

**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 та вентиляція 22-х поверхового житлового будинку з вбудованими
комерційними приміщеннями

(назва)

Турі Ярина Іванівна

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

Київ 2024 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 та вентиляція 22-х поверхового житлового будинку з вбудованими
комерційними приміщеннями
(назва)

Виконала студентка групи ТВ-20

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Турі Ярина Іванівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник доцент Задоянний О.В.

Асистент Вахула В.Р.
(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

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

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

„___” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Турі Ярина Іванівна

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи Опалення та вентиляція 22-х поверхового житлового будинку з вбудованими комерційними приміщеннями.

затверджена наказом ректора КНУБА № ___ від „___” _____ 20__ р.

2. Керівник роботи доцент Задоянний Олександр Васильович, 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. Характеристика об'єкту будівництва

Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

Розділ 4. Розрахунок системи опалення

Розділ 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. План системи опалення та кондиціонування повітря. План типового поверху. Експлікація приміщень першого поверху. Експлікація приміщень типового поверху

Аркуш 2. Аксонометрична схема системи вентиляції П1 та В1. Аксонометрична схема системи вентиляції П2 та В2. Схема припливно-втяжної установки. Експлікація

Аркуш 3. Аксонометрична схема системи вентиляції П3 та В3. Аксонометричні схеми системи вентиляції В4, В5 В6, В7, В8, В9.

Аркуш 4. План опалення першого поверху. Аксонометрична схема опалення першого поверху. Схема розподільчого колектору на 2 квартири. Вузол з нижнім підключення радіатора. План підвалу

Аркуш 5. План опалення типового поверху. Аксонометрична схема опалення типового поверху. Вузол 1 - розподільчий колектор з поквартирними лічильниками на 5 виходів. Вузол 2 – розподільчий колектор з поквартирними лічильниками на 3 виходи.

Аркуш 6. Аксонометрична схема опалення сходової клітини. Аксонометрична схема опалення житлової частини 2 зони. Аксонометрична схема системи опалення житлової частини 1 зони.

Аркуш 7. Календарний план-графік виконання робіт послідовний метод будівництва. Календарний план графік виконання робіт потоковий метод будівництва. Монтажна схема системи вентиляції П3 та В3. Умовні позначення.

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	25 травня
Розділ 2. Характеристика об'єкту будівництва	26 травня

Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	30 травня
Розділ 4. Розрахунок системи опалення	3 червня
Розділ 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря	6 червня
Розділ 6. Технології та організація монтажу	10 червня
Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища	12 червня
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	19 червня
Попередній захист роботи на кафедрі	20 червня

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 6.	Сенчук М.П., к.т.н., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Задоянний О.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Вахула В. Р.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Турі Я. І.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	9
2. Характеристика об'єкту будівництва.....	10
2.1 Загальні відомості про об'єкт.....	11
2.2 Місце розташування об'єкта.....	12
2.3 Кліматичні дані.....	12
3. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	15
3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	16
3.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів.....	19
3.3 Розрахунок тепловтрат будівлі.....	26
4. Розрахунок системи опалення.....	30
4.1 Конструктивні рішення, які враховують архітектурно-планувальні характеристики будівлі.....	31
4.2 Розрахунок системи опалення.....	33
4.3 Вибір розмірів і розміщення опалювальних приладів.....	35
4.4 Запірна на регулююча арматура.....	36
4.5 Прокладання трубопроводів системи опалення.....	38
4.6 Джерело теплової енергії.....	39
5. Система вентиляції та кондиціонування повітря.....	40
5.1 Основні поняття про систему вентиляції та кондиціонування повітря.....	41
5.2 Вихідні дані для розрахунку системи вентиляції та кондиціонування повітря.....	42
5.3 Розрахунок теплонадходжень у приміщення.....	43
5.4 Надходження шкідливостей в приміщення.....	47
5.5 Тепловий баланс в приміщенні.....	40
5.6 Розрахунок повітрообмінів в приміщенні.....	50
5.7 Баланс повітря у будівлі.....	63

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.8	Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції.....	65
5.9	Підбір повітророзподільників.....	65
5.10	Підбір вентиляційного обладнання.....	66
6.	Технології та організація монтажу інженерних систем.....	72
6.1	Технології монтажу систем вентиляції.....	74
6.1.1	Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем.....	74
6.1.2	Вимоги до виконання монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання.....	74
6.1.3	Монтажне креслення системи вентиляції.....	78
6.2	Організація монтажу систем вентиляції.....	82
6.2.1	Календарне планування виконаних робіт.....	82
6.2.2	Послідовний та потоковий метод організації виконання будівельно-монтажних робіт, побудова графіка-циклограми.....	83
7.	Охорона праці та навколишнього середовища.....	85
7.1	Основні завдання охорони праці.....	86
7.2	Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт.....	87
7.3	Охорона навколишнього середовища.....	96
	Список використаних джерел.....	99
	Додаток А	
	Додаток Б	
	Додаток В	
	Додаток Г	
	Додаток Д	

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ВСТУПНА ЧАСТИНА

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1. Вступ

Актуальність теми. Забезпечення комфортних умов життєдіяльності людини в житлових, громадських, адміністративно-побутових та виробничих приміщеннях - головне завдання інженерних систем, а саме: опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. На сьогоднішній день збереження енергоресурсів та підвищення вартості на них сприяє постійному вдосконаленню систем та обладнання повітряного опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Метою атестаційної бакалаврської роботи є розробка сучасної, енергоефективної системи опалення та вентиляції 22 -х поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями. Створення безпечного та комфортного для здоров'я людини середовища при мінімальних матеріальних та енергетичних затратах. Розроблення системи загально-обмінної припливно-витяжної вентиляції вбудованих приміщень, системи повітряного опалення, з використанням сучасних енергоефективних опалювальних приладів та терморегулюючих пристроїв.

В даній атестаційній бакалаврській роботі система опалення житлової частини запроектована двотрубна, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія і з поквартирним відгалуженням. Опалення вбудованих нежитлових приміщень 1-го поверху передбачається самостійної системою, на якій в приміщенні ІТП встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти. Система опалення вбудованих нежитлових приміщень двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів.

Для вбудованих нежитлових приміщень 1-го поверху система вентиляції запроектована окремо для кожного приміщення в залежності від призначення. Перший поверх поділений на три частини, для кожної частини передбачається припливно-витяжна установка.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1 Загальні відомості про об'єкт

Об'єктом проектування є житловий будинок, який розташований в місті Бровари.

Будівля складається з 22 поверхів, та підвалу. Перший поверх – це вбудовані комерційні приміщення, решта поверхів - житлові приміщення.

Джерелом теплопостачання будівлі є окремо розташована котельня. Теплопостачання системи опалення житлового будинку здійснюється від тепловпункту, що розміщується в підвалі. Теплоносієм для системи опалення є гаряча вода з параметрами 90-70°C.

Система опалення житлової частини двотрубна, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія і з поквартирним відгалуженням. Опалення вбудованих нежитлових приміщень 1-го поверху передбачається самостійною системою, на якій в приміщенні ІТП встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти. Система опалення вбудованих комерційних приміщень двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів.

Вертикальні магістральні стояки квартир прокладаються в закритих шафах в коридорах. Для кожної квартири передбачається встановлення лічильника тепла і запірної арматури. Трубопроводи системи опалення житлових та нежитлових приміщень монтуються із поліетиленових труб РЕХ-з антидифузійним захистом, що прокладаються в підготовці підлоги захованим методом.

Система вентиляції - загально-обмінна, припливно-витяжна. Повітропроводи виготовлені з оцинкованої сталі, товщиною 0,5 мм, прокладаються відкрито під стелею. Забезпечення свіжим повітрям, відбувається трьома припливно-витяжними установками з рекуперацією тепла.

Прийняті технічні рішення відповідають вимогам чинних на території України екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вони забезпечують безпечну експлуатацію об'єкта для життя та здоров'я людини.

2.2 Місце розташування об'єкта

Житловий будинок для якого проектується система опалення та вентиляції, розташований в місті Бровари. Бровари-сучасне місто, що бурхливо розвивається останніми роками, є найбільшим в Київській області, має досить гарне розташування, знаходиться за 20 км від Києва. Місто оточене лісами, тому це чудове поєднання природи та розвиненої інфраструктури.

Місто Бровари розташоване на Півночі України, 20 км від Києва. Рельєф міста переважно рівний, є декілька пагорбів. Найвища точка міста-139 метрів над рівнем моря, а найнижча 106 метрів. На півночі і заході місто оточене хвойними лісами, а на півдні і сході переважає степова зона. Через місто не протікає жодна річка, але є декілька невеличких озер.

2.3 Кліматичні дані

Місто Бровари розташоване в I кліматичній зоні. Клімат помірно-континентальний з теплим літом і помірно-холодною зимою.

Середня температура найхолоднішого місяця зими – січня становить $-6,3$ °C, а найтеплішого місяця – липня $+19,5$ °C. Середня температура за рік становить $6,8$ °C. Тривалість опалювального періоду при переході ≤ 8 °C становить 176 діб, а середня температура $-0,1$ °C, а при переході ≤ 10 °C – 195 діб і середньою температурою $0,7$. Початок опалювального періоду при переході ≤ 8 ° - 17 жовтня, а кінець – 11 квітня. Початок опалювального періоду при переході ≤ 10 °C – 6 жовтня, а кінець – 19 квітня.

Середньомісячні та середньорічна температури наведені в таблиці 2.1, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [1].

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Бровари	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5

Переважна більшість вітрів має західний та північно західний напрям. В холодний період року домінує ПнЗх напрямок руху з повторюваністю 17,3%. В теплий період року домінує ПдЗх напрямок руху з повторюваністю 4,3%.

Повторюваність напрямків вітру й штилів, (%), наведена у таблиці 2.2, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [1].

Повторюваність напрямків вітру й штилів (%)

Таблиця 2.2

Період року	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
Теплий період	14,0	11,1	8,4	10,6	9,4	12,9	13,9	19,7	8,3
Холодний період	9,4	8,8	9,6	17,6	11,8	16,4	12,4	14,0	3,2
Рік	12,1	10,1	8,9	13,5	10,4	14,3	13,2	17,3	5,6

Сонячна радіація – це основне джерело енергії та теплоти для земної поверхні. Радіація, що досягає поверхні землі буває розсіяною та прямою. Пряма сонячна радіація – це та, яка надходить до земної поверхні у вигляді пучка паралельних променів, що виходять безпосередньо від Сонця. Розсіяна сонячна радіація – та, що розсіялась в атмосфері і надходить на земну поверхню з усього неба. У похмурі дні вона є єдиним джерелом енергії. Сумарна сонячна радіація- це сукупність прямої та розсіяної, що надходить на земну поверхню.

Радіаційний баланс – різниця між надходженням і витратою сонячної радіації. Бровари мають позитивний річний баланс, що становить 1,43-1,60 МДж/м², проте протягом року він змінюється у широкому діапазоні: від мінусових значень у січні-лютому (-0,03 МДж/м²) до 0,28-0,30 МДж/м² у червні-липні.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вологість повітря можна оцінити величиною парціального тиску водяної пари, відносною вологістю повітря та дефіцитом насичення (нестачею насичення повітря водяною парою). Середньорічна вологість повітря становить 77% [1].

Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Абсолютно максимальна температура зовнішнього повітря $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для розрахунку системи опалення $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Розрахункова температура зовнішнього повітря в теплий період року для розрахунку системи вентиляції $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Середня температура опалювального періоду становить $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

Тривалість опалювального періоду 176 діб [1].

Розрахункова географічна широта міста Бровари 50° .

Глибина промерзання ґрунту:

- середня 0,76 м;
- максимальна 1,3 м.

Кількість опадів за рік 649 мм.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 3
ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК
ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

На сьогоднішній день доцільне використання енергетичних ресурсів посідає важливу роль в сучасному будівництві. Правильний вибір будівельних матеріалів дозволяє значно скоротити витрати енергоресурсів та продовжити довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будинків та споруд.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2] мінімальні вимоги до теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій та енергетичних характеристик будівлі або її окремих частин, які визначаються на основі економічно обґрунтованих рівнів енергоефективності з урахуванням життєвого циклу будівлі за умови забезпечення побутових потреб людини та оптимальних кліматичних умов для проживання чи перебування людини в приміщенні будівлі.

Головною метою теплотехнічного розрахунку є вибір таких будівельних матеріалів для огороджувальних конструкцій, щоб вони задовольняли нормативні вимоги.

У загальному випадку огороджувальна конструкція складається з несучого шару (зазвичай матеріал шару є щільним, з високою теплопровідністю і низькою проникністю водяної пари та повітря), теплоізоляційного (пористого, з низькою теплопровідністю і добре пропускає водяну пару і повітря).

Теплофізичні характеристики огороджувальних конструкцій в певній мірі залежать від умов їхньої експлуатації. Ці умови характеризуються параметрами зовнішнього та внутрішнього повітря.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2] для зовнішніх огороджувальних конструкцій є обов'язковими такі умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}, \quad (3.1)$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої або світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Wt$;

$R_{q min}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частинки огорожувальної конструкції, або мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, $m^2 \cdot K/Wt$.

$$\Delta T_{пр} \leq \Delta T_{cr}, \quad (3.2)$$

де $\Delta T_{пр}$ - за санітарно-гігієнічними вимогами допустима величина різниці між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;

ΔT_{cr} – фактична різниця між температурами внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$.

$$T_{в\ min} > T_{мін}, \quad (3.3)$$

де $T_{в\ min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах де наявні теплопровідні включення в огорожувальній конструкції, $^{\circ}C$;

$T_{мін}$ – дозволене мінімальне значення температури внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції з розрахункових значень температури внутрішнього і зовнішнього повітря, $^{\circ}C$.

Вибір та використання матеріалу в огорожувальних конструкціях залежить від вологісного режиму приміщення (таблиця 3.1) та характеризується умовами А і Б (таблиця 3.2).

Вологісний режим приміщення

Таблиця 3.1

Вологісний режим	Вологість внутрішнього повітря $\phi_v, \%$, за температури $\theta_{int}, ^{\circ}C$		
		$\theta_{int} \leq 12^{\circ}C$	$12 \leq \theta_{int} \leq 24^{\circ}C$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1

Сухий	$\phi_B < 60$	$\phi_B < 50$	$\phi_B < 40$
Нормальний	$60 \leq \phi_B \leq 75$	$50 \leq \phi_B \leq 60$	$40 \leq \phi_B \leq 50$
Вологий	$75 < \phi_B$	$60 \leq \phi_B \leq 75$	$50 \leq \phi_B \leq 60$
Мокрий	-	$75 < \phi_B$	$60 < \phi_B$

Вологісні умови експлуатацію матеріалу в конструкціях

Таблиця 3.2

Вологісний режим приміщень (за табл.3.1)	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б

Для житлової будівлі розрахункові параметри внутрішнього середовища згідно з ДБН Б.2.6-31:2021 [2], табл. Б 2.:

$t_{вн}$ – внутрішня температура в приміщенні, $t_{вн} = 20$ °С;

$\phi_{вн}$ – вологість повітря в приміщенні, $\phi_{вн} = 55$ %;

Теплотехнічний розрахунок та підбір огорожувальних конструкцій заснований на розрахункових значеннях температури θ_{int} та вологості ϕ_B внутрішнього повітря в приміщенні будівлі та температури зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункова формула для фактичного опору теплопередачі:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (3.4)$$

де α_B – коефіцієнт віддачі тепла від внутрішньої поверхні конструкції, Вт/м²·К, визнається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Отже для стін коефіцієнт становить: $\alpha_B = 8,7$ Вт/ м²·К;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

δ_1 – товщина шару, з якого складається конструкція, м;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, з якого виконується шар конструкції і залежить від розрахункових умов експлуатації, Вт/ м·К;

α_3 – це коефіцієнт віддачі тепла зовнішньої поверхні конструкції, визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Для стін коефіцієнт $\alpha_3 = 23$ Вт/ м²·К; для горищного перекриття $\alpha_3 = 12$ Вт/ м²·К; для підвального перекриття $\alpha_3 = 6$ Вт/ м²·К.

3.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів

Конструкція зовнішньої стіни

Зовнішня стіна складається з штукатурки, цегляної кладки, пароізоляції (обмазки бітумом), утеплювача, шару вітрозахисного ізолю, повітряного прошарку та опоряджувального шару. Схема зовнішньої стіни зображена на рис.3.1.

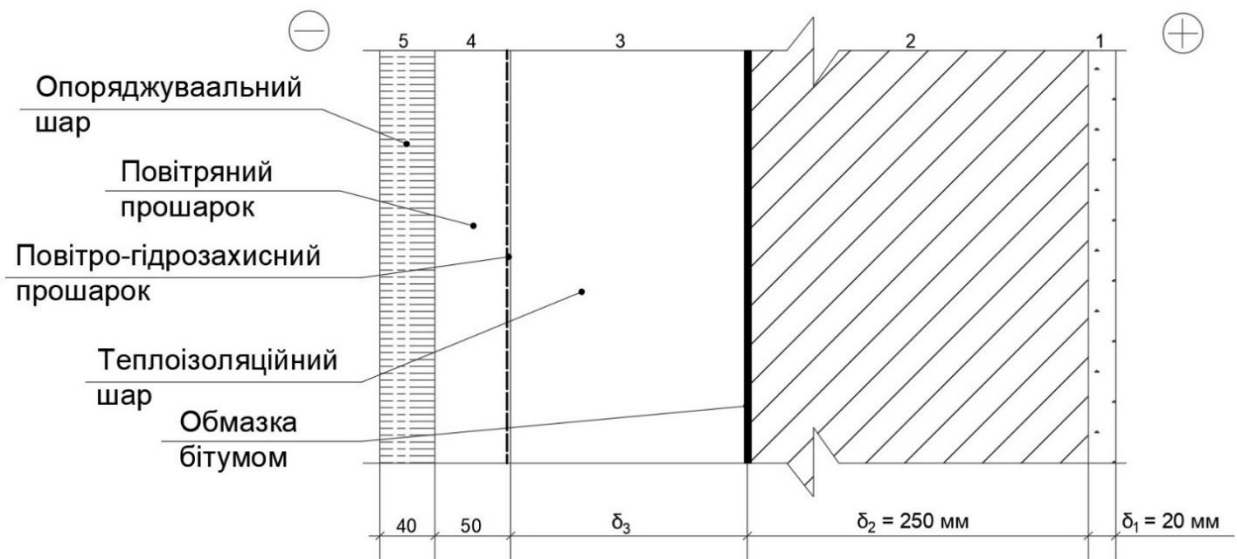


Рис.3.1 Схема зовнішньої стіни

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q \min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорій огорожувальній конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в I температурній зоні, становить:

$$R_{q \min} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів, з яких складається конструкція зовнішньої стіни наведено в таблиці 3.3.

Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів зовнішньої стіни

Таблиця 3.3

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ , кг/м ³	Товщина шару, δ , м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·К	Термічний опір шару, $R=\delta/\lambda$, м ² ·К/Вт
1	Штукатурка Розчин з піску, вапна та цементу	1700	0,02	0,87	0,023
2	Кладка цегляна з повнотілої цегли - керамічної звичайної на цементно- перлітовому розчині	1600	0,25	0,7	0,357
3	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	75	0,17	0,047	3,62

Розрахунок теплопередачі виконується для шарів, які розташовані від внутрішньої конструкції до повітряного прошарку, так як він є вентиляваним.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_3 = (R_{\Sigma} - (\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_3 = 4 - (\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,357 + \frac{1}{23}) \cdot 0,047 = 0,163 \text{ м};$$

Приймаємо товщину утеплюючого шару $\delta_3 = 0,17$ м, за якої опір теплопередачі буде відповідати нормативним вимогам.

