^3 ;

h – відстань від витяжної решітки до устя витяжної вентиляційної шахти, м;

g - прискорення вільного падіння, м/с^2 .

Густина повітря при розрахункових температурах може бути розрахована за рівняннями:

$$\rho_{ext} = \frac{353}{273 + t_{ext}}, \quad (3.28)$$

$$\rho_{int} = \frac{353}{273 + t_{int}}. \quad (3.29)$$

Гравітаційний тиск для кожного поверху визначається за рівнянням:

$$\Delta P_{н.пов.} = 0,9 \cdot \Delta P_{гр.пов.} \quad (3.30)$$

Результати розрахунку наявного тиску наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Результати розрахунків наявного тиску по поверхам будівлі системи ВП2

№ поверху	h,м	ρ_{ext} , кг/м ³	ρ_{int} , кг/м ²	$\Delta P_{гр.}$, Па	$\Delta P_{н.пов.}$, Па
2	30	1,27	1,21	17,66	15,89
3	27	1,27	1,21	15,89	14,30
4	24	1,27	1,21	14,13	12,71
5	21	1,27	1,21	12,36	11,12
6	18	1,27	1,21	10,59	9,54
7	15	1,27	1,21	8,83	7,95
8	12	1,27	1,21	7,06	6,36
9	9	1,27	1,21	5,30	4,77
10	6	1,27	1,21	3,53	3,18

3.13 Аеродинамічний розрахунок системи ВП2

Розміри каналів на окремих ділянках визначаються , виходячи с величини припустимих швидкостей:

- швидкість повітря в супутниках $v_{суп} = 1,0...1,5$ м/с;
- швидкість повітря в збірному каналі $v_{зб.к.} \leq (2,0...3)$ м/с .
- Поповерхові канали – супутники мають наступні місцеві опори:
- витяжна решітка $\zeta=1,5$;
- два коліна при кути повороту $90^\circ \zeta=1,2$;
- відгалуження (за розрахунком);
- проміжні поверхи - витяжні трійники (за розрахунком).

Коефіцієнти місцевих опорів витяжних трійників визначаються за залежностями:

прохід

$$\xi_{з.н.} = 1,55 \cdot \frac{L_g}{L_3} - \left(\frac{L_g}{L_3} \right)^2, \quad (3.31)$$

$$\xi_n = \frac{\xi_{з.н.}}{\left(1 - \frac{L_g}{L_3} \right)^2}, \quad (3.32)$$

відгалуження

$$\xi_{з.б.} = A \cdot \left[1 + \left(\frac{L_6}{L_3} \cdot \frac{F_3}{F_6} \right)^2 - 2 \cdot \left(1 - \frac{L_6}{L_3} \right)^2 \right], \quad (3.33)$$

$$\xi_{\epsilon.} = \frac{\xi_{с.б.}}{\left(\frac{L_6}{L_3} \cdot \frac{F_3}{F_6} \right)^2}, \quad (3.34)$$

де $L_в$ та L_3 - витрата повітря відповідно у відгалуженні та в збірному каналі трійника, м³/с;

$F_в$ та F_3 – площа відповідно відгалуження та збірного каналу, м²;

$A = f(F_в/F_3; L_в/L_3)$ – визначається за табл.3.

Таблиця 3.10 - Значення А

$F_в/F_3$	$\leq 0,35$	$> 0,35$	
$L_в/L_3$	$\leq 1,00$	$\leq 0,4$	$> 0,4$
А	1,00	$0,9 \cdot \left(1 - \frac{L_6}{L_3} \right)$	0,55

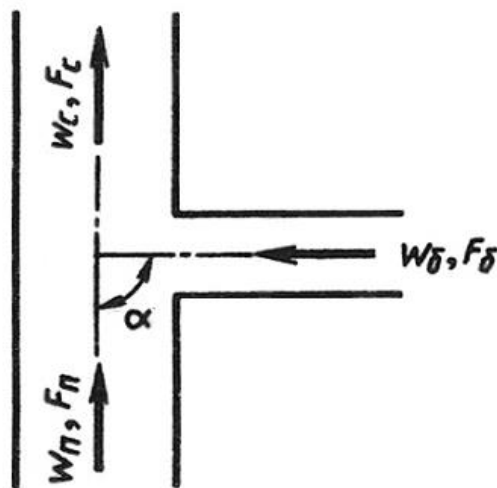


Рис.3.3 Схема витяжного трійника

Розрахункова схема системи ВП2 наведена на рис. 3.4.