Так як конструкція є термічно однорідною, тому опір теплопередачі конструкції R_{Σ} вираховується за формулою (3.4):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,25}{0,70} + \frac{0,17}{0,047} + \frac{1}{23} = 4,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 4,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{cr}}$

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{вн}}} = \frac{20 - (-22)}{4,16 \cdot 8,7} = 1,16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – зовнішня температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$.

$\Delta T_{\text{пр}} = 1,16 \text{ }^{\circ}\text{C} < \Delta T_{\text{cr}} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – умова виконується.

Конструкція горищного перекриття

Горищне перекриття складається з таких шарів: плити залізобетонної, пароізоляції (плівка ПВХ), утеплювач (екструдований пінополістирол), шар цементно-піщаного розчину, 2 шари руберойду. Схема горищного перекриття зображена на рисунку 3.2.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

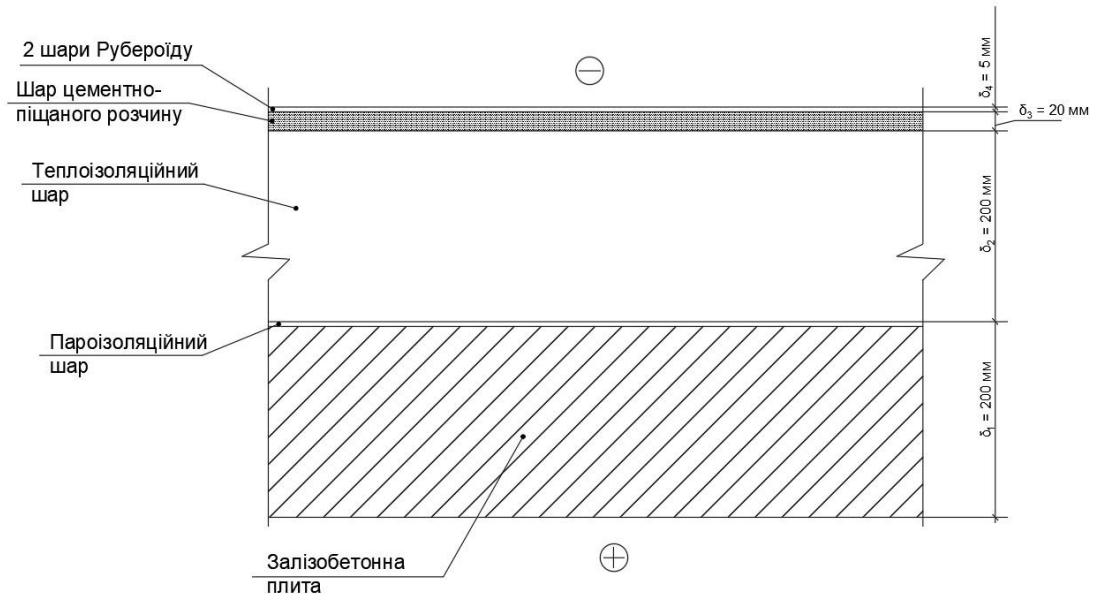


Рис. 3.2 Схема горіщного перекриття

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q \min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі неprozорої огорожувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в I температурній зоні, становить: $R_{q \min} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горіщного перекриття наведені в таблиці 3.4.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горіщного перекриття

Таблиця 3.4

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Товщина шару, δ , м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ , $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$	Термічний опір шару, $R = \delta/\lambda$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
1	Залізобетонна плита	2500	0,2	2,04	0,098
2	Утеплювач – вироби з екструдованого пінополістиролу	30	0,2	0,036	5,56

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3	Розчин цементно-піщаний	1800	0,02	0,93	0,022
4	Руберойд (2 шари)	1000	0,0025	0,17	0,015

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_2 = (R_{\Sigma} - (\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_3 = (6 - (\frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + 0,015 + \frac{1}{6})) \cdot 0,036 = 0,201 \text{ м;}$$

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,2 \text{ м;}$

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + 0,015 + \frac{0,2}{0,036} + \frac{1}{6} = 6,01 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 6,01 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{cr}}$

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{вн}}} = \frac{20 - (-22)}{6,01 \cdot 8,7} = 1,16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$;

t_3 – зовнішня температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$.

$\Delta T_{\text{пр}} = 0,803 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta T_{\text{cr}} = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$ – умова виконується.

Конструкція перекриття над підвалом

Конструкція перекриття над підвалом складається з залізобетонної плити, пароізоляції (два шари руберойду на бітумній мастиці), утеплювача з мінеральної вати на основі базальтового волокна, стяжки цементно-піщаної, керамічної плитки. Схема конструкції перекриття над підвалом наведена на рис.3. 3.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

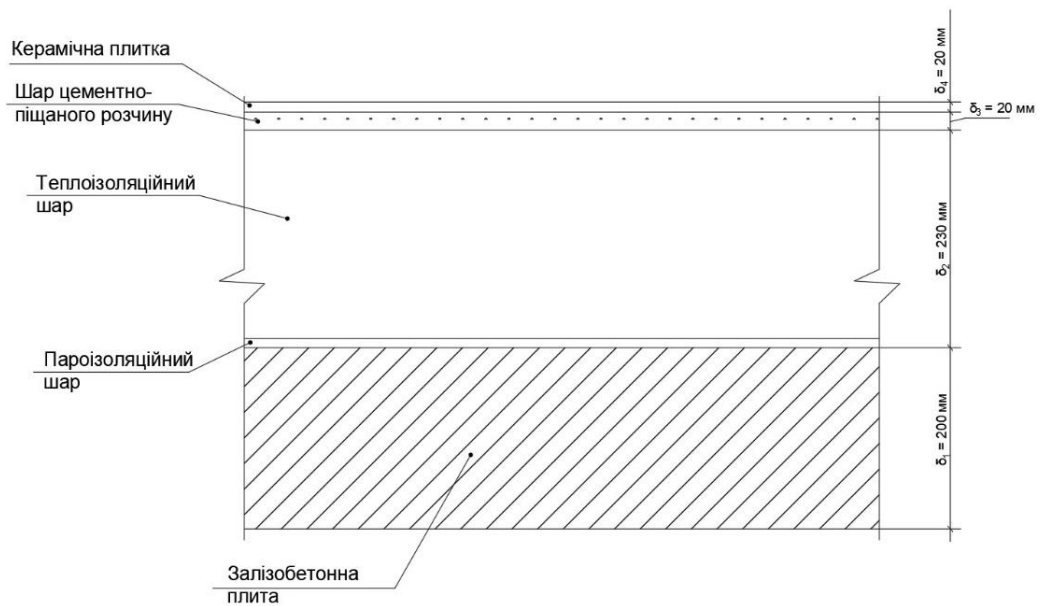


Рис. 3.3 Схема конструкції перекриття над підвалом

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q \min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в I температурній зоні, становить:

$$R_{q \min} = 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів зовнішньої стіни наведено в таблиці 3.5.

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів перекриття над підвалом

Таблиця 3.5

№ шару	Назва матеріалу шару	Густина, ρ , кг/м ³	Товщин а шару, δ , м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·К	Термічний опір шару, $R = \delta / \lambda$, м ² ·К/Вт
1	Залізобетонна плита	2500	0,2	2,04	0,098

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.5

2	Утеплювач - вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	75	0,23	0,047	4,89
3	Розчин цементно- піщаний	1800	0,02	0,93	0,022
4	Плитка керамічна	2000	0,02	1,1	0,0182

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_2 = (R_{\Sigma} - (\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3})) \cdot \lambda_3 = (5 - (\frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + \frac{1}{17})) \cdot 0,047 = 0,225 \text{ м};$$

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,23 \text{ м}$;

$$\text{Термічний опір утеплювача дорівнює: } R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,23}{0,047} = 4,89 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + 4,89 + \frac{1}{17} = 5,18 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\Sigma} = 5,18 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q \text{ min}} = 5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta T_{\text{cr}}$

$$\Delta T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{вн}}} = \frac{20 - (-22)}{5,18 \cdot 8,7} = 0,932 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$;

t_3 – зовнішня температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$.

$\Delta T_{\text{пр}} = 0,932 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta T_{\text{cr}} = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ – умова виконується.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розрахунок тепловтрат будівлі

Тепловий режим будівлі в загальному випадку залежить від теплового балансу. Тобто, кількість тепла, що надходить в будівлю має дорівнювати втратам тепла з приміщення за умови нормованої температури внутрішнього повітря.

Кількість тепла, що споживається будівлею і кількість тепла, що втрачається нею залежить від теплотехнічних якостей огорожувальної конструкції, а також від температури зовнішнього повітря.

До умов нормованої температури внутрішнього повітря належать:

- 1) Трансмійні втрати тепла приміщенням, що опалюються через зовнішні огорожувальні конструкції, які мають контакт з зовнішнім повітрям;
- 2) Трансмійні втрати тепла приміщеннями, що опалюються через неопалювальні приміщення;
- 3) Трансмійні втрати тепла приміщеннями, що опалюються до приміщень, які мають нижчу розрахункову температуру;
- 4) Трансмійні втрати тепла приміщеннями, які опалюються через конструкцію підлоги та ґрунт;
- 5) Вентиляційні втрати тепла на нагрівання інфільтраційного повітря в приміщеннях, що опалюються.
- 6) Теплову потужність, що компенсується в опалювальних приміщеннях будівлі при періодичному режимі роботи системи опалення;
- 7) Витрату теплоти, яка потрібна на нагрівання матеріалів і виробів, обладнання та транспорту;
- 8) Теплоти, що надходить в приміщення регулярно від електричних приладів, приладів освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислення розрахункових втрат тепла приміщенням за рахунок теплопередачі через огорожувальні конструкції виконується за формулою:

$$\Phi_{T,i} = (N_{T,ie} + N_{T,uie} + N_{T,ig} + N_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{Вт}, \quad (3.5)$$

де $N_{T,ie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$N_{T,uie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла приміщення, що опалюється, через неопалювальне приміщення назовні, Вт/°С;

$N_{T,ig}$ – коефіцієнт трансмісійних втрат тепла через огорожувальні конструкції відбувається через підлогу та ґрунт Вт/°С;

$\theta_{int,i}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщення, визначається за ДБН В.2.5-67:2013 [4], (дод.А, табл.А1);

θ_e – температура зовнішнього повітря, °С, обирається для конкретного міста за ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010 [2].

Коефіцієнт втрат тепла N_j – це відношення величини втрат тепла Φ_i до різниці внутрішньої та зовнішньої температури повітря;

Коефіцієнт трансмісійних втрат тепла приміщення до зовнішнього повітря.

Обчислення коефіцієнту трансмісійних втрат тепла приміщенням до зовнішнього повітря відбувається за формулою:

$$N_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{Вт/°С}, \quad (3.6)$$

де A_k – площа передачі тепла к-ї огорожувальної конструкції, м²;

U_k – коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через к-ту огорожувальну конструкцію будівлі до зовнішнього середовища, Вт/(м²·К);

ψ_l – лінійний коефіцієнт передачі тепла l-го елементу лінійного теплового мосту в огорожувальній конструкції, Вт/(м²·К);

l_l – довжина лінійного теплового мосту, який є в огорожувальній конструкції, м;

e_l, e_k – поправочні коефіцієнти, для додаткових втрат тепла, що враховують здатність випромінення поверхні огороження, де береться до уваги вплив

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікрокліматичних умов, тип матеріалів ізоляції, їх вологість, швидкість вітру і температуру зовнішнього повітря.

Площа теплопередачі к-тої огорожувальної конструкції приміщення вираховується за їх розмірами, які визначається, як і довжина лінійних теплових мостів l , за будівельними кресленнями.

Обчислення коефіцієнта трансмісійних втрат тепла приміщення через огорожувальні конструкції, які мають контакт з ґрунтом, виконується за формулою:

$$N_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (3.7)$$

де $f_{g1} = 1,45$ – поправочний коефіцієнт, який враховує коливання температури ґрунту за рік;

G_w – коефіцієнт корегування, що враховує вплив ґрунтових вод (при рівні ґрунтових вод нижче ніж плити перекриття підлоги $h_{г.в.} > 1,0$ м $G_w = 1,0$, при $h_{г.в.} < 1,0$ м $G_w = 1,15$);

f_{g2} - поправочний коефіцієнт можливого зниження температури зовнішнього повітря, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря і вираховується за формулою:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (3.8)$$

де $\theta_{m,e}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період за рік, $^\circ\text{C}$, згідно з ДСТУ Н.Б В.1.1-27:2010 [2].

Коефіцієнт трансмісійних втрат тепла (надходжень тепла), що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря, вираховується за формулою:

$$N_{T,ig} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (3.9)$$

де f_{ij} – коефіцієнт, який враховує різницю температур у сусідніх приміщеннях, що опалюються.

Обчислення трансмісійних втрат тепла приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього середовища.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{T,uie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \quad (3.10)$$

де b_u – коефіцієнт кореляції, який враховує різницю розрахункових температур неопалювального приміщення та зовнішнього середовища, визначається згідно з ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження» [5].

Вентиляційні втрати тепла

Обчислення втрат тепла для нагрівання вентиляційного повітря в приміщенні, що опалюється $\Phi_{v,i}$, виконується за формулою:

$$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (3.11)$$

де $H_{v,i}$ – коефіцієнт для вентиляційних втрат тепла в приміщенні, Вт/°C;

Розрахункове значення характеристики для втрат тепла в опалювальному приміщенні на нагріві зовнішнього вентиляційного повітря, що потрапляє до нього за рахунок вентиляції (інфільтрації, провітрювання тощо), обчислюється за формулою:

$$H_{v,i} = V_i^c \cdot \rho \cdot c_p, \text{ Вт/}^\circ\text{C} \quad (3.12)$$

де ρ – густина повітря при температурі в приміщенні, яке обирається для розрахунку, кг/м³;

c_p – питома теплоємність повітря, яка обирається за розрахунковою температурою в приміщенні, Дж/(кг·°C);

V_i^c – об'ємна втрата тепла, яка надходить до приміщення, яке опалюється, м³/год. Вона визначається в залежності від наявності або відсутності механічної вентиляції.

За відсутності організованої подачі повітря, об'ємна витрата обраховується за формулою:

$$V_i^c = \max(V_{inf\ i}, V_{min\ i}), \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.13)$$

Баланс тепловтрат приміщеннями першого та типового поверху наведений в додатку А.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4.1 Конструктивні рішення з урахуванням архітектурно-планувальних особливостей будівлі

З урахуванням архітектурно-планувальних особливостей та призначення будівлі на підставі нормативних документів [2,3,4] було ухвалено рішення запроєктувати двотрубну систему опалення, з нижньою розводкою, з тупиковим рухом теплоносія і з поквартирним відгалуженням.

Опалення вбудованих комерційних приміщень 1-го поверху передбачається самостійною системою, на якій в приміщенні ІТП встановлюється прибор комерційного обліку витрати теплоти.

Система опалення вбудованих комерційних приміщень прийнята двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів. Теплоносієм для системи опалення житлових та вбудованих приміщень є гаряча вода.

Система опалення житлової частини будинку поділена на 2 зони:

- Опалення І зони, з 2 поверху до 9 поверху;
- Опалення ІІ зони, з 10 по 22 поверх.

Джерелом теплопостачання багатоквартирних житлових будівель є окремо розташована котельня з параметрами теплоносія 90-70 °С.

Теплопостачання систем опалення житлового будинку здійснюється від тепловпункту, який розміщений в підвалі.

В будинках може бути використане горизонтальне та вертикальне розведення трубопроводів для системи опалення. Також, є декілька видів розведення трубопроводів:

- однотрубна система опалення - від котла всі радіатори підключаються до головної труби трубками. З одного боку підключається гаряча вода, з іншого – холодна.

Нагрівання відбувається за рахунок циркуляції води у системі. Через різницю тиску в трубах, вода починає рухатись знизу – вгору, від радіатора до радіатора. Спочатку нагрівається перший радіатор, потім другий і т.д

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- двотрубна система опалення – при двотрубному способі розведення трубопроводів гаряча вода йде однією трубою, а холодна – іншою.

- променева система опалення – при променевому способі розведення радіатори підключається до котла через розподільник. Розподільник дозволяє регулювати температуру кожної батареї окремо. Але такий вид монтажу є досить складним, трудомістким та витратним.

У нашому випадку запроектована горизонтальна двотрубна система опалення з нижньою розводкою. Вона демонструє чудові технічні, естетичні та експлуатаційні характеристики, тому зараз частіше використовується у проектуванні системи опалення.

Переваги та недоліки горизонтального розведення трубопроводів системи опалення.

Горизонтальне розведення трубопроводів має безліч переваг.

- 1) У такій схемі дуже просто стежити за витратою тепла завдяки автоматичному дистанційному керуванню;
- 2) На будь-якому відрізку контуру можна окремо налаштувати температуру, залежно від конкретних потреб, зумовлених приміщенням;
- 3) Є наявна можливість прихованого прокладання трубопроводів;
- 4) Така система прокладання трубопроводів є досить надійною і можемо пропрацювати кілька десятків років.

Також, є декілька недоліків.

- 1) Іноді виникає потреба ручного налаштування системи;
- 2) При механічному пошкодженні системи виникають серйозні проблеми.

За техніко-економічними показниками горизонтальна двотрубна система опалення є досить вигідною.

- за допомогою встановлених радіаторних термостатів в двотрубній системі досягається найбільший ефект енергозбереження (до 25% в порівнянні з нерегульованими системами);

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- у кожному опалювальному приладі перепад температури води є постійним, при температурному перепаді 90-70 °С забезпечується високий температурний напір та тепловий потік від опалювальних приладів;
- має незначні втрати тиску;
- така система опалення має спрощену схему гідравлічного розрахунку та теплотехнічного розрахунку опалювальних приладів;
- при проведенні ремонтних, експлуатаційних чи регламентних робіт можливе відключення приладових віток;
- естетичний зовнішній вигляд при прокладанні приладових віток у заливних підлогах;
- є можливість регулювання кількості тепла, що надходить до приміщення. Також, є можливість регулювання при відсутності використання приміщення за допомогою термостатичних клапанів.

4.2 Розрахунок системи опалення

Розрахунок системи опалення I зони

I зона системи опалення складається з 2 поверху по 9 поверх включно.

Розрахункові тепловтрати будинку : $Q_{оп1} = 150288$ Вт.

Річне споживання системою опалення будинку, розраховується за формулою:

$$W = \frac{3,6 \cdot Q_{оп1} \cdot 24 \cdot Z_{о.с.} \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c}{(t_{вн} - t_{зовн5})}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}, \quad (4.1)$$

де $Q_{оп1}$ – розрахункова теплова потужність, Вт;

$Z_{о.с.}$ – кількість діб опалювального сезону, $Z_{о.с.} = 176$ діб [2];

$t_{вн}$ – внутрішня розрахункова температура в приміщенні, $t_{вн} = 20^\circ\text{C}$ [4];

$t_{зовн5}$ – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки,

$t_{зовн5} = -22^\circ\text{C}$ [2];

a – у житлових приміщеннях теплову потужність систем опалення не зменшують, тому $a=1$ [6];

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

b – коефіцієнт, що враховується, коли використовується 75 % опалювальних приладів, $b=0,9$ [6];

Розраховуємо розрахункове річне споживання системою опалення будинку, за формулою 4.1:

$$W = 200300 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Питоме річне теплоспоживання системою опалення, розраховується за формулою:

$$w = \frac{W}{A_{з.п.}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2, \quad (4.2)$$

Отже, питоме річне теплоспоживання системою опалення становить:

$$w = \frac{200300}{4688} = 42,73 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2$$

Згідно з ДБН В.2.6 -31:2021 [2] (таб.8.1, 8.2) максимально допустиме значення питомих втрат тепла для опалення будинку в опалювальний період, яке залежить від призначення будівлі, її поверховості та кліматологічної зони становить $E_{\max} = 73 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2$.

Отже, $w = 42,73 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2 < E_{\max} = 73 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2$ – умова виконується.

Витрата теплоносія в системі опалення розраховується за формулою:

$$G_{с.о} = \frac{0,86 \cdot Q_{оп1}}{(t_r - t_o)}, \text{ кг/год}, \quad (4.3)$$

Отже, витрата теплоносія за формулою 4.3 становить:

$$G_{с.о} = \frac{0,86 \cdot 150288}{(90 - 70)} = 6462 \text{ кг/год}$$

Розрахунок системи опалення II зони, першого поверху та сходової клітини виконується аналогічно до розрахунку системи опалення I зони.

Отримані значення занесені до таблиці 4.1.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

	Розрахункова теплова потужність $Q_{оп}$, Вт	Річне споживання системою опалення, W, кВт · год/рік	Питоме річне споживання системою опалення, w, кВт · год/рік · м ²	Витрата теплоносія в системі опалення, G, кг/год	Максимально допустиме значення питомих втрат тепла для опалення будинку в опалювальний період, E _{max} , кВт · год/рік · м ²
I зона	150288	200300	42,73	6464	73
II зона	231543	308594	40,51	9182	
Перший поверх	17490	23310	39,78	752	

Гідравлічний розрахунок для вітки однієї квартири наведено в додатку Б. Для решти віток розрахунок проводиться аналогічно.

4.3 Вибір та розташування опалювальних приладів

Для обраної системи опалення прийнято рішення застосувати сталеві радіатори ROMSTAL типів: 22vk-300 довжиною l=1,2 м; 1,0 м; 0,9 м; 0,8 м; 0,6 м та 0,5 м; та 22vk-500 довжиною l=0,6 м.

Радіатор панельного типу застосовується для системи опалювання житлових і комерційних будівель. Циркуляція води через панель досягається за рахунок стільникової системи, яка збільшує ефективність радіатора.

Поверхня нагріву складається з панелей і ребер, розподілених по всій висоті панелей. Панелі радіаторів представляють собою два профільовані сталеві листи з високоякісної холоднокатної сталі, зварені суцільним швом.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зверху і знизу конструкції зроблені вентиляційні отвори для забезпечення конвекції. У такого пристрою близько 50% переданої в

приміщенні енергії припадає на теплове випромінювання бічною поверхнею і близько 50% припадає на конвекцію. Прохолодне повітря забирається знизу і виходить через верхні отвори вже підігрітим.

Тип 22, перша цифра вказує кількість панелей, а друга – кількість конвекторів. Тобто, тип 22 – дворядний радіатор з двома конвективними ребреннями, закритий кожухом: (2 – дві панелі; 2 – два конвектори).



Рис. 4.1. Зовнішній вигляд сталевого радіатора ROMSTAL 22vk

Сталеві панельні радіатори розраховані на експлуатацію при робочому тиску в 10 бар і максимальній температурі 120 °С. Монтаж даних опалювальних приладів не дуже складний. Є можливість обрати радіатор панельного типу з підключенням як збоку, так і знизу. Панелі самого радіатора можуть бути з'єднані послідовно або паралельно.

4.4 Запірна та регульована арматура

Запірна-регулююча арматура є обов'язковим елементом для проектування та прокладання системи опалення. Вона дозволяє автоматично регулювати систему опалення та у випадку аварії чи технічного

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговування відключати деякі її окремі частини.

Правильно обрана та змонтована запірна або регулююча арматура є основою ефективного та безперебійного функціонування інженерних систем, для яких подається теплоносій.

До цієї арматури належать: засувки, кульові крани, вентильний кран, поворотно-дискові затвори, компенсатори та інші.

У комплект арматури до квартири входить: теплолічильник квартирний M-Cal, кран кульовий, кран кульовий для встановлення термоперетворювача пору, кран кульовий (спускник), автоматичний балансувальний клапан. У даному випадку використовується автоматичні регулятори перепаду тиску прямої дії ASV-PV. Їх використання вирішує технічну проблему, пов'язану з коливанням тиску. Система ASV складається з двох частин: регулятора перепаду тиску серії ASV-PV, який монтується на зворотному трубопроводі, і клапана партнера серії ASV-M, який монтується на подавальному трубопроводі.

Регулювання внутрішньої температури в житлових і нежитлових приміщеннях здійснюється вмонтованими термостатичними вентилями, які встановлюються у кожному приборі, і автоматичними балансувальними клапанами на розподільчих колекторах. Термостати попередньо налагоджуються на відповідний розрахунку діапазон. На радіаторах в приміщеннях сходової клітини термостати встановлюються без голівок.

Видалення повітря із магістральних трубопроводів систем опалення передбачається за допомогою автоматичних повітропроводників Ø15 мм, що встановлюються в найвищих точках систем на повітрозбірниках. На радіаторах встановлюються крани Маєвського.

Злив води із систем передбачається в найнижчих точках, через спускні крани.

Регулювання теплової потужності по опаленню здійснюється регуляторами температури фірми «Danfoss» з керуванням від щитів автоматизації.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Для стабільної та довговічної роботи системи опалення необхідно правильно витрати якісний матеріал трубопроводів. Не існує універсальних труб, які в однаково добре функціонували в різних системах.

Для того щоб обрати кращі труби для системи опалення, тобто найбільш оптимальні та підходящі в конкретних умовах, необхідно прийняти до уваги рід факторів: температура та тиск в системі; тип прокладання трубопроводів (зовнішній або прихований); загальна площа опалювального житла; умови функціонування трубопроводу (наявність або відсутність неопалювальних ділянок).

Трубопроводи ІТП монтуються зі сталевих електрозварних труб за ДСТУ 8943:2019 [7] та зі сталевих водогазопровідних труб за ДСТУ 8936:2019 [8]. Трубопроводи холодного та гарячого водопостачання виконуються зі сталевих електрозварних емальованих труб за ДСТУ 8943:2019 [7] та зі сталевих оцинкованих водогазопровідних труб за ДСТУ 8943:2019 [7]. Дренажні трубопроводи прийняті зі сталевих оцинкованих водогазопровідних труб за ДСТУ 8943:2019 [7].

Поверхові трубопроводи систем опалення житлових та нежитлових приміщень монтуються із поліетиленових труб РЕХ-с з антидифузійним захистом, що прокладаються в підготовці підлоги прихованим методом. Експлуатація систем опалення може бути тільки після затвердіння бетону над трубами системи, що прокладаються у підготовці підлоги (21-28 діб). Початкова температура води не повинна перевищувати 20 °С.

Вертикальні магістральні стояки квартир прокладаються в закритих шафах в коридорах. У цих же шафах розміщуються і дренажні стояки для зливу системи опалення. Для кожної квартири передбачається встановлення лічильника тепла і запірної арматури.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подавальні і зворотні магістралі та стояки систем опалення ізолюються спіненим каучуком та мінеральною ватою.

Трубопроводи прокладаються з ухилом 0,002 в бік спускних пристроїв.

4.6 Вибір джерела теплової енергії

Джерелом теплопостачання багатоквартирних житлових будинків є окремо розташована котельня. Теплоносієм для системи опалення є гаряча вода з параметрами теплоносія 90-70 °С.

Теплопостачання систем опалення житлового будинку здійснюється від тепловпункту, що розміщується в підвалі.

ІТП оснащується автоматичними пристроями, які підтримують задану температурним графіком температуру в зворотному трубопроводі.

У даному випадку використовується залежний індивідуальний тепловий пункт. У цій схемі передбачається передача води в контур безпосередньо з регуляцією температури завдяки змішуванню із зворотною водою.

Переваги залежного типу обладнання: менша вартість; простота налагодження і запуску модуля; стабільний тиску всередині трубопроводу; наявність функцій автоматичного програмного керування режимами роботи; при наявності ходового клапану можна подавати всередину системи теплоносії з температурою, що дорівнює аналогічному показнику теплоносія.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 5

**СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ**

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5.1 Основні поняття про систему вентиляції та кондиціонування повітря

Вентиляція та кондиціонування повітря – це два важливі аспекти для забезпечення комфортних умов в будь-якому приміщенні. Вони забезпечують оптимальну температуру та якість повітря в приміщенні.

Вентиляція – це процес обміну повітрям в приміщенні. Головна мета – забезпечення постійної подачі повітря.

Основними функціями системи вентиляції є: подача свіжого повітря до приміщення; видалення забрудненого повітря; регулювання температури в приміщенні; зменшення вологості в приміщенні; забезпечення оптимальних та комфортних умов.

Кондиціонування повітря використовують для створення комфортних температурних умов в приміщенні. Основною метою кондиціонування є підтримка однакової температури та вологості в приміщенні відповідно до вимоги користувача.

До основних функцій кондиціонування повітря належать: охолодження повітря в приміщенні; обігрів повітря в приміщенні (який дозволяє підтримувати оптимальну температуру в приміщенні взимку); фільтрація повітря (очищення повітря від забруднення та алергенів); створення комфортних умов для користувачів.

Відмінності між вентиляцією та кондиціонуванням повітря.

Головною метою вентиляції є підтримка якості повітря в приміщенні та видалення забруднених речовин з нього. А кондиціонування спрямоване на створення комфортних умов.

Можна зробити висновок, що вентиляція та кондиціонування відіграють важливу роль в забезпеченні комфорту та здоров'я в будь-якому приміщенні.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Вихідні дані для розрахунку системи вентиляції та кондиціонування повітря

Призначення та основні характеристики будівлі.

Місто проектування об'єкту будівництва – м. Бровари;

Географічна широта – 50° пн. ш.;

Барометричний тиск становить: 999 гПа;

Призначення будівлі – офісні приміщення;

Висота основного приміщення – 5,0 м;

Площа основного приміщення становить – 26,9 м²;

Кількість робочих місць – 20 чол.;

Об'єм приміщення – 134,5 м³.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції та охолодження приймаємо згідно з ДСТУ Н.Б. В.1.1-27:2010 [1].

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції, наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Період	Температура, t_{ext} , °C	Ентальпія, I_{ext} , кДж/кг	Вологовміст, d_{ext} , г/кг	Відносна вологість, ϕ , %	Швидкість вітру, V, м/с
ТП	23	55,6	13,15	69	2,1
ХП	-22	-20,5	0,65	83	2,8

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції та охолодження, наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Період	Температура, $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Ентальпія, $I_{ext}, \text{кДж/кг}$	Вологовміст, $d_{ext}, \text{г/кг}$	Відносна вологість, $\varphi, \%$	Швидкість вітру, $V, \text{м/с}$
ТП	28	66	15,80	69	2,1
ХП	-22	-20,7	0,57	83	2,8

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Параметри внутрішнього повітря в приміщенні приймаємо згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4], і вносимо до таблиці 5.3.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Таблиця 5.3

Період року	Температура, $t_{wz}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість, $\varphi, \%$	Швидкість повітря, $V_{wz},$ м/с	Допустима концентрація CO_2 в приміщенні $\Delta\text{C ppm}$
ТП	26	25-60	0,2	500
ХП	22		0,1	

5.3 Розрахунок теплонадходжень в приміщення

Джерелами надходження тепла в приміщення є: люди, які знаходяться в приміщенні; сонячна радіація (через вікна та стелю); технологічне обладнання; освітлення.

Розрізняють два види теплоти: явна та прихована. Явна – це та теплота, яка надходить до приміщення шляхом конвекції та випромінювання. Повна

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплота – надходить у вигляді водяної пари при видиханні людиною повітря; при випаровуванні з поверхні тіла або інших зволжених поверхонь.

Надходження теплоти від людей

Обчислення явної теплоти, що надходить від людей виконується за формулою:

$$Q_h = \sum q_h \cdot n, \text{ Вт}, \quad (5.1)$$

де q_h – питома виділення явної теплоти, яка надходить від однієї людини, і залежить від температури в приміщенні та важкості роботи, Вт/люд.;

Для теплого періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{\text{ТП}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питома виділення явної теплоти становить $q_h^{\text{ТП}} = 60 \text{ Вт/люд}$, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

Для холодного періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{\text{ТП}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питома виділення явної теплоти становить $q_h^{\text{ТП}} = 83 \text{ Вт/люд}$ згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 20 осіб;

Підставивши значення у формулу (5.1), отримаємо такі значення:

Для теплого періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_h^{\text{ТП}} = 60 \cdot 20 = 1200 \text{ Вт};$$

Для холодного періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_h^{\text{ХП}} = 83 \cdot 20 = 1660 \text{ Вт}$$

Обчислення повної кількості теплоти, що надходить від людей виконується за формулою:

$$Q_{hf} = \sum q_{hf} \cdot n, \text{ Вт}, \quad (5.2)$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де q_{hf} – питоме виділення повної теплоти, яка надходить від однієї людини, і залежить від температури в приміщенні та важкості роботи, Вт/люд.;

Для теплого періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{ТП} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $q_h^{ТП} = 145 \text{ Вт/люд}$, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

Для холодного періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{ТП} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $q_h^{ТП} = 149 \text{ Вт/люд}$ згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 20 осіб;

Підставивши значення у формулу (5.2), отримаємо такі значення:

Для теплого періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_{hf}^{ТП} = 145 \cdot 20 = 2900 \text{ Вт};$$

Для холодного періоду року явна теплота, що надходить від людей становить:

$$Q_{hf}^{ХП} = 149 \cdot 20 = 2980 \text{ Вт}$$

Надходження теплоти від сонячної радіації

Теплота, що надходить від сонячної радіації, визначається як сума теплоти, що надходить через вікна та перекриття. Так як будинок є багатоповерховим, то теплоту, яка надходить через перекриття не враховуємо.

Формула для знаходження надходжень сонячної радіацією:

$$Q_{c.p.} = (q_{вік}^{c.p.} \cdot A_{вік.}) + (q_{пер.}^{c.p.} \cdot A_{пер.}), \text{ Вт}, \quad (5.3)$$

де $q_{вік}^{c.p.}$ – питомі надходження теплоти через вікна, приймається згідно з [9], ,

$$q_{вік}^{c.p.} = 199 \text{ Вт/м}^2;$$

$A_{вік}$ – сумарна площа вікон. Приміщення має два вікна, тому сумарна площа вікон становить: $A_{вік} = 12,84 \text{ м}^2$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши всі значення у формулу (5.3), отримаємо:

$$Q_{с.р.} = (199 \cdot 12,84) = 2555 \text{ Вт}$$

Надходження тепла від освітлювальних приладів

За рахунок трансформації електричної енергії в теплову, відбувається надходження теплоти від освітлювальних приладів.

Надходження теплоти від освітлювальних приладів залежить від часу доби, умов експлуатації приміщення, а також наявності прорізів природнього освітлення – вікон.

В якості освітлювальних приладів обираємо люмінесцентні лампи.

Обчислення теплонадходжень виконується за формулою:

$$Q_{осв.} = A \cdot E \cdot q_{ос.} \cdot \eta_{ос.}, \text{ Вт}, \quad (5.4)$$

де A – площа підлоги, $A=26,9 \text{ м}^2$;

E - освітленість Лк, залежить від типу приміщення, приймається згідно з [9] і становить $E=300 \text{ Лк}$.

$q_{ос.}$ – питомі виділення теплоти, згідно з [9] на 1 Лк освітленості, $q_{ос.}=0,05 \text{ Вт/м}^2$;

$\eta_{ос.}$ – коефіцієнт світла, яке перетворюється в теплоту, згідно з [9] становить $\eta_{ос.} = 0,55$

Підставивши значення в формулу (5.4), отримуємо:

$$Q_{осв.} = 26,9 \cdot 300 \cdot 0,05 \cdot 0,55 = 222 \text{ Вт}$$

Надходження тепла від офісного обладнання

Основним обладнанням офісних приміщень є персональні комп'ютери, принтери, проектори у конференц-залах, тощо. 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 30% від споживаної потужності.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним обладнанням в офісі є типовий ПК та монітор, в середньому номінальна електрична потужність складає 65-250 Вт та 20-80 Вт.

Надходження тепла від електричного обладнання становить

$$Q_{\text{обл.}} = 1380 \text{ Вт}$$

Всі розрахунки наведено в зведеній таблиці теплонадходжень, таблиця 5.4.

Зведена таблиця теплонадходжень

Таблиця 5.4

Приміщення	Джерела теплоти	Теплонадходження в періоді року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		явні	повні	явні	повні
Кабінет для нарад	Сонячна радіація	2555	2555	-	-
	Освітлення	222	222	222	222
	Люди	1200	2900	1660	2980
	Обладнання	1380	1380	1380	1380
Всього	-	5357	7057	3262	4582

5.4 Надходження шкідливостей в приміщення

Надходження вологи від людей

Водяна пара, що надходить в приміщення від людей, залежить від виконуваної роботи та температури в приміщенні, і обчислюється за формулою:

$$M_{\text{в}} = \sum (m_{\text{вл}} \cdot n), \text{ Вт/люд.}, \quad (5.5)$$

де $m_{\text{вл}}$ – питомі надходження вологи від однієї людини, приймається згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4].

Для теплого періоду року при температурі робочої зони $t_{\text{wz}}^{\text{ТП}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $m_{\text{вл}} = 122 \text{ Вт/люд.}$, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для холодного періоду року при температурі робочої зони $t_{wz}^{ТП} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ та при легкій роботі, питоме виділення явної теплоти становить $m_{вЛ} = 913 \text{ Вт/люд}$ згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4];

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 20 осіб;

Підставивши у формулу (5.5), отримуємо надходження водяної пари від людей у теплий і холодний період року.

$$M_{в}^{ТП} = 122 \cdot 20 = 2440 \text{ Вт/люд.};$$

$$M_{в}^{ХП} = 91 \cdot 20 = 1820 \text{ Вт/люд.}$$

Надходження вуглекислого газу в приміщенні

Під час активної діяльності людини в приміщенні склад повітря змінюється. Під час дихання людини виділяються газоподібні забруднювачі (сірководень, аміак, ацетон, вуглекислий газ та інші домішки) і це призводить до забруднення повітря.