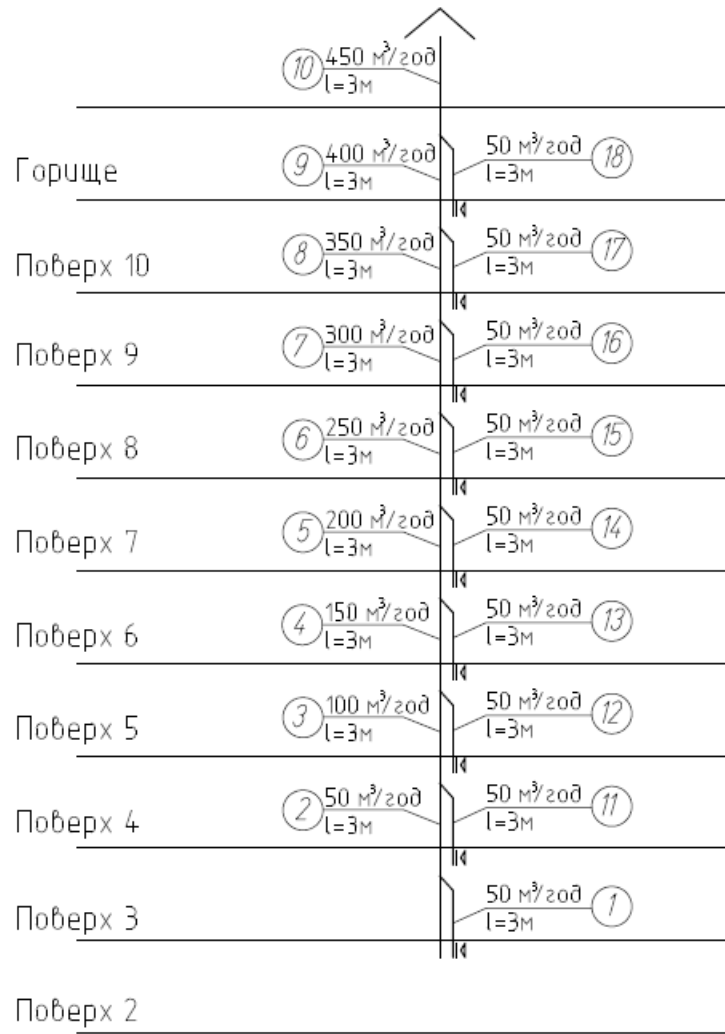


Рис.3.4. Розрахункова схема системи ВП2 (санвузол)

Результати аеродинамічного розрахунку системи ВП2 наведені в табл.

3.11.

Таблиця 3.11 – Результати розрахунку втрат тиску під час руху повітря з приміщень деяких поверхів системи ВП10 (санвузол)

№ ділянки	Втрага повітря на ділянці, L, м ³ /год	a, м	b, м	Еквівалентний діаметр, d _{е,м}	Швидкість повітря в каналі, v, м/с	Число Рейнольдса, Re	Коефіцієнт опору тертя, λ	Динамічний тиск повітря, P _д , Па	Втрати тиску за довжиною, ΔP _л , Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, Σζ	Втрати тиску в місцевих опорах, ΔP _м , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці, ΣΔP _{пов.п.} , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 поверх												
1	50	0,12	0,3	0,17	0,39	4383	0,0447	0,09	0,07	3,9	0,35	0,42
2	50	0,21	0,3	0,25	0,22	3609	0,0446	0,03	0,02			0,02
3	100	0,21	0,3	0,25	0,44	7219	0,0400	0,12	0,06	2,100	0,05	0,10
4	150	0,21	0,3	0,25	0,66	10828	0,0381	0,26	0,12	1,127	0,05	0,17
5	200	0,21	0,3	0,25	0,88	14438	0,0370	0,47	0,21	0,663	0,09	0,30
6	250	0,21	0,3	0,25	1,10	18047	0,0363	0,74	0,32	0,467	0,13	0,45
7	300	0,21	0,3	0,25	1,32	21657	0,0358	1,06	0,46	0,360	0,17	0,63
8	350	0,21	0,3	0,25	1,54	25266	0,0354	1,44	0,62	0,293	0,21	0,83
9	400	0,35	0,3	0,32	1,06	22656	0,0341	0,68	0,21	0,247	0,26	0,47
10	450	0,35	0,3	0,32	1,19	25488	0,0337	0,86	0,27	0,213	0,11	0,38
												Σ3,77