Кількість вуглекислого газу, виділеного людиною, залежить від типу виконуваної роботи і обчислюється за формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n, \text{ г/год}, \quad (5.6)$$

де m_{CO_2} – це кількість вуглекислого газу, який виділяється однією людиною, г/год. Приймається згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4] і становить $m_{CO_2} = 60/\text{год}$.

n - кількість людей, які перебувають в приміщенні. Для цього випадку в приміщенні перебуває 20 осіб;

Підставивши значення в формулу (5.6), отримуємо:

$$M_{CO_2} = 60 \cdot 20 = 1200 \text{ г/год}$$

Всі отримані значення, занесено в таблиці 5.5.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5

Приміщення	Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу M_{CO_2} , г/год
Офіс – кабінет для нарад	Теплий	2440	1200
	Холодний	1820	

5.5 Тепловий баланс в приміщенні

У загальному вигляді тепловий баланс приміщення можна показати у такому вигляді:

$$\pm \Delta Q = \sum Q_{\text{надх}} + \sum Q_{\text{втр}},$$

де $\sum Q_{\text{надх}}$ – сумарні надходження теплоти в приміщення, Вт; $\sum Q_{\text{втр}}$ – сумарні втрати теплоти в приміщенні, Вт.

За результатами розрахунків складається тепловий баланс в приміщенні. Різниця теплонадходжень та тепловтрат, які наведені в розділі 2, додаток А, визначається теплонадлишками в приміщенні, які повинні бути компенсовані вениляційним повітрям.

Всі отримані значення наведені в таблиці 5.6.

Таблиця теплового балансу

Таблиця 5.7

Період року	Параметри	Надходження	Втрати	Надлишки	Теплонапруженість $Вт/м^3$
ТП	Явна теплота	5257	-	5257	39,09 (1,5)
	Повна теплота	7057	-	7057	

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ХП	Явна теплота	3262	1593	1669	24,25 (1)
	Повна теплота	4582	1593	2989	

Визначення градієнту температури в приміщенні

Градієнт температури – це підвищення температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони. Він залежить від теплонапруженості.

Теплонапруженість – це величина, яка залежить від надходження явної теплоти в приміщення та від об'єму самого приміщення.

Формула для визначення теплонапруженості:

$$Q_{\text{тр}} = \frac{\Delta Q_{\text{нпр}}}{V_{\text{пр}}}, \text{ Вт/м}^3, \quad (5.7)$$

де $V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення, $V_{\text{пр}} = 134,5 \text{ м}^3$;

$\Delta Q_{\text{нпр}}$ – явні надлишки теплоти в приміщенні, з таблиці 5.4.

Для теплого періоду року, за формулою (5.7) : $Q_{\text{тн}}^{\text{ТП}} = \frac{5257}{134,5} = 39,09 \text{ Вт/м}^3$;

Для холодного періоду року, за формулою (5.7) : $Q_{\text{тн}}^{\text{ТП}} = \frac{5257}{134,5} = 39,09 \text{ Вт/м}^3$;

Тоді градієнт температури становить:

При $Q_{\text{тн}}^{\text{ТП}} = 39,09 \Rightarrow \text{grad } t = 1,5 \text{ }^\circ\text{C/м}$;

При $Q_{\text{тн}}^{\text{ХП}} = 24,25 \Rightarrow \text{grad } t = 1 \text{ }^\circ\text{C/м}$

5.6 Розрахунок повітрообмінів в приміщенні

Побудова і розрахунок процесів оброблення повітря на i-d діаграмі для системи вентиляції

Вихідні дані:

Висота приміщення, $H=5 \text{ м}$;

Площа приміщення, $S = 26,9 \text{ м}^2$;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість людей, $n = 20$ люд.;

Параметри зовнішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, $t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість, $\phi_{\text{ext}}, \%$
Теплий	23	69
Холодний	-22	83

Параметри внутрішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, $t_{\text{wz}}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість, $\phi_{\text{ext}}, \%$	Рівень концентрації CO_2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	26	25-60	500
Холодний	22		

Надлишкова теплота в приміщенні з розділу 5.5

Період року	Параметри	Надлишки	Теплонапруженість $\text{Вт}/\text{м}^3$
Теплий	Явна теплота	5257	39,09 (1,5)
	Повна теплота	7057	
Холодний	Явна теплота	1669	24,25 (1)
	Повна теплота	2989	

Надходження інших шкідливостей в приміщення з розділу 5.4.

Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу $M_{\text{CO}_2}, \text{г}/\text{год}$
Теплий	2440	1200
Холодний	1820	

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплий період року

Для того щоб отримати точку ext, на I-d діаграму наносяться параметри зовнішнього повітря

Обчислення температури повітря, яке видаляється з приміщення. Для цього використовуємо градієнт температури $grad\ t$, °C/м.

$$t_l = t_{wz} + gradt \cdot (H - h_{wz}), °C, \quad (5.8)$$

де t_{wz} – температура повітря в робочій зоні, $t_{wz} = 26\text{ °C}$;

$gradt$ - зміна температури повітря по висоті приміщення, $gradt = 1,5\text{ °C/м}$;

H – висота приміщення, $H = 5\text{ м}$;

h_{wz} - висота робочої зони, приймаємо $h_{wz} = 1,5\text{ м}$ (всі люди сидять протягом практично всього часу перебування).

Підставивши значення у формулу (5.8), отримаємо:

$$t_l = 26 + 1,5 \cdot (5 - 1,5) = 31,25\text{ °C}$$

Кутовий коефіцієнт кута променю процесу в приміщенні, визначається за надлишковою теплотою та надходженням вологи в теплий період року, кДж/г:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{\Delta M_{вл}}, \text{кДж/г}, \quad (5.9)$$

Підставивши у формулу 5.9 потрібні значення, отримуємо:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 7057}{2440} = 10,41\text{ кДж/г}$$

Потім будується процес асиміляції надлишків теплоти та вологи у приміщенні.

Використовується графо-аналітичний метод.

Проводиться лінія кута променю процесу від початку координат на I-d діаграмі «0» до поділки вздовж периметра I-d діаграми, що відповідає отриманому значенню. Отримана лінія паралельно переноситься до точки ext. На перетині паралельно перенесеної лінії з ізотермами t_{wz} та t_l ставимо точки

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря зони обслуговування wz та витяжного повітря 1. Виписуються невідомі нам параметри повітря (I_{wz} , I_1 , d_{wz} , d_1 , φ_{wz} , φ_1). Отримані значення вносимо до таблиці 5.8.

Обчислення необхідних повітрообмінів

Розрахунок загальної мінімальної витрати зовнішнього повітря виконується за формулою:

$$L_{min} = 3,6 \cdot (n \cdot q_p + S \cdot q_b), \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.10)$$

де n – кількість людей в приміщенні, $n = 20$ люд.;

q_p – питома витрата повітря на одну людину, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4] $q_p = 4 \text{ дм}^3$;

S – площа приміщення, $S = 26,9 \text{ м}^2$;

q_b – питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень, згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [4] $q_b = 0,4 \text{ дм}^3$.

Підставивши значення у формулу (5.10), отримуємо:

$$L_{min} = 3,6 \cdot (20 \cdot 4 + 26,9 \cdot 0,4) = 327 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість повітря в кг/год становить:

$$G = G_{min} = L_{min} \cdot \rho = 327 \cdot 1,173 = 383,57 \text{ кг/год}$$

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173 \text{ кг/м}^3$

Повітрообмін необхідний для розбавлення вуглекислого газу до ГДК, $\text{м}^3/\text{год}$., вираховується за формулою:

$$L_{CO_2} = L_{wz} + \frac{M_{CO_2} - L_{wz} \cdot (q_{wz} - q_{in})}{(q_1 - q_{ext})}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.11)$$

де L_{wz} – витрата повітря, яке видаляється системами місцевих відсмоктувачів в зоні обслуговування або в робочій зоні приміщення, або на якісь технологічні потреби, у даному випадку приймаємо $L_{wz} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$.

M_{CO_2} – виділення вуглекислого газу в приміщенні,
 $M_{CO_2} = 1200 \text{ г/год} = 1200000 \text{ мг/год}$

$q_{ext} = q_{in}$ – концентрація вуглекислого газу зовнішнього повітря, так як місто Бровари є невеликим містом, то $q_{in} = 0,73 \text{ г/м}^3 = 730 \text{ мг/м}^3$;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$q_{wz} = q_l$ – концентрація вуглекислого газу витяжного повітря

$$q_{wz} = q_l = 500 \text{ppm} = 500 \cdot 1,83 = 915 \text{ мг/м}^3 = 730 + 915 = 1645 \text{ мг/м}^3$$

Підставивши потрібні значення в формулу 5.11, отримуємо:

$$L_{CO_2} = 0 + \frac{1200000 - 0 \cdot (1645 - 730)}{(1645 - 730)} = 1311 \text{ м}^3/\text{год}$$

Повітрообмін за надлишками вологи, розраховується за формулою:

$$L_W = L_{wz} + \frac{M_{\text{ТП}} - \rho \cdot L_{wz} \cdot (d_{wz} - d_{\text{ext}})}{\rho \cdot (d_l - d_{\text{ext}})}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.12)$$

де L_{wz} – витрата повітря, яке видаляється системами місцевих відсмоктувачів в зоні обслуговування або в робочій зоні приміщення, або на якісь технологічні потреби, у даному випадку приймаємо $L_{wz} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$;

$M_{\text{ТП}}$ – надлишки вологи, $M_{\text{ТП}} = 2440 \text{ г/год}$;

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173 \text{ кг/м}^3$

d_{wz} – вологовміст повітря зони обслуговування, $d_{wz} = 13,35 \text{ г/кг}$, визначено з I-d діаграми (додаток В);

d_{ext} – вологовміст зовнішнього повітря, $d_{\text{ext}} = 13,15 \text{ г/кг}$, визначено з I-d діаграми (додаток В);

d_l – вологовміст повітря, що видаляється, $d_l = 14 \text{ г/кг}$, визначено з I-d діаграми (додаток В);

Підставивши значення у формулу 5.12, отримуємо:

$$L_W = 0 + \frac{2440 - 1,173 \cdot 0 \cdot (13,35 - 13,15)}{1,173 \cdot (14 - 13,15)} = 2447 \text{ м}^3/\text{год}$$

Повітрообмін за надлишками повної теплоти, розраховується за формулою:

$$L_{hf} = L_{wz} + \frac{3,6 \cdot Q_{hf \text{ ТП}} - \rho \cdot L_{wz} \cdot (I_{wz} - I_{\text{ext}})}{\rho \cdot (I_l - I_{\text{ext}})}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.13)$$

де L_{wz} – витрата повітря, яке видаляється системами місцевих відсмоктувачів в зоні обслуговування або в робочій зоні приміщення, або на якісь технологічні потреби, у даному випадку приймаємо $L_{wz} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$Q_{hf\text{ тп}}$ – надлишки повної теплоти, $Q_{hf\text{ тп}} = 7057$ Вт

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173$ кг/м³

I_{wz} – ентальпія повітря зони обслуговування, $I_{wz} = 58$ кДж/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

I_{ext} – ентальпія зовнішнього повітря, $I_{ext} = 55,6$ кДж/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

I_l – ентальпія повітря, що видаляється, $I_l = 64,9$ кДж/кг визначено з I-d діаграми (додаток В);

Підставляємо знайдені значення у формулу (5.12):

$$L_{hf} = 0 + \frac{3,6 \cdot 7057 - 1,173 \cdot 0 \cdot (58 - 55,6)}{1,173 \cdot (64,9 - 55,6)} = 2329 \text{ м}^3/\text{год}$$

Виконуємо обов'язкову перевірку. Для цього розраховується нев'язка:

$$H = 100\% \cdot \frac{\max(L_{hf}, L_w) - \min(L_{hf}, L_w)}{\max(L_{hf}, L_w)}, \quad (5.14)$$

Підставивши у формулу (5.14), отримуємо нев'язку:

$$H = 100 \cdot \frac{2447 - 2329}{2447} = 4,8\% \leq 5\% - \text{умова виконується.}$$

Обираємо розрахунковий повітрообмін з усіх вище розрахованих:

$$L_{\max} = \max(L_{\min}, L_{CO_2}, L_{hf}, L_w) = L_{hf} = 2447 \text{ м}^3/\text{год}$$

Холодний період року

Загальна кількість вентиляційного повітря в холодний період приймається згідно з розрахунку для теплого періоду року.

$$L = \max(L_{\min}, L_{CO_2}, L_{hf}, L_w) = 2447 \text{ м}^3/\text{год}$$

А розрахункова витрата зовнішнього повітря обирається найбільша з розрахованих L_{\min} , L_{CO_2} :

У цьому випадку $L_{ext} = L_{CO_2} = 1311$ м³/год

Кількість рециркуляційного повітря, визначається за формулою:

$$L_p = L - L_{ext}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.15)$$

Підставляємо вище отримані значення у формулу (5.15) і отримуємо:

$$L_p = 2447 - 1311 = 1136 \text{ м}^3/\text{год}$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наносимо на I-d діаграму точку зовнішнього повітря t_{ext} .

Вологовміст повітря, що видаляється, розраховується за формулою:

$$d_l = d_{ext} + \frac{M_{\text{волхп}}}{\rho \cdot L_{ext}}, \text{ г/кг}, \quad (5.16)$$

де $M_{\text{волхп}}$ – надходження вологи в приміщення, $M_{\text{волхп}} = 1820$ г/год;

L_{ext} – розрахункова витрату зовнішнього повітря, $L_{ext} = 1311$ м³/год.;

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173$ кг/м³;

d_{ext} – вологовміст зовнішнього повітря, $d_{ext} = 0,65$ г/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

Підставивши значення у формулу (5.16), отримуємо:

$$d_l = 0,65 + \frac{1820}{1,173 \cdot 1311} = 1,85 \text{ г/кг}$$

Обчислення температури повітря, яке видаляється з приміщення, виконується за формулою (5.8). Для цього використовуємо градієнт температури $\text{grad } t$, °С/м.

$$t_1 = 22 + 0,8 \cdot (5 - 1,5) = 24,8^\circ\text{C}$$

Точка 1, знаходиться на перетині лінії вологовмісту та температури повітря, яке видаляється d_l і t_1 .

Кутовий коефіцієнт кута променя процесу, визначається за надлишковою температурою та надлишками вологи в холодний період року:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf\text{хп}}}{M_{\text{хп}}}, \text{ кДж/г}, \quad (5.17)$$

де $\Delta Q_{hf\text{хп}}$ – повні надлишки теплоти в приміщенні, $\Delta Q_{hf\text{хп}} = 2989$ Вт;

$M_{\text{хп}}$ – надходження вологи в приміщення, $M_{\text{хп}} = 1820$ г/год;

Підставивши значення, отримуємо:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 2989}{1820} = 5,9 \text{ кДж/г}$$

Вологовміст суміші розраховується за формулою:

$$d_c = \frac{L_{ext} \cdot d_{ext} + L_p \cdot d_l}{L}, \text{ г/кг}, \quad (5.18)$$

де L_{ext} – розрахункова витрату зовнішнього повітря, $L_{ext} = 1311$ м³/год.;

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d_{ext} – вологовміст зовнішнього повітря, $d_{ext} = 0,65$ г/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

L_p – кількість рециркуляційного повітря, $L_p = 1136$ м³/год.

d_l – вологовміст повітря, що видаляється, $d_l = 1,85$ г/кг, визначено з I-d діаграми (додаток В);

L – загальна кількість вентиляційного повітря, $L = 2447$ м³/год.

Підставивши значення у формулу (5.18), отримуємо:

$$d_c = \frac{1311 \cdot 0,65 + 1136 \cdot 1,85}{2447} = 0,9 \text{ г/кг}$$

На перетині лінії вологовмісту d_c з лінією ext-1 знаходимо точку суміші С з параметрами суміші t_c ; d_c ; I_c ; ϕ_c .

Параметри повітря у вентиляційному процесі наведені у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8

Період	Точка	Опис	Параметри повітря			
			t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	ϕ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	23	55,6	13,15	69
	wz	повітря робочої зони	26	58	13,35	61
	1	витяжне повітря	31,2	64,9	14	59
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-22	-20,5	0,65	83
	C	суміш	-3	-5	0,8	40
	in	припливне повітря	21,5	256	1,2	5
	wz	робоча зона	22	25,9	0,9	5
	1	витяжне повітря	24,8	29	1,68	9

I-d діаграма з процесами оброблення повітря для системи вентиляції наведена в додатку В.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудова і розрахунок процесів оброблення повітря на i-d діаграмі для системи вентиляції та охолодження

Вихідні дані:

Висота приміщення, $H=5$ м;

Площа приміщення, $S = 26,9$ м²;

Кількість людей, $n = 20$ люд.;

Параметри зовнішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, t_{ext} , °C	Відносна вологість, ϕ_{ext} , %
Теплий	28	45
Холодний	-22	83

Параметри внутрішнього повітря з розділу 5.2.

Період року	Температура, t_{wz} , °C	Відносна вологість, ϕ_{ext} , %	Рівень концентрації CO ₂ у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	26	25-60	500
Холодний	22		

Надлишкова теплота в приміщенні з розділу 5.5

Період року	Параметри	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м ³
Теплий	Явна теплота	5257	39,09 (1,5)
	Повна теплота	7057	
Холодний	Явна теплота	1669	24,25 (1)
	Повна теплота	2989	

Надходження інших шкідливостей в приміщення з розділу 5.4.

Період року	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу M_{CO_2} , г/год
Теплий	2440	1200
Холодний	1820	

Теплий період року

Загальна мінімальна витрата зовнішнього повітря L_{min} м³/год є такою самою як і в розрахунку для системи вентиляції, і становить:
 $L_{min} = 327$ м³/год.

Необхідний повітрообмін для розбавлення вуглекислого газу до ГДК, м³/год., також лишається таким самим як і в розрахунку для систем вентиляції, і дорівнює: $L_{CO_2} = 1311$ м³/год.

Параметри зовнішнього повітря визначаються за допомогою I-d діаграми. На перетині значень відповідних параметрів для зовнішнього повітря ставлять точку ext.

Температура повітря, яке видаляється з приміщення є такою самою як і в розрахунку системи вентиляції, і дорівнює: $t_l = 31,25$ °С.

Обчислення температури повітря, яке подається в приміщення після пластинчастого рекуператора, виконується за формулою:

$$t_{in} = t_{ext} + \varepsilon \cdot (t_l - t_{ext}), \text{°C}, \quad (5.19)$$

де t_{ext} - температура зовнішнього повітря, $t_{ext} = 28$ °С;

ε – коефіцієнт ефективності пластинчастого теплообмінника, $\varepsilon = 0,65$;

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення, $t_l = 31,25$ °С.

Підставивши значення у формулу (5.19), отримуємо:

$$t_{in} = 28 + 0,65 \cdot (31,25 - 28) = 30,11 \text{ °C}$$

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З точки ext зовнішнього повітря піднімаємося по $d=\text{const}$ і на перетині температури після теплообмінника в рекуператорі t_{in} знаходимо точку припливного повітря.

Визначаємо параметри повітря після довідника за параметрами холодоносія.

Гранична температура після довідника визначається за формулою:

$$t_f = t_{wo} + 1 \dots 1,5, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5.20)$$

де t_{wo} – температура холодоносія на виході з довідника, для водяних систем холодопостачання $t_{wo} = 12 \dots 14 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Підставивши значення у формулу (5.20), отримуємо:

$$t_f = 12 + 1 = 13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Теоретична відносна вологість повітря в повітроохолоджувачі не може бути 100%. Після виходу повітря і змішування, вона варіюється в межах 90-95%. На сьогоднішній день ефективність теплообмінників є досить висока, тому приймаємо $\phi_{wo} = 95 \%$. Решту параметрів визначаємо графоаналітичним методом на I-d діаграмі.