Таблиця 3.12 – Порівняння наявного тиску з втратами тиску в системі

№ поверху	ΔP _{н.пов.} , Па	ΣΔP _{пов.п.} , Па	ΔP _{н.пов.} - ΣΔP _{пов.п.} , Па
2	15,89	3,77	12,12
3	14,30	3,35	10,95
4	12,71	3,33	9,38
5	11,12	3,23	7,89
6	9,54	3,06	6,48
7	7,95	2,76	5,19
8	6,36	2,31	4,05
9	4,77	1,68	3,09
10	3,18	1,21	1,97

У всіх випадках наявні втрати тиску перевищують втрати тиску в каналі. Це свідчить про працездатність системи вентиляції і відсутність необхідності встановлювати витяжні вентилятори в канали – супутники на останніх поверхах.

РОЗДІЛ 4

АВТОМАТИКА

Автоматизація систем вентиляції забезпечує підтримку комфортних кліматичних умов у приміщеннях для роботи персоналу, а також температурного режиму й вологості повітря, необхідних для роботи технологічного встаткування. Сучасні надійні системи автоматики дозволяють заощаджувати 13-17% тепло споживання.

4.1 Опис режимів роботи елементів систем

У різних системах вентиляції є ідентичні режими роботи систем і їхніх окремих елементів: режим пуску й зупинки системи; регулювання теплопродуктивності повітрянагрівачів; система захисту повітрянагрівачів від заморожування; вибір режиму роботи системи для теплого й холодного періоду року.

4.1.1 Режим пуску системи

Холодний період року

При пуску системи натисканням кнопки «Пуск» виробляється команда «Пуск», повністю відкривається регулювальний клапан на трубопроводах обв'язки, після чого включається вентилятор і плавно відкривається повітряна заслінка.

Якщо пуску системи спрацьовує захист від заморожування, то вентилятор не включається.

Теплий період року

При пуску системи натисканням кнопки «Пуск» виробляється команда «Пуск», повністю відкривається регулювальний клапан на трубопроводах

обв'язки, після чого включається вентилятор і плавно відкривається повітряна заслінка й починає працювати інше встаткування системи.

4.1.2 Регулювання теплопродуктивності повітрянагрівачів

Задана температура нагрівання контролюється датчиком температури, розташованому в припливному повітроводі або в самому приміщенні й підтримується шляхом відкриття або закриття регулювального клапана, встановленого на трубопроводі теплоносія.

При відхиленні температури від заданої величини регулятор температури, встановлений на щиті керування або по місцю, видає відповідну команду на відкриття або закриття регулювального клапана через контролер, розташований на щиті. Команда подається протягом усього періоду відхилення температури від заданої величини.

Відкриття або закриття клапана виробляється послідовністю коротких імпульсів. У такий спосіб система регулювання наближається до пропорційного. При досягненні заданої температури подача команди й керуючих імпульсів на клапан припиняється.

4.1.3 Захист повітрянагрівачів від заморожування

При низьких температурах зовнішнього повітря (негативних і близьких до 0°C) виникає небезпека заморожування повітрянагрівачів. При цьому температура зворотного теплоносія може опуститися нижче припустимої. Тому необхідно забезпечити захист повітрянагрівачів від заморожування, що здійснюється за допомогою двох - трьох термостатів. Один термостат встановлюється на місці входу зовнішнього повітря в припливну камеру. Другий - на трубопроводі зворотного теплоносія. Третій термостат встановлюється на повітрянагрівачі з боку, протилежного ходу повітря.

Система захисту спрацьовує, якщо температура зворотного теплоносія опускається нижче 20-25⁰С при температурі зовнішнього повітря нижче +3⁰С або якщо температура повітря після повітрянагрівача опускається нижче 5⁰С.

Захист повітрянагрівача від заморожування в трьох режимах роботи системи здійснюється в такий спосіб:

Режим 1. Режим стоянки вентиляційної системи.

При спрацьовуванні системи захисту від заморожування регулювальний клапан на трубопроводі теплоносія відкривається повністю й залишається в цьому положенні до підвищення температури, вимірюваної термостатом (до 25-30⁰С).

Режим 2. Режим пуску вентиляційної системи.

Якщо в момент пуску системи захист від заморожування спрацювала, то вентилятор не включається, повітряна заслінка не відкривається, а регулювальний клапан на трубопроводі теплоносія відкривається повністю. Включення вентсистеми здійснюється автоматично, після розблокування вентилятора системою захисту повітрянагрівачів від заморожування.