Обчислення витрати повітря через довідник, виконується за формулою:

$$L_f = \frac{L \cdot I_{in} + 3,6 \cdot \Delta Q_{hf_{тп}} - 2,5 \cdot d_{in} \cdot L - 2,5 \cdot M_{тп} - 1,005 \cdot L \cdot t_l - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot d_{in} \cdot t_l \cdot L - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot M_{тп} \cdot t_l}{(I_{in} - I_f - d_{in} + d_f) - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot (d_{in} + d_f) \cdot t_l} \quad (5.21)$$

де L – розрахунковий повітрообмін, $L = 1311 \text{ м}^3/\text{год}$;

$Q_{hf_{тп}}$ – надлишки повної теплоти, $Q_{hf_{тп}} = 7057 \text{ Вт}$

$M_{тп}$ – надлишки вологи, $M_{тп} = 2440 \text{ г/год}$

I_{in} – ентальпія припливного повітря, $I_{in} = 55,9 \text{ кДж/кг}$, визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

I_f – ентальпія повітря після довідника, $I_f = 35 \text{ кДж/кг}$, визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

d_{in} – вологовміст припливного повітря, $d_{in} = 10,6 \text{ г/кг}$ визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d_f – вологовміст повітря після довідника, $d_f = 9,2$ г/кг визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

t_1 - температура повітря, що видаляється з приміщення, $t_1 = 31,25$ °C

Підставивши значення у формулу (5.21), отримуємо:

$$L_f = \frac{1311 \cdot 55,9 + 3,6 \cdot 7057 - 2,5 \cdot 10,6 \cdot 1311 - 2,5 \cdot 2440 - 1,005 \cdot 1311 \cdot 31,25 - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 10,6 \cdot 31,25 \cdot 1311 - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 2440 \cdot 31,25}{(55,9 - 35 - 10,6 + 9,2) - 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot (10,6 + 9,2) \cdot 31,25}$$
$$= 857 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість повітря в кг/год становить:

$$G = G_{\min} = L_{\min} \cdot \rho = 857 \cdot 1,173 = 1005,26 \text{ кг/год}$$

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173$ кг/м³

Вологовміст повітря, яке видаляється, розраховується за формулою:

$$d_1 = d_{\text{in}} + \frac{M_{\text{ТП}} - \rho \cdot L_f \cdot (d_{\text{in}} - d_f)}{\rho \cdot L}, \text{ г/кг}, \quad (5.22)$$

де $M_{\text{ТП}}$ – надлишки вологи, $M_{\text{ТП}} = 2440$ г/год;

ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173$ кг/м³;

L – розрахунковий повітрообмін, $L = 1311$ м³/год;

L_f – витрата повітря через довідник, $L_f = 910$ м³/год.

d_{in} – вологовміст припливного повітря, $d_{\text{in}} = 10,6$ г/кг, визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

d_f – вологовміст повітря після довідника, $d_f = 9,2$ г/кг, визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г).

$$d_1 = 10,6 + \frac{2440 - 1,173 \cdot 857 \cdot (10,6 - 9,2)}{1,173 \cdot 1311} = 11,27 \text{ г/кг}$$

Кутовий промінь процесу асиміляції надлишків тепла, розраховується за формулою (5.9) і дорівнює: $\varepsilon_{\text{ТП}} = 10,41$ кДж/г.

Потім будується процес асиміляції тепло- та вологонадлишків у приміщенні. Проводяться лінія кута променя процесу від початку координат на діаграмі «0» до позначки вздовж периметру діаграми, яка відповідає розрахованому значенню. Отримана лінія паралельно переноситься до точки 1. На перетині паралельно перенесеної лінії з ізотермами t_{wz} ставлять точку

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря зони обслуговування wz. На перетині лінії in-f з кутом променя процесу ставлять точку повітряної суміші С.

Розрахунок холодопродуктивності довідника виконується за допомогою формули:

$$Q_x = \frac{\rho \cdot L_f \cdot (I_1 - I_f)}{3,6}, \text{ кВт}, \quad (5.23)$$

де ρ – густина повітря у приміщенні, $\rho = 1,173 \text{ кг/м}^3$

L_f – витрата повітря через довідник., $L_f = 857 \text{ м}^3/\text{год}$.

I_1 – ентальпія повітря, що видаляється, $I_1 = 58,3 \text{ кДж/кг}$, визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

I_f – ентальпія повітря після доводника, $I_f = 35 \text{ кДж/кг}$, визначено за допомогою I-d діаграми (додаток Г);

$$Q_x = \frac{1,173 \cdot 857 \cdot (58,3 - 35)}{3,6} = 6506 \text{ Вт} = 6,506 \text{ кВт}.$$

Параметри повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження наведені в таблиці 5.9.

Параметри повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження

Таблиця 5.9

Період	Точка	Опис	t,°C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	28	53,7	10,6	45
	in	припливне повітря центральної установки	30,1	55,9	10,6	39,7
	f	граничний стан повітря у доводнику	13	35	9,2	95
	C	суміш	19	42,6	9,8	70
	wz	робоча зона	26	51,8	10,5	50
	l	повітря, що видаляється	31,25	58,3	11,27	39

I-d діаграма з процесами оброблення повітря для системи вентиляції та охолодження наведена в додатку Г.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.7 Баланс повітря у будівлі

Основний принцип балансу повітря будівлі полягає в тому, що обсяг що надходить в будівлю, повинен відповідати обсягу, що виходить з нього.

Баланс повітря офісних приміщень наведений у таблиці 5.10.

Баланс повітря офісних приміщень

Таблиця 5.10

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення, V, м ³ /год	Приплив		Витяжка	
			к _p , год ⁻¹	L, м ³ /год	к _p , год ⁻¹	L, м ³ /год
101	Хол	84,3	1	85	1	85
102	Принт-приміщення	12	1	46	1	12
103	Коридор	63	2	126	-	-
104	Кабінет директора	26,5	5	133	5	133
105	Бухгалтерія	80	5	400	5	400
106	Кабінет для нарад	134,5	За розр.	1311	За розр.	1311
107	Кабінет працівників	117	5	585	5	585
108	Туалет	77,5	-	-	-	150
			Σ	2686	Σ	2686

Баланс повітря квіткового магазину, зоомагазину та магазину одягу наведений у таблиці 5.11.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баланс повітря квіткового магазину, зоомагазину та магазину одягу

Таблиця 5.11

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення, V, м ³ /год	Приплив		Витяжка	
			к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год
110	Магазин квітів (осн. приміщення)	135	2	385	2	270
111	Магазин квітів (тех. приміщення)	15,5	1,5	108	1,5	23
112	Туалет	77,5	-	-	-	150
113	Зоомагазин (осн. приміщення)	180	2	450	2	360
114	Зоомагазин (тех. приміщення)	72,5	1,5	205	1,5	109
115	Туалет	25	-	-	-	150
116	Магазин одягу (осн. приміщення)	262,5	4	1178	4	1050
117	Магазин одягу (тех. приміщення)	117	1,5	235	1,5	176
118	Туалет	77,5	-	-	-	150
			∑	2561	∑	2561

Баланс повітря аптеки, та салону краси наведений у таблиці 5.12.

Баланс повітря аптеки та салону краси

Таблиця 5.12

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення, V, м ³ /год	Приплив		Витяжка	
			к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год	к _р , год ⁻¹	L, м ³ /год
119	Аптека (осн. приміщення)	165	4	735	4	660
120	Аптека (тех. приміщення)	80	1,5	195	1,5	120

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5.12

121	Туалет	18,5	-	-	-	150
122	Салон краси (осн. приміщення)	245	5	1300	5	1225
123	Салон краси (тех. приміщення)	70	1,5	180	1,5	105
124	Туалет	20	-	-	-	150
			Σ	2410	Σ	2410

5.8 Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції

Метою аеродинамічного розрахунку є підбір розмірів поперечних перерізів ділянок вентиляційної мережі, визначення втрат тиску у повітропроводах, обладнанні систем та ув'язування окремих гілок мережі за втратами тиску.

Аеродинамічний розрахунок системи П1 та В1, наведений у додатку Д.

5.9 Підбір повітророзподільників

Повітророзподільні пристрої є важливою частиною систем вентиляції. Вони необхідні для організації коректної роботи обладнання, яке забезпечує повітрообмін в приміщенні. Повітророзподільники формують потоки повітряних мас і виконують функції забору і роздачі повітря всередині приміщення.

Для цієї системи вентиляції, враховуючи всі конструктивні особливості та розрахунки, обираю дифузор виробника TROX, типу DD-F.

Технічні характеристики дифузора DD-F.

Це стельовий дифузор круглої форми, який підходить для подачі припливного повітря або видалення витяжного повітря через стелю. Вони доступні з круглими або квадратними зовнішніми рамками. Повітророзподільник має дві конструкції, плоску (тип F) та конічну (тип K).

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У даному випадку обрано конструкції типу F.

Зовнішній вигляд та схематичне зображення дифузора DD-F, зображено на Рис.5.1, а габаритні розміри – Рис.5.2.

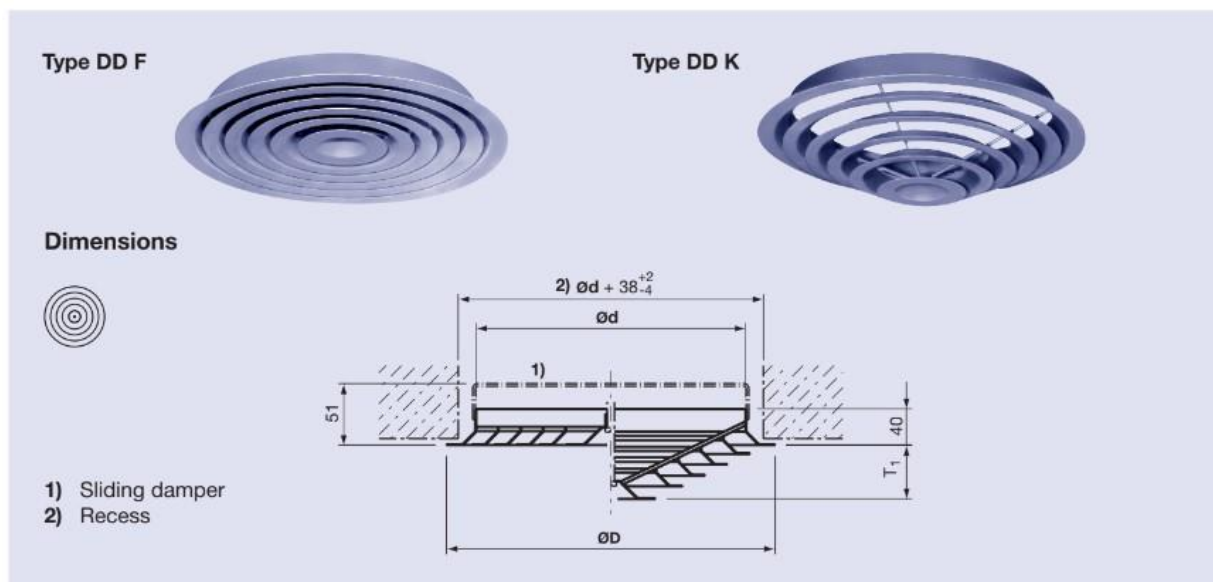


Рис. 5.1 Зовнішній вигляд та схематичне зображення дифузора DD-F


Type	ND	$\varnothing D$ [mm]	$\varnothing d$ (external) [mm]	T1 [mm]
 DD	150	216	152	24
	200	266	202	26
	250	316	252	48
	300	366	302	60
	400	466	402	84
	500	566	502	108

Рис. 5.2 Габаритні розміри дифузора DD-F

5.10 Підбір вентиляційного обладнання

Обладнання системи вентиляції

З урахуванням вище наведених розрахунків. Обираємо три припливно-втяжні установки AmberAir 3-KR MD50 + C S , виробника Salda.

SALDA AmberAir це модульна установка, яка призначена для індивідуальних та масштабних проектів з вентиляції. Установки AmberAir мають великий вибір блоків, які мають широкий діапазон компонентів для

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будь-яких потреб в проекті. Завдяки спеціальній конструкції, вони досить прості в монтажі. Модульна установка має високий рівень ізоляції корпусу, а також має клас енергоефективності (A+).



Рис. 5.3 Зовнішній вигляд припливно-витяжної установки AmberAir 3-KR MD50 + C S з пластинчатим теплообмінником

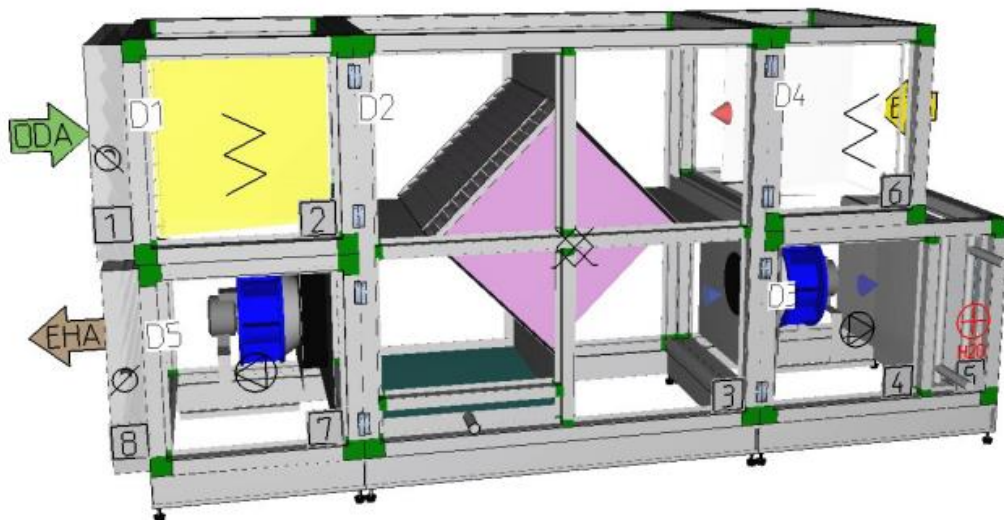


Рис. 5.4 Структурна схема припливно-витяжної установки AmberAir 3-KR MD50 + C S з пластинчатим теплообмінником

Установка складається з таких частин:

1. Заслінка;
2. Фільтр;

										Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Атестаційна випускна робота</i>					

3. Пластинчатий теплообмінник;
4. Вентилятор;
5. Водяний нагрівач;
6. Фільтр;
7. Заслінка.

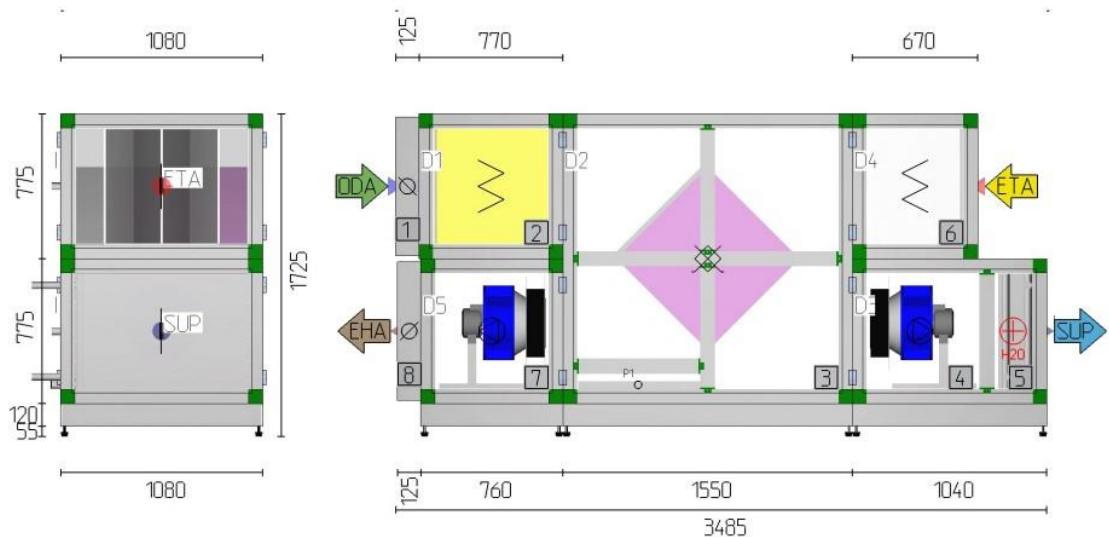


Рис. 5.5 Габаритні розміри припливно-витяжної установки

Витяжне обладнання для санвузлів

Для витягу повітря з санвузлів обираємо 6 вентиляторів виробника VENTS типу ВКГС 2Е 190, з витратою повітря до 640 м³/год.

ВКГ С 2Е 190 – це даховий відцентрований вентилятор з горизонтальним викиданням повітря. Корпус вентилятора виконаний з оцинкованої сталі. Пристрій складається з електродвигуна з зовнішнім ротором, який обладнаний робочим колесом з загнутими назад лопатками. КПД електродвигуна є досить високим і досягає 90%. Вентилятори встановлюються на даху, на рівну поверхню над вентиляційним каналом або шахтою. Для з'єднання вентилятора з круглими повітропроводами застосовуються: клапан ККВ, гнучка вставка ГВК та контрфланець ФКВ.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

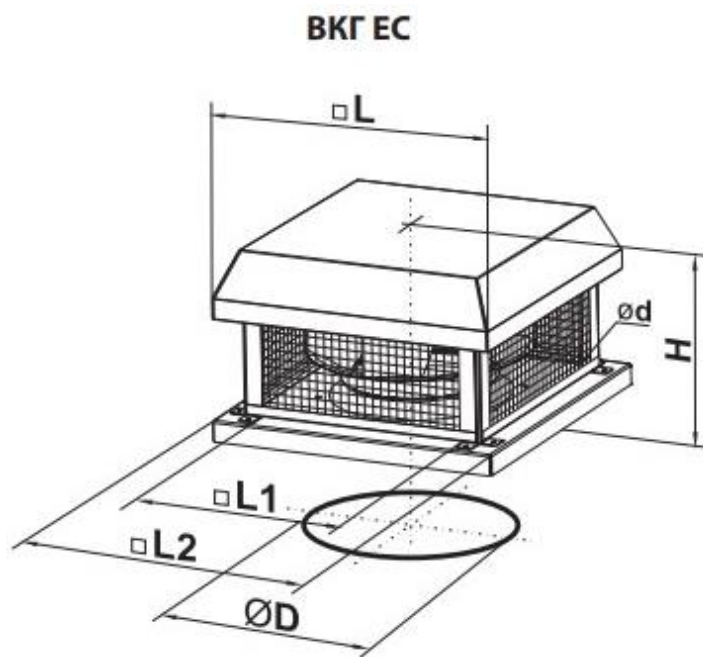


Рис. 5.6 Схематичне зображення дахового вентилятора ВКГ С 2Е 190

Габаритні розміри дахового вентилятора ВКГ С 2Е 190 наведені в таблиці 5.14.

Габаритні розміри дахового вентилятора

Таблиця 5.14

Тип	Розміри, мм						Маса, кг
	ØD	Ød	H	L	L1	L2	
ВКГ С 2Е 190	213	11	189	351	245	350	8

Обладнання для системи охолодження повітря

Враховуючи вище наведені розрахунки, для системи охолодження обираємо мультиспліт-систему виробника Cooper&Hunter.

Мультиспліт система складається з зовнішнього блоку CHML-U14RK2-NG та 2- внутрішніх блоків.

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 5.7 Зовнішній вигляд зовнішнього блоку CHML-U14RK2-NG

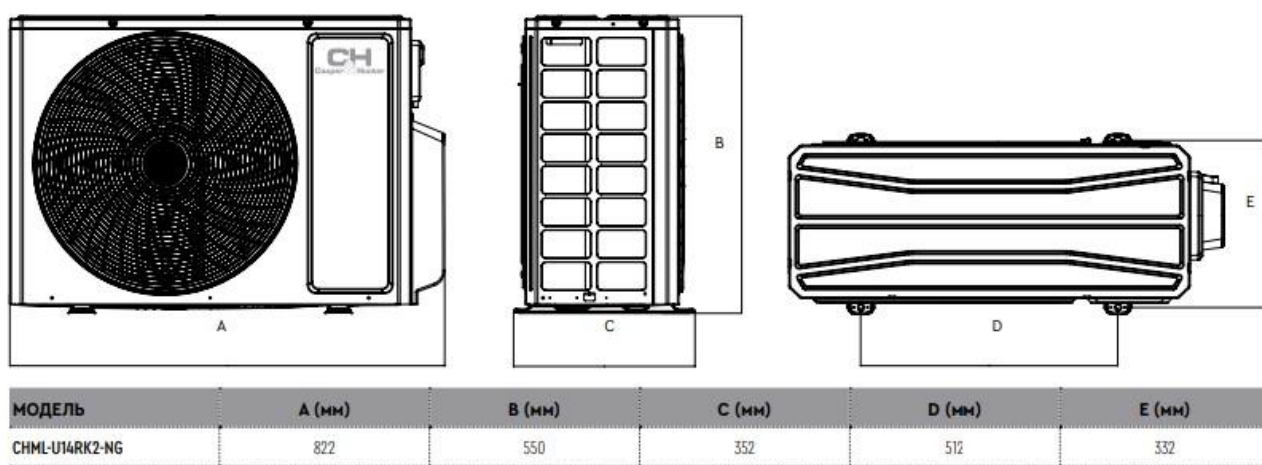


Рис. 5.8 Схематичне зображення та габаритні розміри зовнішнього блоку CHML-U14RK2-NG

Внутрішній блоки касетного типу, марка CHML-IC18RK2.

Касетний кондиціонер чудово підійде для високих стель, наприклад для офісів. Призначений для приміщень з площею до 35 м².

					<i>Атестаційна випускна робота</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 5.9 Зовнішній вигляд касетного внутрішнього блоку
CHML-IC18RK2

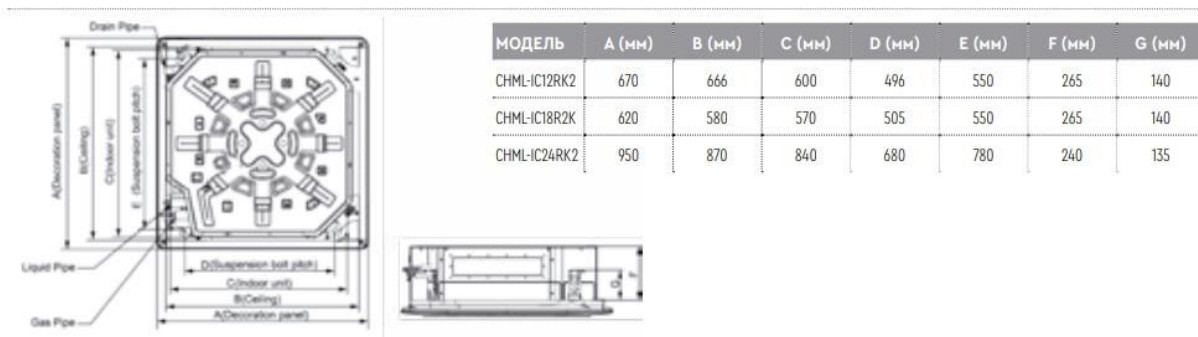


Рис. 5.10 Габаритні розміри касетного внутрішнього блоку
CHML-IC18RK2

РОЗДІЛ 6
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Студент / Турі Я.І. /
Консультант / Сенчук М.П. /

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.1 Технології монтажу систем вентиляції

6.1.1 Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем.

До початку робіт з монтажу повітропроводів та обладнання вивчають робочі і монтажні креслення вентиляційної системи. Потім перевіряється готовність об'єкта до початку монтажу.

Перед початком монтажу повинні бути виконані такі роботи:

- монтаж міжповерхових перекриттів, стін, перегородок;
- монтаж фундаментів, основ або майданчиків для встановлення вентиляційного обладнання;
- будівельні конструкції вентиляційних камер припливних систем;
- у місцях встановлення припливних вентиляційних камер, фільтрів повинні бути виконані гідроізоляційні роботи;
- підготовка в місцях встановлення вентиляторів на пружинних віброізоляторах, а також плаваючі основи для встановлення вентиляційного обладнання;
- для встановлення дахових вентиляторів, повинен бути виконаний монтаж опор;
- повинні бути підготовані отвори в стінах, перегородках, перекриттях;
- стіни, ніші, та перегородки повинні бути заштукатурені та заґрунтовані під облицювання;
- повинні бути підготовані монтажні отвори в стінах та перекриттях для подачі великогабаритного обладнання та повітропроводів;
- узгодженні заготівельні деталі в будівельних конструкціях для кріплення обладнання та повітропроводів згідно з робочою документацією;
- повинні бути заскленні вікна та ліхтарі;
- повинні бути забезпечені освітлені місця для виконання робіт;
- передбачена можливість підключення до електромереж електрифікованого інструменту і електрозварювальних приладів;
- місця для виконання робіт повинні бути очищені від будівельного сміття;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відмітки чистої підлоги +0,5 м мають бути нанесені незвимиваємою фарбою на стінах та колонах.

Готовність об'єкта до монтажних робіт фіксується актом приймання приміщення або захватки під монтаж.

Під час періоду підготовки до монтажу виконуються такі роботи:

1. На об'єкт доставляються необхідні інструменти, пристосування, механізми. Також, відбувається перевірка їхньої справності та стану;
2. Перевіряється якість отриманих деталей, повітропроводів, відбувається комплектація по системах.
3. Обладнують зварювальні пости, пости для підключення до електромережі механізмів і електрифікованого інструмента, ділянки для складування в місцях виконання робіт згідно з проекту виконання робіт ПВР.

6.1.2 Вимоги до виконання монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання

Монтаж повітропроводів

Монтаж повітропроводів відбувається переважно після закінчення основних будівельних робіт на об'єкті або захватці. Повітропроводи монтуються паралельно із встановленням вентиляційного обладнання.

Спосіб монтажу повітропроводів слід обирати в залежності від їх положення (горизонтальне, вертикальне); розміщення відносно конструкцій (біля стіни, колони, в шахті, на даху); і згідно з типом будівлі (одно- або багатоповерхове, промислове, адміністративне і т.д.).

Монтаж повітропроводів незалежно від їх конфігурації і місця розташування починають з розмітки і вибору місця прокладання, щоб виявити найбільш зручні шляхи транспортування і підйому повітропроводів в недоступні засоби кріплення. Потім встановлюються на проектних відмітках вантажопідйомні засоби, доставляють в робочу зону монтажу деталі повітропроводів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потім з окремих деталей збирають укрупнені блоки в залежності від комплектувальної відомості з установкою хомутів для зведення повітропроводів.

Перед початком монтажних робіт повітропроводи ділять на укрупнені вузли залежно від способу монтажу, маси деталей, вантажопідймальності механізмів і місцевих умов. Потім встановлюють послідовність монтажу цих вузлів. Розмічають місця встановлення кріплень і перевіряється наявність закладних деталей, що передбачені проектом.

Система повітропроводів – це збірна конструкція, яка складається з різних деталей: прямих ділянок, фасонних частин та обладнання. Для того щоб отримати єдину систему з окремих елементів, необхідні додаткові пристрої для їх поєднання.

Серед найбільш поширених способів з'єднання повітропроводів можна виділити:

- фланцеве з'єднання,
- рейкове з'єднання;
- зварне з'єднання;
- ніпельне з'єднання (за допомогою ніпеля, муфти).

Фланцеве з'єднання є найрозповсюдженішим. Фланець встановлюється на повітропроводі за допомогою зварювання, один з одним фланці з'єднуються за допомогою кріплення. Болти туго затягуються, а гайки розташовані однаково (всі з одного боку фланця). Є декілька способів кріплення фланців до повітропроводу: це може бути зварювання з відбортовкою, точкове зварювання або використання заклепок. Між сталевими фланцями розміщують ущільнюючі матеріали.

У рейковому з'єднанні використовується монтажна шина – це оцинкований профіль спеціальної форми, що нагадує букву L. Шинорейка спільно з спеціальним куточком використовується для з'єднання прямокутних повітропроводів і відповідних фасонних частин і приєднується до повітропроводу саморізами.

Шина надає додаткову жорсткість і забезпечує щільне з'єднання деталей системи вентиляції.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ніпельні з'єднання дозволяє виробляти монтаж круглих повітроводів максимально швидко. Є два варіанти ніпельного з'єднання: на ніпелі (це внутрішній ніпель, його діаметр трохи менший за діаметр повітропроводу, вставляється в середину повітропроводу або деталі вентиляційної системи;

на муфті (це зовнішній ніпель його діаметр трохи більший за діаметр повітропроводу, розташовується поверх повітропроводу, приєднувального патрубку фасонного елемента).Стики ніпеля і повітропроводу покривають стрічкою-герметиком, як правило, алюмінієвою.

Для кріплення горизонтальних повітроводів хомути, опори, підвіски кріпляться з кроком не більше 4 м. Такий крок є актуальним, якщо діаметр круглого повітропроводу або найбільша сторона прямокутного перерізу не перевищує 400 мм. Відстань кроку зменшується до 3 м, якщо зазначені розміри каналу перевищують 400 мм.

Вертикальне кріплення повітроводів до стін здійснюється через проміжок не більше ніж 4 м.

До стелі повітропровід кріпиться, якщо немає можливості кріпити до стіни. Для підвішування використовуються підвіски, шпильки і кронштейни.

Прилади регулювання до яких входять: клапани, заслінки, дросель-клапани та інші приєднуються до повітроводів на фланцях на відстані чотирьох діаметрів повітропроводу до найближчої фасонної частини. Управління приладами регулювання повинно бути виведено на висоту 1,2...1,5 м від рівня підлоги. Вони повинні легко відкриватися і закриватися. Ззовні на них встановлюють засоби для фіксації, а на повітропроводах – позначки положення регулюючих приладів.

Жалюзійні решітки встановлюють в повітрозбірні і повітророзподільні отвори, які спеціально залишені в будівельних конструкціях.

Монтаж вентиляційного обладнання

Монтаж вентиляційного обладнання проводять в залежності з типовими технологічними картами і у наступній послідовності:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перевіряють комплектацію поставки;
- Виконують передмонтажну ревізію;
- Доставляють до місця монтажу;
- Піднімають і встановлюють на фундамент майданчика чи кронштейни;
- Перевіряють правильність установки;
- Виправляють і закріплюють в проектне положення;
- Перевіряють роботу здатність;

Монтаж припливно-витяжних установок. Такі установки монтуються зазвичай на підлозі або закріплюються за допомогою кронштейнів та стелі або стіні.

Зазвичай припливно-витяжна установка приходить вже в зібраному вигляді. Секції і збірні елементи припливних-витяжних установок надходять в упакованому вигляді. Перед монтажем всі збірні одиниці розпаковують і оглядають з перевіркою плавності відкриття і закриття заслінок.

Для встановлення припливно-витяжної установки необхідно зробити в зовнішній стіні будівлі отвір необхідного розміру. Після цього установка вішається на стіну або монтується всередині отвору. З зовнішньої сторони встановлюють плоску решітку або припливний чи витяжний ковпак. Установку потрібно встановити так щоб, буд доступ до всіх її частин при необхідності ремонту та обслуговування

Радіальні вентилятори кріплять на бетонний фундамент за допомогою анкерних болтів, а при встановленні на жорстку основу вентилятор повинен щільно прилягати до звукоізоляційним прокладкам з листової резини. Якщо радіальні радіатори встановлюють на пружинних віброізоляторах, то останні кріплять на болти до рами вентилятора.

Осьові вентилятори монтують на фундаментах, металічних опорах-кронштейнах, в стінних отворах і повітропроводах.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Радіальні і осьові дахові вентилятори встановлюються на покрівлях промислових будівлях на залізобетонні і металеві основи, забезпечені анкерними болтами.

Після завершення монтажу вентилятори підключають до електромережі і перевіряють правильність їх встановлення під навантаженням, в тому числі на міцність кріплення вентилятора і електродвигуна до опор і на правильність балансування колеса вентилятора.

6.1.3 Монтажне креслення системи вентиляції

Монтажне креслення – це креслення, яке являє собою спрощене зображення системи, а також дані, які є необхідними для монтажу.

Монтажні креслення систем вентиляції розробляють на основі натурних замірів.

Монтажне креслення складається з: монтажною схемою та комплектувальною відомістю на деталі та фасонні елементи сим

Монтажна аксонометрична схема зображується у вигляді ескізу однією лінією без масштабу. Але повинні зберігатися пропорції величин окремих елементів, які зображуються відповідно до умовних позначень.

На монтажних схемах позначають: діаметри повітропроводів; деталі (муфти, повороти, дросель-клапани, гнучкі вставки, повітророзподільники, трійники та інші наявні елементи); відмітки; будівельні довжини; прилади чи обладнання; висотні відмітки.

Відомість про встановлену припливно-витяжну установку та дифузори

Припливно-витяжна установка фірми Salda серії AmberAir 4-KR MD50+ C S.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

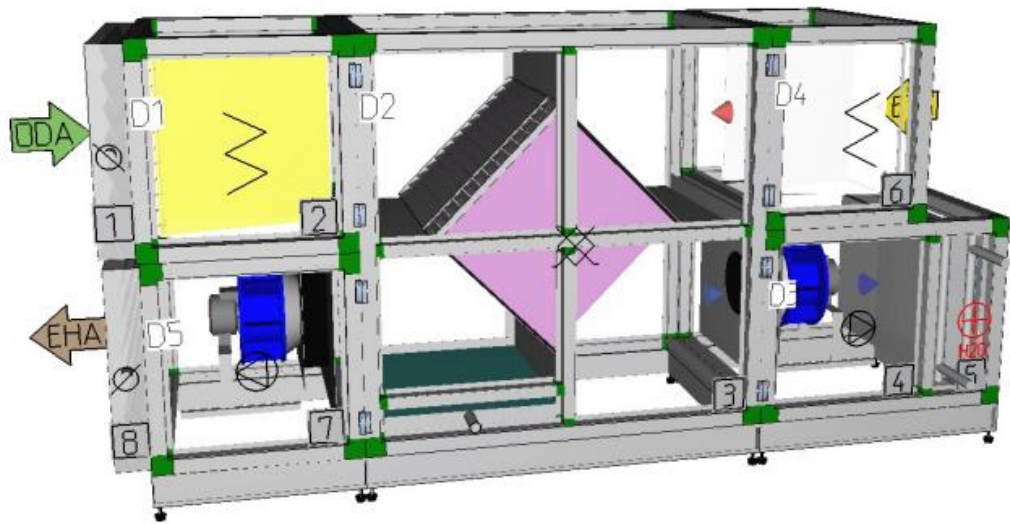


Рис.6.1 Структурна схема припливно-витяжної установки AmberAir 3-KR MD50 + C S з пластинчатим теплообмінником

Устанка складається з таких елементів:

- 1- Заслінка;
- 2- Фільтр;
- 3- Пластинчатий теплообмінник;
- 4- Вентилятор;
- 5- Водяний нагрівач;
- 6- Фільтр;
- 7- Заслінка.

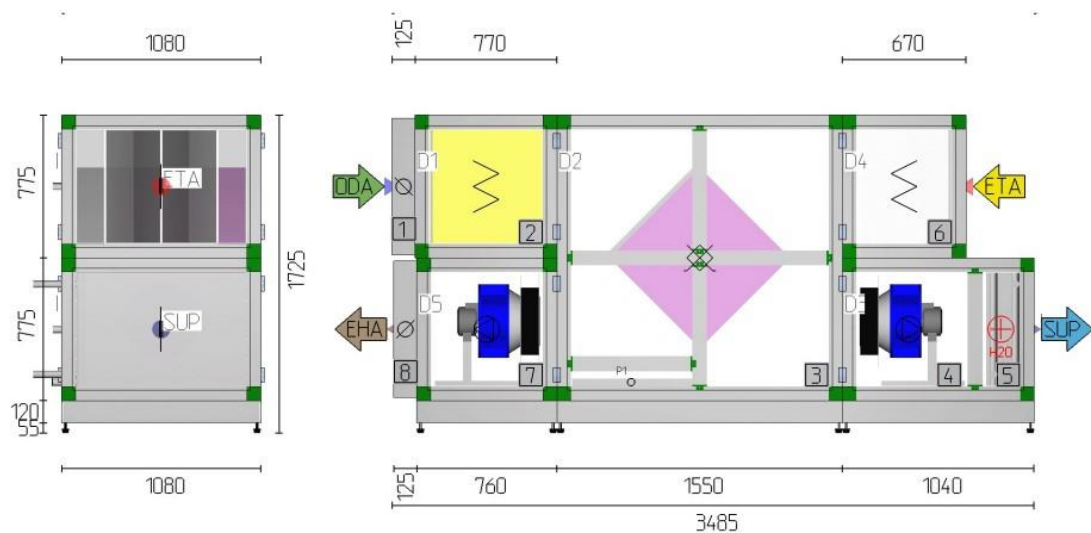


Рис. 6.2 Габаритні розміри припливно-витяжної установки AmberAir 3-KR MD50 + C S з пластинчатим теплообмінником

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дифузор типу DD-F фірми Trox.

Який підходить для подачі припливного повітря або видалення витяжного повітря через стелю. Вони доступні з круглими або квадратними зовнішніми рамками. Повітророзподільник має дві конструкції, плоску (тип F) та конічну (тип К). У даному випадку обрано конструкції типу F.

Повітророзподільник, виконаний з сталі і покритий порошковим покриттям. Кріпиться за допомогою центрального гвинта. Також, є можливість регулювання знизу за допомогою прихованого важеля.