Режим. 3 Вентсистема працює.

У цьому випадку при спрацьовуванні системи захисту від заморожування регулювальний клапан на трубопроводі теплоносія повністю відкривається, а вимикання вентилятора затримується на час, що встановлюється при налагодженні системи.

Якщо протягом часу затримки температура зворотного теплоносія не піднялася до необхідного рівня, вентилятор вимикається, повітряна заслінка закривається, подається аварійний сигнал.

У схемах обв'язки повітрянагрівачів сучасних систем вентиляції застосовуються насоси, що забезпечують більше надійний захист повітрянагрівача від заморожування. Робота насоса забезпечує циркуляцію теплоносія через калорифер по малому кільцю.

Через те, що циркуляційні насоси працюють при температурі теплоносія до 110°C , вони встановлюються, як правило, на зворотному трубопроводі.

У робочому режимі в холодний період року насос працює постійно. У режимі стоянки вентиляційної системи насос працює в системі захисту повітрянагрівачів від заморожування при $t_{\text{н}} < +3^{\circ}\text{C}$. Для більшої надійності роботи систем кращою є установка двох насосів (один резервний). Регулювальний клапан може бути встановлений двоходовий або триходовий залежно від умов приєднання до джерела теплопостачання.

4.2 Схема автоматизації припливної прямооточної вентиляційної установки

Схема автоматизації припливної прямооточної вентиляційної камери представлена на рис. 4.1.

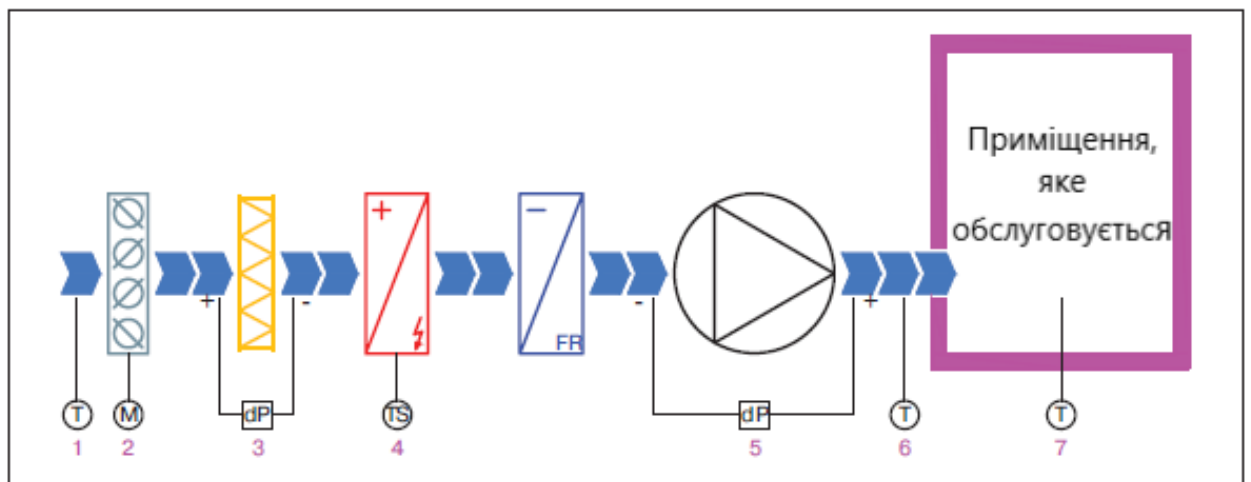


Рис. 6.1 Схема автоматизації припливної прямооточної вентиляційної установки з електричним нагрівачем та фреоновим охолоджувачем

СПЕЦИФІКАЦІЯ

№ з/п	Найменування
1	Датчик температури зовнішнього повітря
2	Привід повітряної заслінки
3	Диференційне реле тиску (контроль забруднення фільтра)
4	Термостати захисту електричного нагрівача від перегріву
5	Диференційне реле тиску (контроль роботи вентилятора)
6	Канальний датчик температури
7	Датчик температури в приміщенні

Щит курування вентиляційною системою забезпечує:

- управління всіма виконавчими механізмами в заданому алгоритмі;
- підтримання заданої температури:
 - а) повітря в приміщенні;
 - б) припливного повітря на виході з установки;
- індикацію:
 - а) заповненості повітряного фільтру;
 - б) роботи всіх основних механізмів;
 - в) режимів вентиляційної установки;
 - г) показників всіх датчиків температур;
- захист елементів системи управління вентиляцією:
 - а) захист від заморожування водяних калориферів;
 - б) захист від перегріву обмоток двигуна;
 - в) захист від перегріву електричних повітрянагрівачів;
- можливість диспетчеризації;
- відключення вентиляції під час пожежі.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ

5.1 Будівельна готовність об'єкта до монтажу систем опалення та вентиляції

До початку монтажних робіт на об'єкті погоджуються перелік і терміни виконання окремих видів будівельних робіт:

- улаштування перекриттів, стін, перегородок у місцях прокладання повітроводів і установки вентиляційного устаткування;
- улаштування фундаментів і інших опорних конструкцій під вентиляційне обладнання;
- улаштування передбачених проектом монтажних прорізів і площадок для подачі вентиляційного обладнання та великогабаритних деталей до місця монтажу;
- пробивання отворів для проходу трубопроводів системи опалення та повітроводів через внутрішні огорожувальні конструкції;
- оштукатурювання та ґрунтування стель, стін, перегородок у місцях прокладання трубопроводів системи опалення, повітроводів, установки повітророзподільних пристроїв.

5.2 Календарне планування монтажу систем ТГПів

Календарні плани - це проектно-технологічні документи, де встановлюється послідовність, інтенсивність та терміни виконання робіт, а також потреби в ресурсах. Результатом календарного планування є графік робіт для будівельних організацій, бригад, змін, який визначає календарні терміни початку та закінчення виконання робіт.

Вихідними даними для розробки календарного плану є:

- перелік об'єктів будівництва і характеристики (об'єми робіт, працездатність, ціна робіт, види і кількість ресурсів, які можна реально використати на конкретні календарні періоди(трудові ресурси, їх чисельність та кваліфікований склад, інтенсивність використання ресурсів, на кожному об'єкті і види робіт);

- технологічна послідовність виконання робіт.

Розробка календарного плану по монтажу систем ТГПів виконується в наступній послідовності:

1. аналізуються вихідні дані для проектування;
2. складається номенклатура (перелік) і послідовність монтажних процесів;
3. підраховуються об'єми робіт;
4. обираються методи виробництва робіт та основні будівельні машини;
5. визначається потрібна кількість машино - змін та працевтрати для виконання монтажних робіт;
6. визначаються склади бригад, тривалість виконання кожного виду робіт і здійснюється ув'язка їх виконання в проміжок часу.

5.3 Відомість об'єму робіт та трудовитрат

Калькуляція витрат праці складається на підставі:

- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція і кондиціонування»;
- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішні прилади»;
- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16 «Трубопроводи внутрішні»;
- Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи». Збірник 26 «Теплоізоляційні роботи».

При цьому роботи групуються в потоки. По кожному потоці підраховується сумарна трудомісткість робіт. Дані й результати розрахунків зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Виробнича калькуляція праці

Обґрунтування по ДБН	Роботи	Обсяг робіт		Норма часу на 1 вим. один. люд-год.	Трудовитрати на весь обсяг робіт люд.-год.	Трудовитрати, люд./день
		Од. вим.	Кількість			
1	2	3	4	5	6	7
Опалення						
1. Установка радіаторних приладів						
16-6-3	Установка радіаторів сталевих	100 кВт	2,10 кВт	96,92	203,53	25,44
2. Прокладання трубопроводів опалення						
16-6-1	Ø16x2	100 м	33,50 м	48,71	1631,79	203,97
16-6-2	Ø20x2,3	100 м	13,2 м	48,71	642,97	80,37
16-6-3	Ø25x2	100 м	0,6 м	48,71	29,22	3,65
16-6-3	Ø26x3	100 м	2,30 м	48,71	112,03	14
16-6-4	Ø32x3	100 м	0,28 м	48,71	13,64	1,7
16-6-5	Ø38x2	100 м	0,04 м	48,71	1,95	0,24
16-6-5	Ø45x2,5	100 м	0,18 м	48,71	8,77	1,1
16-6-5	Ø57x3	100 м	0,18 м	48,71	8,77	1,1
				ВСЬОГО		306,13
Теплоізоляція трубопроводів та антикорозійне покриття						
26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром до 76 мм циліндрами, напівциліндрами з пінопласту	10 м трубопроводу	496 м	3,02	1497,92	187,24
26-2-3	Теплоізоляція з базальтової вати для трубопроводу d _н =32 мм	10 м трубопроводу	2,8 м	3,31	9,2	1,15
26-2-5	Теплоізоляція з базальтової вати для трубопроводу d _н =38 мм	10 м трубопроводу	0,4м	4,27	1,71	0,21
26-2-7	Теплоізоляція з базальтової вати для трубопроводу d _н =45 мм	10 м трубопроводу	1,8 м	3,65	6,57	0,82