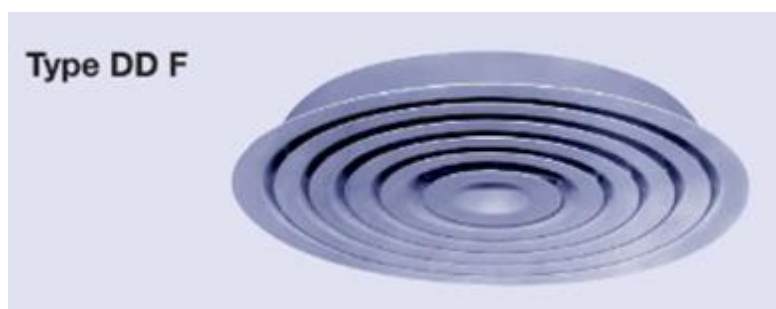


Рис. 6.3 Зовнішній вигляд дифузора DD-F

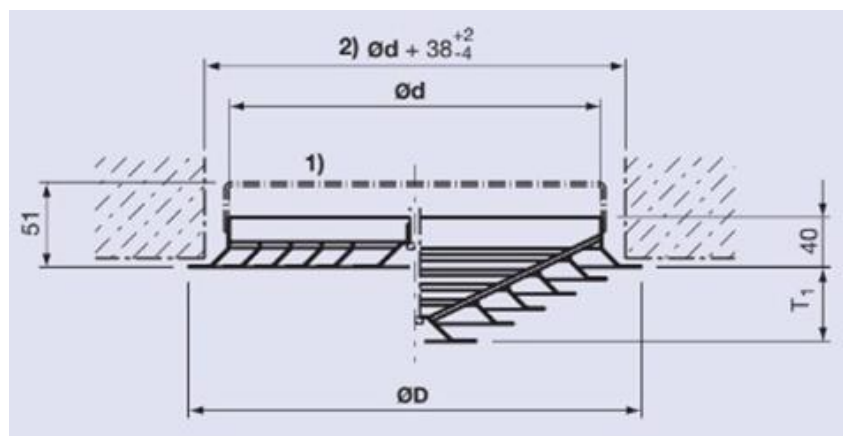


Рис. 6.4 Схема дифузора DD-F


Type	ND	ØD [mm]	Ød (external) [mm]	T1 [mm]
 DD	150	216	152	24
	200	266	202	26
	250	316	252	48
	300	366	302	60
	400	466	402	84
	500	566	502	108

Рис. 6.5 Розмірні характеристики дифузора DD-F

Комплектувальна відомість – це документ, що містить дані про деталі (діаметр, довжину, товщину, площу), їх кількість та матеріали.

Комплектувальна відомість на деталі та фасонні елементи та виосистеми П1 та В1, наведена в таблиці 6.1.1 Таблиця 6.1

Таблиця 6.1

№	Позначення	Найменування деталі	Розмір перетину, мм			Довжина, мм	Кількість	Центр. кут, гр.	Площа поверхні, м ²		Матеріал товщина, мм	Примітка
			круг D	прямокут a b					один	заг		
1		Дифузор DD-F	200	-	-	1000	9	90	0,030	0,27	0,7	Vents
2		Дросель-клапан	149	-	-	180	9	90	0,018	0,162	0,5	Vents
3		Перехід	110/150	-	-	164	2	90	0,112	0,224	0,5	Vents
3,1			150/200	-	-	199	2		0,129	0,258		
3,2			200/224	-	-	163	2		0,164	0,328		
3,3			224/355	-	-	320	2		0,304	0,608		
4		Муфта	110	-	-	140	9	90	0,0095	0,0855	0,5	Vents
4,1			110	-	-	140	2		0,0095	0,019		
4,2			150	-	-	140	2		0,018	0,036		
4,3			200	-	-	140	2		0,0314	0,0628		
4,4			224	-	-	140	2		0,0394	0,0788		
4,5			355	-	-	140	2		0,108	0,216		
5		Трійник	150	-	-	190	2	90	0,0072	0,0144	0,5	Vents
5,1			200	-	-	190	2		0,0072	0,0144		
5,2			224	-	-	190	2		0,00997	0,0199		
5,3			355	-	-	264	2		0,0468	0,0936		
6		Відвід	150	-	-	150	2	90	0,013	0,026	0,5	Vents
6,1			224	-	-	224	2		0,269	0,538		
6,2			355	-	-	355	2		0,047	0,094		
7		Повітропровід	110	-	-	710	1	90	0,0244	0,0244	0,5	Vents
7,1			150	-	-	1100	1		0,777	0,777		
7,2			200	-	-	540	1		0,338	0,338		
7,3			224	-	-	3310	1		7,38	7,39		
7,4			224	-	-	3300	1		6,68	6,68		
7,5			355	-	-	2900	1		0,713	0,713		
7,6			355	-	-	68000	1		75,72	75,72		
7,7			110	-	-	700	1		0,242	0,242		
7,8			150	-	-	860	1		0,383	0,383		
7,9			150	-	-	1020	1		0,479	0,479		
7,10			200	-	-	680	1		0,559	0,559		
7,11			224	-	-	790	1		0,713	0,713		
7,12			224	-	-	1380	1		0,984	0,984		
7,13			110	-	-	3300	1		1,148	1,148		
7,14			224	-	-	770	1		0,527	0,527		
7,15			355	-	-	3470	1		3,89	3,89		
7,16			355	-	-	680	1		0,712	0,712		
7,17	355	-	-	68000	1	75,72	75,72					
8		Гнучка вставка	315	-	-	160	4	90	0,1008	0,2016	0,7	Vents
9		Приливно-витяжна установка	-	-	-	-	1	-	-	-	-	VentsAV06

					Кваліфікаційна робота					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6.2 Організація монтажу систем вентиляції

6.2.1 Календарне планування виконаних робіт

Календарне планування – це процес, в який входить складання і коригування розкладу. У цьому розкладі роботи виконуються різними організаціями, і є взаємопов’язаними між собою в часі і мають можливості їх забезпечення різними видами матеріальних, технічних і трудових ресурсів.

У найпростішому календарному плані дати початку та закінчення кожної роботи, їх тривалість та необхідні для них ресурси.

Календарний план складається з двох частин:

1) Розрахункової, в яку входять: шифр робіт, перелік робіт, обсяг робіт, нормативний документ, норми часу на одиницю виміру, трудозатрати, число змін, кваліфікаційний склад бригади чи ланки, чисельність робітників в зміні, планова тривалість робіт, відсоток виконання норми.

2) Графічної – лінійний графік;

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 методи виробництва кожного виду робіт і обираються механізми;

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;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 7) Розраховується склад бригад і ланок;
- 8) Розробляється графічна частина плану;
- 9) Відбувається коригування календарного графіку за термінами виконання будівництва;

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

У послідовному методі, кожний комплекс робіт має виконуватися послідовно, один за одним. Перевагою цього методу є рівномірне завантаження робітників та споживання матеріально-технічних ресурсів. Недоліком є велика тривалість будівництва.

Потоковий метод будівництва має ритмічну планову організацію виконання БМР. Цей метод заснований на рівноритмічному і постійному завантаженні робітників, використанні матеріально-технічних ресурсів та випуску готової будівельної продукції.

Потоковий метод має такі етапи організації будівельно-монтажного потоку виконання робіт:

- 1) Кожний сукупний виробничий процес має поділ на складові процеси;
- 2) Для виконання окремих складових процесів, встановлюють окремих виконавців;
- 3) Увесь фронт робіт з будівництва розділяють на захватки і на цих складових визначається тривалість виконання процесів;
- 4) Окремим виконавцям призначають черговість виконання робіт на захватках, які ув'язують термінами між собою та забезпечується безперервне використання ресурсів.

Циклограма будується для наочності розвитку будівельних процесів не тільки в часі, але і в просторі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Циклограма будується в календарній шкалі лінійного графіка. По вертикалі в обраному масштабі відкладають та нумерують захватки (зазвичай знизу вгору), по горизонталі відкладають час.

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

Приклад побудови графіка циклограми, наведений на рис.6.1.

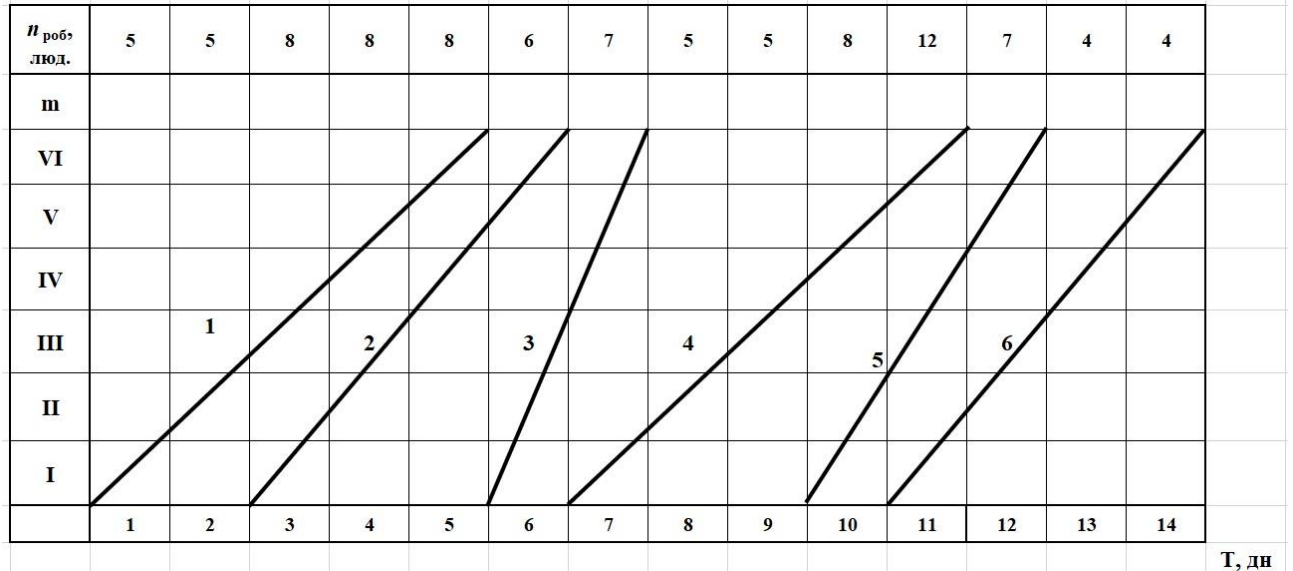


Рис.6.1 Графік-циклограма монтажу теплопостачання виробничих приміщень

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Студентка / Турі Я.І. /
Консультант / Клімова І.В. /

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.1 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 території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Життя і здоров'я людини є пріоритетом, тому метою розділу «Охорона праці і навколишнього середовища» 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, аналіз впливу проектних рішень на навколишнє середовище.

Основні завдання охорони праці:

- Проектування підприємств, технологічних процесів і конструювання обладнання з обов'язковим 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 покращення умов праці та забезпечення безпеки на робочому місці, використовуючи передові наукові та технічні досягнення у виробництві.
- Застосування раціональних засобів для захисту працівників від негативного впливу виробничого середовища, а також впровадження організаційних заходів, які зменшують ступінь цього впливу на організм людини.
- Розробка та використання методів і засобів оцінки ефективності заходів з охорони праці, які плануються і виконуються.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час виконання робіт на людину діють шкідливі та несприятливі чинники (наприклад шум, пил, газу, пари, шкідливі речовини, тощо). Вони можуть призвести до захворювань і втрати працездатності. Для усунення причин, умов і чинників, які мають негативний вплив на здоров'я людини, розробляються науково-організаційні, санітарно-гігієнічні заходи, для покращення умов праці і підвищення працездатності на всіх стадіях технологічного процесу.

Шкідливі і небезпечні виробничі чинники поділяються на чотири групи:

- Фізичні, до них відносяться: елементи машин і механізмів; недопустима температура машин; обладнання і повітря в робочій зоні; недопустимий рівень шуму; підвищений рівень вібрації; різні види випромінювання; підвищена напруженість електричного поля; незадовільна освітленість робочих місць; будівельні роботи на великій висоті відносно рівня землі;
- Хімічні, до них відносять: токсичні речовини, які застосовують для будівельних робіт або які знаходяться в будівельних матеріалах;
- Біологічні – різні мікроорганізми;
- Психофізіологічні – фізичні навантаження (наприклад, підйом і перенесенні вантажу у процесі робіт), нервово-психічні перевантаження, емоційні, монотонність праці та інші.

7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів наведений у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

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 °C φ = 60-40% V=0,2-0,4 м/с	ДСН 3.3.6.042-99

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.1.

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
Шкідливі речовини	Зварювальні – ацетен; Опоряджувальні - ацетон	ГДК 300 мг/м ³ ГДК 300 мг/м ³	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

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метрологічні умови виробничого середовища

Метрологічні умови виробничого середовища мають досить суттєвий вплив на стан організму працівника та його проездатність.

Клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення визначається показниками температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання нагрітих поверхонь. Під час праці людина взаємодіє з тепловим середовищем.

При оптимальних мікрокліматичних умовах в організмі працівника підтримується стала температура тіла (36,6 °C) завдяки терморегуляції.

Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі залежить від мікрокліматичних умов виробничого середовища. Тепло віддається через випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри. При низькій температурі повітря і великій швидкості його руху організм віддає більше тепла. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається через випаровування.

Досить великий вплив на самопочуття та проездатність людини має вологість повітря. Висока вологість зменшує віддачу тепла через випаровування. Підвищення вологості погіршує процес тепловіддачі. Занадто низька вологість призводить до виникнення проблем з дихальними шляхами.

Тепловіддача з поверхні шкіри залежить від швидкості руху в робочій зоні. Рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. Різкі коливання температури можуть призвести до простудних захворювань.

Завдання роботодавця полягає у створенні на робочому місці оптимальних або прийнятних мікрокліматичних умов для збереження здоров'я працюючих.

Оптимальні і допустимі значення цих показників встановлюються для робочого середовища з урахуванням важкості робіт, які виконуються та періоду року.

Робітникам видається теплий спецодяг для запобігання переохолодження. Він повинен бути повітро- та вологопроникним та зручним. Для захисту голови та запобігання травм голови працівникам необхідно використовувати каски. Для

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

захисту очей використовують окуляри, а для обличчя – маски з відкидним прозорим екраном. Під час опадів робітники захист робітників досягається використанням плащів та гумових чобіт. При роботах на відкритому повітрі в холодний період року встановлюється режим роботи, при якому наявні періодичні перерви для підігріву в спеціальних приміщеннях. Всі роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с в умовах низьких температур заборонено за ДБН А.3.2-2-2009 [22].

Для внутрішніх робіт також необхідно організувати сприятливий мікроклімат. Для цього потрібно організувати необхідний повітрообмін в приміщенні шляхом провітрювання.

Освітлення робочих зон

Правильне освітлення і рівномірне розподілення світла на робочих місцях є одним із чинників зниження виробничого травматизму. Освітлення повинно бути рівномірним і достатнім для здійснення робочих процесів.

У виробничих умовах використовують три види освітлення: природне, штучне і змішане.

Найкориснішим для зору людини є природне освітлення.

Якщо недостатньо денного світла, а також в сутінках і вночі, необхідно забезпечити достатнє штучне освітлення.

Яскравість або інтенсивність-це основний параметр штучного освітлення.

Крім інтенсивності, важливим фактором є рiномiрнiсть освiтлення. Визначення рiвномiрностi освiтлення полягає у вiдношеннi найменшi освiтленостi до середньої освiтленостi на поверхнi, але не повинно перевищувати 1:5.

Рiвномiрнiсть штучного освiтлення значно залежить вiд розташування ламп.

З точки зору рiвномiрностi освiтлення, системи подiляються на:

- загальне освiтлення - лампи розташованi симетрично на стелi
- мiсцеве освiтлення - лампи розташованi на робочому мiсцi

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- комплексне (змішане) освітлення - поєднання двох вищезазначених систем.

Найбільш сприятливим для очей людини з точки зору рівномірності є загальне освітлення, але воно не є економічно вигідним.

На робочій поверхні необхідно забезпечити рівномірне розподілення яскравості, оскільки нерівномірне освітлення може призвести до стомлення зору через постійну переадаптацію очей під час роботи. Для ділянок, де встановлюється система вентиляції та опалення, також потрібно забезпечити рівномірне освітлення з освітленістю не менше 30 лк, згідно з [13].

Освітлення будівельного майданчика та індивідуальних, особливо нестаціонарних робочих місць, повинно бути розроблене з урахуванням можливості вільного переміщення працівників по всій території та чіткого бачення об'єктів візуальної роботи під час виконання робіт.

Виробничий шум

Шум - це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що виникають в результаті коливання частинок у пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних). Шумом також вважають будь-який небажаний для людини звук.

Важливою характеристикою шуму є його частотний склад. Якщо в складі шуму переважають звуки з частотою коливань до 400 Гц, такий шум називається низькочастотним, якщо переважають звуки з частотою 400 – 1000 Гц – середньочастотним, якщо понад 1000 Гц – високочастотним.

Низькочастотний шум інтенсивністю до 100 дБ не викликає відчутної несприятливої дії на орган слуху; для середньочастотного шуму ця норма складає 85 – 90 дБ згідно з [14, 15] ; для високочастотного – 75 – 85 дБ згідно з [14, 15]. Несприятливі суб'єктивні відчуття і вплив на організм людини зумовлює високочастотний шум.

Шум підступний, його шкідливий вплив на організм відбувається незримо, непомітно. Організм людини проти шуму практично беззахисний.

Шумовий вплив на організм людини переважно пов'язаний з використанням нового, високопродуктивного обладнання, механізацією або

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматизацією робочих процесів, що передбачають роботу з різними верстатами та агрегатами. Джерелами шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори, пневматичні та електричні інструменти, молоти, дробарки, верстати, центрифуги та інше обладнання, яке має рухомі деталі.

Основними засобами боротьби із шумом є: використання малошумних технологічних процесів та устаткування; дотримання правил технічної експлуатації; проведення планових оглядів та ремонтів; своєчасне проходження працівниками медичних оглядів; застосування засобів індивідуального захисту (вкладки, втулки, навушники, шоломи та інше).

Пожежна безпека

На будівельному майданчику дотримуються вимог Закону України "Про пожежну безпеку" [22] та інших нормативних актів з цієї сфери. Роботодавець має зобов'язання призначити особу, яка буде відповідальна за дотримання правил пожежної безпеки працівниками на будівельному майданчику.

На кожному об'єкті необхідно мати інструкції з пожежної безпеки та інструкції для всіх приміщень, які є вибухопожежонебезпечними або пожежонебезпечними (дільниці, цехи, склади тощо). Працівники можуть розпочати роботу лише після проходження інструктажу з пожежної безпеки, а у разі зміни характеру роботи - після додаткового інструктажу. Залежно від особливостей будівельного майданчика, розмірів та умов експлуатації приміщень, наявного обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої кількості працівників, необхідно мати достатню кількість первинних засобів пожежогасіння.

Усі будівлі, що будуються, тимчасові споруди, підсобні приміщення, будівельні майданчики тощо повинні мати первинні засоби пожежогасіння, засоби контролю та оперативного оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Кількість, розташування, розміри шляхів евакуації і виходів визначаються залежно від характеру робіт, розмірів і облаштування будівельного майданчика і приміщень, а також від максимально можливої кількості осіб, які там можуть

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перебувати. Шляхи евакуації повинні бути вільними від сторонніх предметів і якнайкоротшими до евакуаційних виходів, які повинні бути позначені знаками пожежної безпеки. На будівельних об'єктах забороняється закривати на замки двері евакуаційних виходів під час перебування людей. Шляхи евакуації повинні бути обладнані автоматичними аварійними джерелами світла. Обов'язково повинен бути захист будівлі від блискавки.

Всі системи опалення, вентиляції та кондиціонування в будівлі мають проектні рішення, які включають противибухові та протипожежні заходи відповідно до вимог норм та правил.