26-2-9	Теплоізоляція з базальтової вати для трубопроводу $d_H=57$ мм	10 м трубопроводу	1,8 м	4,75	8,55	1,07
				ВСЬОГО		190,49
3. Установка по поверхових розподільників						
18-15-1	Зовнішнім діаметром корпусу 108 мм	1 розподільник	12	11,25	135	16,87
4. Установка термостатичної арматури						
16-15-1	Діаметром до 25 мм	1 шт	176	1,41	248,16	31,02
5. Установка балансувальної і запірної арматури						
16-15-1	Діаметром до 25 мм	1 шт	129	1,41	181,89	22,72
6. Установка квартирних теплових лічильників						
16-26-1	Діаметром до 40 мм	1 шт	54	0,67	36,18	4,5
7. Гідравлічні випробування трубопроводів						
16-29-1	Діаметром до 50 мм	100 м	50,1	8,22	411,82	51,48
16-29-2	Діаметром до 100 мм	100 м	0,18	8,22	1,48	0,18
				ВСЬОГО		51,66
Вентиляція						
1. Установка припливного устаткування						
20-42-1	Продуктивністю до $10 \text{ м}^3/\text{год}$	1 шт.	4	68,17	272,4	34,1
2. Установка вентиляторів радіальних						
20-31-1	Масою до 0,05 т	1 шт.	5	10,2	51	6,38
4. Установка вентиляторів дахових						
20-33-1	Масою до 0,1 т	1 шт.	2	8,55	17,1	2,1
5. Установка глушників шуму						
20-26-3	Перетином 400x200	1 шт	9	3,09	27,81	3,47
6. Прокладка повітроводів						
20-1-2	Периметром до 600мм	100 м ²	4,08	261,8	1068,2	
20-1-3	800, 1000 мм	100 м ²	1,1	239,7	263,7	
				ВСЬОГО	1331,9	166,5
7. Установка повітророзподільників						
20-10-1	Масою до 20 кг	1 шт.	32	2,07	66,24	8,28
8. Установка жалюзійних ґраток						
20-11-1	Площа яких у світлі становить до $0,25 \text{ м}^2$	1 шт.	117	1,82	212,94	
10-11-2	до 1 м^2	1 шт.	6	2,36	14,16	
				ВСЬОГО	227,1	28,38
9. Установка клапанів повітряних						
20-15-6	Периметром до 1000 мм	1 шт.	14	2,41	33,74	4,2

5.4 Техніко-економічні показники

5.4.1 Для організації робіт під час монтажу систем опалення

До техніко-економічних показників відносяться:

- загальний об'єм робіт 5028 м трубопроводів;
- проектна тривалість монтажних робіт $T_c=72$ дні;
- витрата праці $Q = 924$ люд.-дн;
- виробіток у натуральних показниках $F / Q = 5028/924 = 5,44$ м/ (люд.-дн).
- коефіцієнт використання робітників у часі:

$$k = \frac{R_{\max}}{R_{cp}} \quad (5.1)$$

де R_{cp} - середня кількість робітників, визначається з вираження:

$$R_{cp} = \frac{Q}{T} = \frac{924}{72} = 13_{чол} \quad (5.2)$$

$$k = \frac{15}{13} = 1,15$$

5.4.2 Для організації робіт під час монтажу систем вентиляції

До техніко-економічних показників відносяться:

- загальний об'єм робіт 518 м² повітропроводів;
- проектна тривалість монтажних робіт $T_c=29$ днів;
- витрата праці $Q = 226$ люд.-дн;
- виробіток у натуральних показниках $F / Q = 518/226 = 2,29$ м²/ (люд.-дн).
- коефіцієнт використання робітників у часі:

$$R_{cp} = \frac{226}{29} = 8_{чол}$$

$$k = \frac{10}{8} = 1,25$$

5.5 Монтажне проектування систем ТГПіВ

Монтажне проектування необхідне для розробки деталізації елементів систем ТГПіВ для їх подальшого заводського виготовлення та збирання і монтажу.

При розробці монтажних ескізів та креслень використовують наступні поняття:

деталь – частина трубопроводу, яка не має з'єднань (відрізок труби, фланець, відвід тощо), а також пристрої для закріплення трубопроводу (опора, підвіска тощо);

елемент – складається з трьох – чотирьох деталей, які з'єднані зварюванням, різью та іншим способом (трубопровід с фланцями, трубопровід з одним – двома відводами тощо);

вузол – поєднання декількох деталей з використанням розбірних і нерозбірних з'єднань, що обмежене транспортними габаритами; вузли поділяються на плоскі і просторові;

блок – з'єднання декількох трубних вузлів або вузлів та приладів;

секція – з'єднання декількох труб одного діаметра;

ланка – частина зовнішнього трубопроводу, що складається з декількох співвісно з'єднаних труб;

монтажне положення приладу, обладнання, трубопроводу - це таке їх розташування відносно будівельних конструкцій та іншого обладнання, яке забезпечує зручність монтажу і безпечну експлуатацію;

будівельна довжина - розмір, що визначає положення деталі трубопроводу або вузла щодо суміжної деталі чи обладнання систем (наприклад, відстань від осі приладу або відстань між центрами з'єднувальних частин, арматури, відгалужень);

монтажна довжина - дійсна довжина деталі без з'єднувальних частин; монтажна довжина дана елі менша від її будівельної довжини на розмір скидів X;

заготівельна довжина – повна довжина відрізка прямої труби, що необхідна для виготовлення вигнутої чи прямої деталі; у прямих не зігнутих деталях монтажна і заготівельна довжини однакові. Заготівельні довжини зігнутих деталей визначають за формулами.

5.6 Розробка монтажного проекту системи ПІ

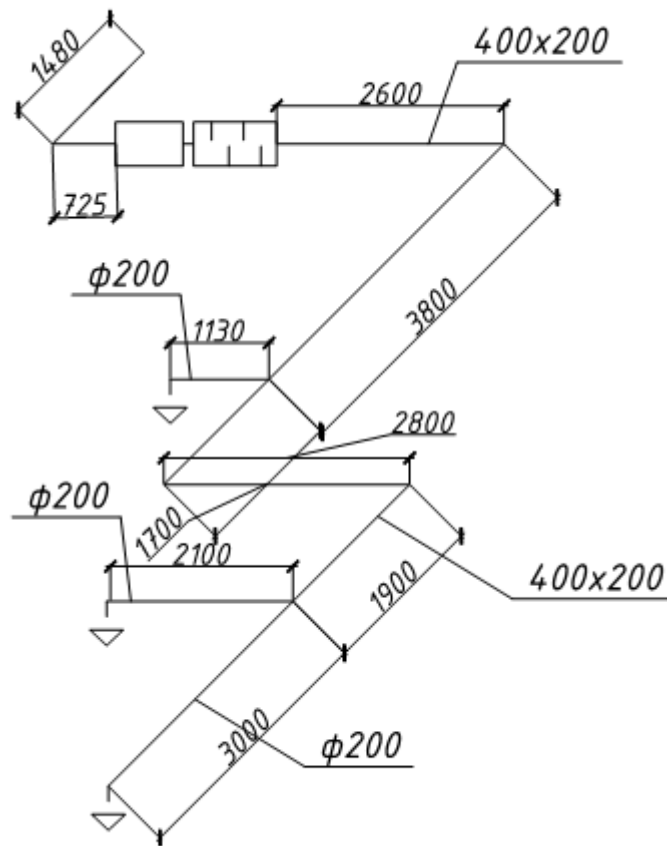


Рис.5.1. Розрахункова схема системи ПІ

1. Визначення розмірів прямих ділянок

Ділянка №1: $L_{\text{буд}} = 1480\text{мм}$; $400 \times 200\text{ мм}$;

$$L_{\text{пр.діл}} = L_{\text{буд}} - u$$

$$L_{\text{пр.діл}} = 1480 - 400 = 1080\text{мм}$$

Ділянка №2: $L_{\text{буд}} = 725\text{мм}$; $400 \times 200\text{ мм}$;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - u$$

$$L_{np.діл} = 725 - 400 = 325\text{мм}$$

Ділянка №3: $L_{буд} = 2600\text{мм}$; 400×200 мм;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - u$$

$$L_{np.діл} = 2600 - 400 = 2200\text{мм}$$

Ділянка №4: $L_{буд} = 3800\text{мм}$; 400×200 мм;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - u - 50 - \frac{d}{2}$$

$$L_{np.діл} = 3800 - 400 - 50 - \frac{200}{2} = 3250\text{мм}$$

Враховуючи, що визначена довжина перевищує 2500 мм, пряму ділянку розбиваємо на 2 ділянки: 1 нормалізованою довжиною $L_{1np.діл} = 2500$ мм і ненормалізовану - $L_{2np.діл} = 750\text{мм}$.

Ділянка №5: $L_{буд} = 1700\text{мм}$; 400×200 мм;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - u - 50 - \frac{d}{2}$$

$$L_{np.діл} = 1700 - 400 - 50 - \frac{200}{2} = 1150\text{мм}$$

Ділянка №6: $L_{буд} = 2800\text{мм}$; 400×200 мм;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - 2u$$

$$L_{np.діл} = 2800 - 2 \cdot 400 = 2000\text{мм}$$

Ділянка №7: $L_{буд} = 1900\text{мм}$; 400×200 мм;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - u - 50 - \frac{d}{2}$$

$$L_{np.діл} = 1900 - 400 - 50 - \frac{200}{2} = 1350\text{мм}$$

Ділянка №8: $L_{буд} = 3000\text{мм}$; $\varnothing 200$ мм;

$$L_{np.діл} = L_{буд} - L - 50 - \frac{d}{2}$$

$$L_{пр.діл} = 3000 - 300 - 50 - \frac{200}{2} = 2550 \text{ мм}$$

Ділянка №9: $L_{буд} = 1300 \text{ мм}$; $\varnothing 200 \text{ мм}$;

$$L_{пр.діл} = L_{буд} - L - 50 - \frac{d}{2}$$

$$L_{пр.діл} = 1300 - 300 - 50 - \frac{200}{2} = 850 \text{ мм}$$









Ділянка №10: $L_{буд} = 2100 \text{ мм}$; $\varnothing 200 \text{ мм}$;

$$L_{пр.діл} = L_{буд} - L - 50 - \frac{d}{2}$$

$$L_{пр.діл} = 2100 - 300 - 50 - \frac{200}{2} = 1650 \text{ мм}$$

Таблиця 5.2 – Комплектувальна відомість деталей системи П1

№ ділянки	Позначення	Найменування деталі	Розмір перерізу			Довжина, мм	Кількість, шт	Центр. кут, гр.	Площа поверхні, м ²		Примітка
			Круглий	Прямокутний					Одиниці	Загальна	
				d, мм	a, мм						
1	—	пряма ділянка		400	200	1080	1		1,3	1,4	$\delta=0,5$
2	—	пряма ділянка		400	200	325	1		1,3	0,42	$\delta=0,5$
3	—	пряма ділянка		400	200	2200	1		1,3	2,86	$\delta=0,5$
4	—	пряма ділянка		400	200	2500	1		1,3	3,25	$\delta=0,5$
5	—	пряма ділянка		400	200	750	1		1,3	0,98	$\delta=0,5$

6		пряма ділянка		400	200	1150	1		1,3	1,5	$\delta=0,5$
7		пряма ділянка		400	200	2000	1		1,3	2,6	$\delta=0,5$
8		пряма ділянка		400	200	1350	1		1,3	1,8	$\delta=0,5$
9		пряма ділянка	200			2550	1		0,63	1,6	$\delta=0,5$
10		пряма ділянка	200			850	1		0,63	0,53	$\delta=0,5$
11		пряма ділянка	200			1650	1		0,63	1,04	$\delta=0,5$
12		відвід		400	200		4		0,84	3,36	$\delta=0,5$
13		перехід		400	200	200	3		0,24	0,72	$\delta=0,5$

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
2. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
3. ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні та фізкультурно – оздоровчі споруди». – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 105 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово – комунального господарства України, 2006. – 73 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 27 с.
6. Методичні вказівки «Визначення теплової потужності системи опалення» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія.» (спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція»)/ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
7. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель :навчальний посібник Для студ. вищ. навч.закл. / П.Л. Зінич; Київськ. нац.. ун-т буд-ва і архіт. – К.: 2002, 255 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.
9. ДБН В.2.2-15-2019 «Житлові будинки. Основні положення» - К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства, 2019. – 44 с.

10. Системы автоматического управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://vents.ua/uploads/download/automaticcatalogue012016rus.pdf>
11. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування повітря» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 148 с.
12. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 53 с.
13. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16 «Трубопроводи внутрішні» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 81 с.
14. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 26 «Теплоізоляційні роботи» – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 82 с.