Шкідливі речовини

Під час монтажу сантехнічних систем основним джерелом виділення шкідливих газів є зварювальні роботи. Під час цих робіт виникає значна кількість шкідливих оксидів. Щоб уникнути негативного впливу цих газів на організм працівників, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Також важливо слідкувати за природним видаленням шкідливих речовин та їх асиміляцією до допустимих норм.

Ураження електричним струмом

Електроустаткування становить потенційну небезпеку для життя та здоров'я людини. Основними причинами появи виробничого травматизму електричним струмом є випадковий дотик до неізольованих електропроводів, несправного електроінструменту та механізмів, робота без засобів індивідуального захисту, несправність мережі заземлення, порушення правил техніки безпеки.

Небезпечні струмовідні частини електроустановки повинні бути недоступні для випадкового прямого дотику.

Необхідно забезпечити достатні заходи захисту від ураження електричним струмом під час виготовлення електрообладнання або монтажу електроустановки.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захисне заземлення - це намірене електричне з'єднання певної точки електричної мережі, металевих непровідних частин електроустановки або обладнання, які можуть бути під напругою через пошкодження ізоляції з зонами розтікання, з метою забезпечення безпеки від електричного струму. Щоб забезпечити швидке відведення струму в землю та уникнути накопичення електричної енергії, заземлення повинно мати низький опір. Заземлення повинно забезпечувати ефективне відведення струму короткого замикання в землю, щоб запобігти пошкодженню обладнання та забезпечити безпеку.

Заземлення сприяє зменшенню електромагнітних перешкод і випромінювання, які можуть впливати на роботу електроніки та інших пристроїв. Відведення надлишкового струму в землю допомагає уникнути електричних шумів і зменшити електромагнітні впливи.

Для забезпечення належного захисту, важливо правильно спроектувати та встановити заземлення відповідно до вимог національних та міжнародних нормативних документів. Також рекомендується проконсультуватися з кваліфікованим фахівцем.

Падіння з висоти людей та предметів

Роботи на висоті включають в себе ситуації, коли працівник знаходиться на відстані менше двох метрів від незахищених зовнішніх або неперекритих внутрішніх перепадів по висоті, які перевищують 1,3 метра від робочої поверхні. Також до цих робіт відносяться роботи на похилій робочій поверхні.

Основним небезпечним фактором при роботі на висоті є те, що робоче місце знаходиться вище поверхні землі або над простором, що знаходиться нижче поверхні землі. Це може призвести до падіння працівника або падіння предметів на працівника.

Причини падіння з висоти працівників можуть бути різними:

- технічні, виникають при відсутності огорожень, запобіжних поясів, недостатня міцність настилів, кошиків чи сходів;
- технологічні, виникають при неправильній технології виконання робіт;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- психологічні та фізичні, виникають при порушенні координації рухів, необережність дій недбалого ставлення до виконання робт;
- метеорологічні, виникають при появі сильного вітру, температури, дощу, снігу, туману.

Також, травмування працівників може статися в результаті падіння предметів з висоти.

Причинами падіння предметів можуть бути:

- падіння вантажу, який переміщують за допомогою вантажопідійомних машин, неправильного старпування;
- падіння конструкцій, що монтуються;
- виникнення аварій будівельних конструкцій через порушення технології виготовлення збірних конструкцій, низької якості будівельно-монтажних робіт;
- падіння матеріалів, елементів конструкцій, інструменту та інш., внаслідок порушення вимог правил безпеки;

Під час виконання робіт на висоті повинні бути встановлені огорожі, і бути позначеними в установленому порядку межі небезпечних зон. Такі заходи необхідні для обмеження доступу працівників в зони можливого падіння з висоти, травмування падаючими матеріалами, інструментом та іншими предметами.

На межах зон, де постійно присутні небезпечні виробничі фактори, встановлюються охоронні бар'єри, а на кордонах зон потенційної небезпеки встановлюються сигнальні бар'єри та знаки безпеки.

Під час виконання робіт на висоті небезпечні зони визначаються, позначаються та захищаються внизу під місцем робіт. Якщо роботи виконуються на одній вертикалі, то нижче розташовані місця обладнуються захисними пристроями (настилами, сітками, козирками) на відстані не більше 6 м по вертикалі від найнижчого робочого місця.

Також, працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту. До них належать: страхувальні системи, спускові механізми, лебідки, підвисні сидіння, прив'язі, канатні, ланцюгові і тросові стропи, запобіжні

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лямкові і безлямкові пояси, кріплення акерного типу, карабіни, страхувальні канати та інші.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 °С або нижче мінус 20 °С, згідно з [21]. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

7.3 Заходи безпеки навколишнього середовища

Згідно зі статтею 51 Закону України "Про охорону навколишнього середовища" [23], при проектуванні, розміщенні, будівництві, введенні в експлуатацію нових або реконструкції існуючих підприємств, споруд та інших об'єктів, удосконаленні технологічних процесів та устаткування, а також під час експлуатації цих об'єктів необхідно забезпечувати екологічну безпеку людей, раціональне використання природних ресурсів, дотримання нормативів щодо впливу на навколишнє природне середовище. Також необхідно передбачати вловлення, утилізацію, знешкодження шкідливих речовин і відходів або їх повну ліквідацію, а також виконання інших вимог щодо охорони навколишнього природного середовища та здоров'я людей.

У зонах житлової забудови відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» під час будівельно-монтажних робіт вживають заходи для запобігання пилоутворень і забруднення атмосферного повітря.

Будівельні відходи та вторинна сировина повинні вивозитися до місця їх складування або переробки, відповідно до Закону України «Про відходи». Вивезення відходів відбувається згідно з правил, які встановлюються місцевими органами.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Викиди шкідливих речовин в повітряний басейн відсутні. Технологічне обладнання з наднормативним рівнем шуму (45 дБ) також відсутнє. Шумова обстановка в районі будівництва під час експлуатації об'єкта не погіршується.

Об'єкт, що проєктується, не впливає на структуру земельних ресурсів та відсутнє забруднення ґрунту виробничими відходами.

Отже, можемо зробити такі висновки: вплив на атмосферне повітря відсутній, технологічне обладнання забезпечує нормальні рівні шуму, відсутнє забруднення ґрунту. З урахуванням цих факторів, експлуатація та будівництво об'єкта не призведе до негативного впливу на навколишнє середовище.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Арк.</i>

Список використаної літератури

1. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 80 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2021. – 145 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огороджувальних конструкцій». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 40 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 145 с.
5. ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 60 с.
6. Проектування системи водяного опалення / О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень-Київ-Сімферополь, 2010. – 201 с.
7. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 35 с.
8. ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.
9. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник.-К.: КНУБА, 2002. -256 с.
10. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 22 с.
11. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування «Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» / уклад.: Москвітіна А.С., Шишина М.О. та Пефтьєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Розрахунок повітрообмінів» / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В.Р. – Київ: КНУБА, 2023 – 54 с.
13. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 12 с.
14. ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 20 с.
15. 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.
16. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
17. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
18. Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2020.
19. 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.
20. 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.
21. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.
22. Закон України "Про пожежну безпеку". Київ: Верховна Рада України, 1993.
23. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Стаття 51. Київ: Верховна Рада України, 1991.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баланс тепловтраг приміщеннями першого та типового поверху

Приміщення			Огороджувальна конструкція						Теплові мости														
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, А, м ²	Температура, θ _{вн.} , °С	Позначення	Орієнтація	Довжина, а, м	Ширина (висота), б(в), м	Площа, А _к , м ²	Коефіцієнт теплопередачі, U _k , Вт/м ² ·°С	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтраг, ε _k	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, φ _к , Вт/(м ² ·°С)	Довжина теплового мосту, l, м	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтраг, ε _l	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b _k	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщеннях, β _l	Характеристика трансмісійних тепловтраг через огорожувальні конструкції приміщення назовні, H _{тп} , Вт/°С	Характеристика трансмісійних тепловтраг опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із ліній розділювального приміщення, Ф _{тп} , Вт	Трансмісійні тепловтраги приміщення, Ф _{тп} , Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, V _{мін.р} , м ³ /год	Характеристика інфільтраційних тепловтраг приміщення, H _{іф} , Вт/°С	Вентиляційні тепловтраги приміщення (без механічної вентиляції), Ф _в , Вт	Інші постійні (періодичні) тепловтраги (накопич.), Ф _р , Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних приміщень), Ф _л , Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, Ф _{оп.} , Вт
101	68,28	22	ЗС	Зх	9,30	5,00	38,0	0,241	1,15	0	1,15					10,52	1838	40,5	13,77	606	-683	1155	1761
			ЗС	Пд	4,10	5,00	16,5	0,241	1,10	0	1,10					4,37							
			ЗС	Зх	1,44	5,00	7,2	0,241	1,15	0	1,15					2,00							
			ЗС	Пд	3,40	5,00	13,6	0,241	1,10	0	1,10					3,61							
			ЗС	Пн	1,40	5,00	7,0	0,241	1,10	0	1,10					1,86							
			ЗС	Сх	1,87	5,00	9,4	0,241	0,00	0	1,10					0,00							
			В	Зх	1,70	1,60	2,7	1,076	1,15	0,4	1,15					3,37							
			В	Зх	2,11	1,80	3,8	1,076	1,15	0,4	1,15					4,70							
			В	Пд	2,50	1,60	4,0	1,076	1,10	0,3	1,10					4,73							
			В	Пд	2,11	1,60	3,4	1,076	1,10	0,3	1,10					4,00							
Д	Зх	1,01	2,00	2,0	0,960	1,15	0,4	1,15					2,23										
ПЛ	-	-	-	0,0						0,1				0,4									
102	6,74	16	ЗС	Зх	2,4	5	12	0,241	1,15	0	1,15				3,3258	241	40,5	13,77	606	-67	173	779	
			ЗС	Пд	1,4	5	7	0,241	1,10	0	1,10				1,8557								
			ПЛ	-	-	-					0,05				0,3								
103	8,8	16	ЗС	Зх	2,45	5,00	12,25	0,241	1,15	0	1,15			3,40	245	40,5	13,77	606	-88	157	763		
			В	Зх	1,01	1,50	1,52	1,076	1,15	0,5	1,15			1,87									
			ПЛ	-	-	-					0,05											0,3	
104	53,2	22	ЗС	Зх	1,44	5,00	7,20	0,241	1,15	0	1,15				2,00	1149	40,5	13,77	606	-532	617	1223	
			В	Зх	1,01	1,50	1,52	1,076	1,15	0,5	1,15			1,15	1,87								
			В	Пн	2,05	1,60	3,28	1,076	1,10	0,3	1,10				3,88								
			ЗС	Пн	1,6	5,00	8,00	0,241	1,10	0	1,10				2,12								
			В	Зх	2,48	1,60	3,97	1,076	1,15	0,3	1,15				4,91								
			ЗС	Зх	1,4	5,00	7,00	0,241	1,15	0	1,15				1,94								
			ЗС	Пн	3,4	5,00	17,00	0,241	1,10	0	1,10				4,51								
			В	Пн	2,11	1,80	3,80	1,076	1,10	0,3	1,10				4,50								
			ПЛ	-	-	-					0,1				0,4								
			105	46,14	22	ЗС	Сх	1,4	5,00	7,00	0,241	1,10	0	1,10									
ЗС	Пн	7,08	5,00			26,52	1,076	1,10	0	1,10				31,39									
Д	Пн	1,64	2,00			3,28	1,076	1,10	0,4	1,10				3,88									
В	Пн	1	1,80			1,80	1,076	1,10	0,4	1,10				2,13									
В	Пн	2,11	1,80			3,80	1,076	1,10	0,3	1,10				4,50									
ПЛ	-	-	-							0,05				0,4									
106	55,42	22	ЗС	Сх	1,4	5,00	7,00	1,076	1,10	0	1,10				8,29	2225,12	40,5	13,77	606	-554	1671	2277	
			ЗС	Пн	7,08	5,00	26,94	1,076	1,10	0	1,10				31,89								
			Д	Пн	1,64	2,00	3,28	1,076	1,10	0,4	1,10				3,88								
			В	Пн	1	1,80	1,80	1,076	1,10	0,4	1,10				2,13								
			В	Пн	2,11	1,60	3,38	1,076	1,10	0,3	1,10				4,00								
			ПЛ	-	-	-					0,05				0,4								
107	83,9	22	ЗС	Сх	1,50	5,00	7,50	0,241	1,10	0	1,10				1,99	1774,12	40,5	13,77	606	-839	935,1	1541	
			ЗС	Пн	3,3	5,00	12,70	0,241	1,10	0	1,10				3,37								
			В	Пн	2,11	1,8	3,798	1,076	1,10	0,3	1,10				4,50								
			ЗС	Сх	1,37	5,00	6,85	0,241	1,10	0,00	1,10				1,82								
			ЗС	Пн	4,08	5,00	16,22	0,241	1,10	0,00	1,10				4,30								
			В	Пн	2,60	1,60	4,16	1,076	1,10	0,30	1,10				4,92								
			ЗС	Сх	8,8	5	35,96	0,241	1,10	0	1,10				9,53								
			В	Сх	2,05	1,6	3,28	1,076	1,10	0,3	1,10				3,88								
			Д	Сх	1,01	2	2,02	1,076	1,10	0,4	1,10				2,39								
			В	Сх	1,71	1,6	2,736	1,076	1,10	0,4	1,10				3,24								
ПЛ	-	-	-					0,1				0,4											
108	16,55	22	ЗС	Сх	4,45	5	22,25	0,241	1,10	0	1,10				5,90	507,344	40,5	13,77	606	-166	341,8	947,8	
			В	Сх	2,77	1,6	4,432	1,076	1,10	0,3	1,10				5,25								
			ПЛ	-	-	-					0,05				0,4								
109	26,9	22	ЗС	Сх	7,35	5	28,43	0,241	1,10	0	1,10				7,54	1255,77	40,5	13,77	606	-269	986,8	1593	
			В	Сх	3,04	1,6	4,856	1,076	1,10	0,3	1,10				5,75								
			В	Пд	1,93	1,8	3,465	1,076	1,10	0,4	1,10				4,10								
			ЗС	Пд	4,11	5	20,53	0,241	1,10	0	1,10				5,44								
			В	Пд	2,5	1,8	4,5	1,076	1,10	0,3	1,10				5,33								
			ПЛ	-	-	-					0,1				0,4								
110	23,5	22	ЗС	Сх	1,75	5	8,75	0,241	1,10	0	1,10				2,32	535,447	40,5	13,77	606	-235	300,4	906,4	
			ЗС	Пд	3,4	5	13,62	0,241	1,10	0	1,10				3,61								
			В	Пд	2,11	1,6	3,376	1,076	1,10	0,3	1,10				4,00								
			ЗС	Зх	1,4	5	7	0,241	1,10	0	1,10				1,86								
			ПЛ	-	-	-					0,05				0,4								
111	16,43	22	ЗС	Пд	3,40	5	17	0,241	1,10	0	1,10				4,51	364,909	40,5	13,77	606	-164	200,6	806,6	
			Д	Пд	1,61	2	3,22	0,96	1,10	0,4	1,10				3,40								
112	53,86	22	ЗС	Пд	3,8	5	15,78	0,241	1,10	0	1,10				4,18	888,846	40,5	13,77	606	-539	350,2	956,2	
Д			Сх	1,61	2	3,22	0,96	1,10	0,4	1,10				3,40									
ЗС			Пд	3,5	5	17,5	0,241	1,10	0	1,10				4,64									
В			Пд	2,7	1,6	4,32	1,076	1,10	0,3	1,10				5,11									
ЗС			Сх	1,87	5	9,35	0,241	1,10	0	1,10				2,48									
ПЛ			-	-	-					0,05				0,4									

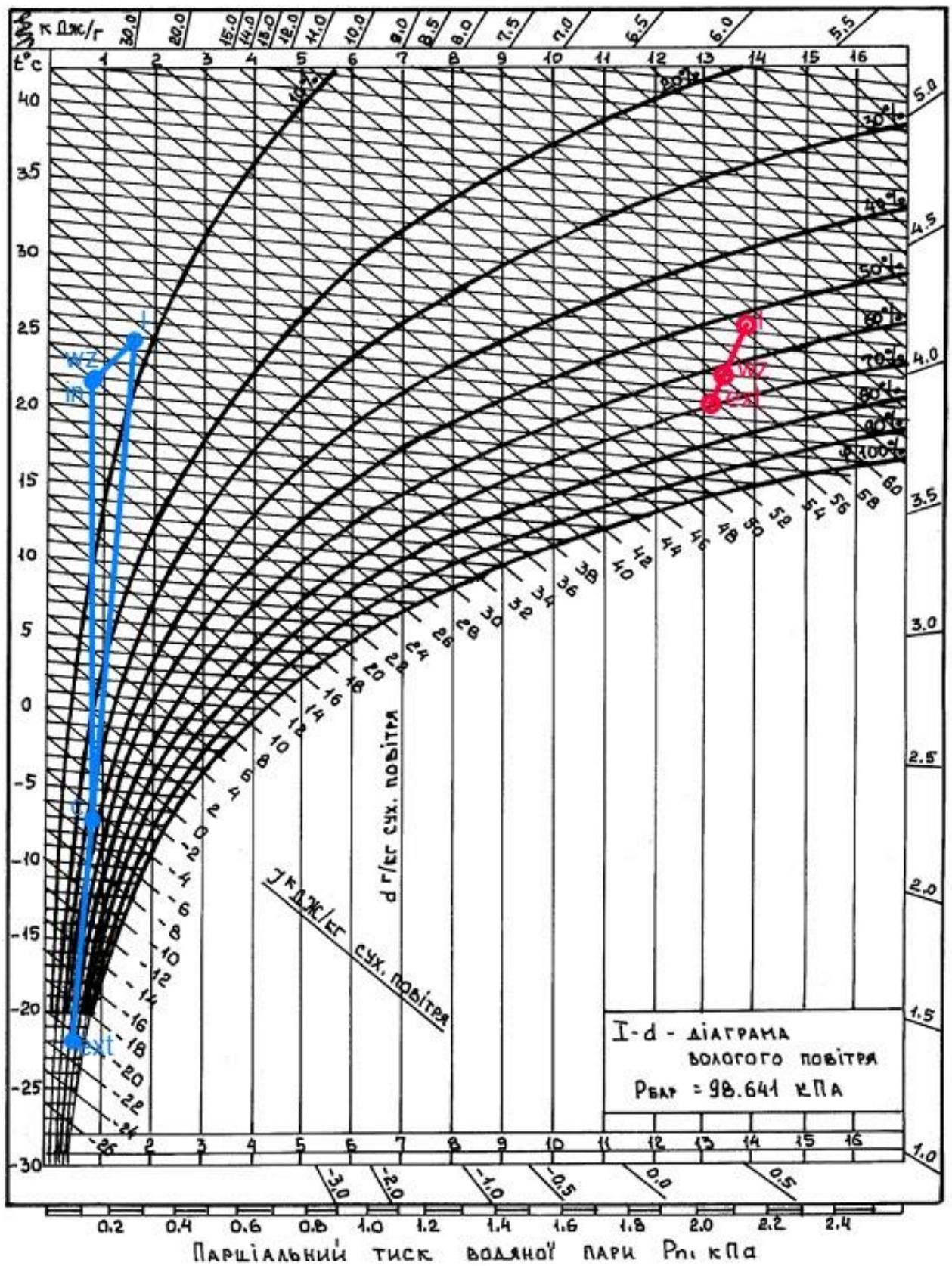
Продовження додатку А

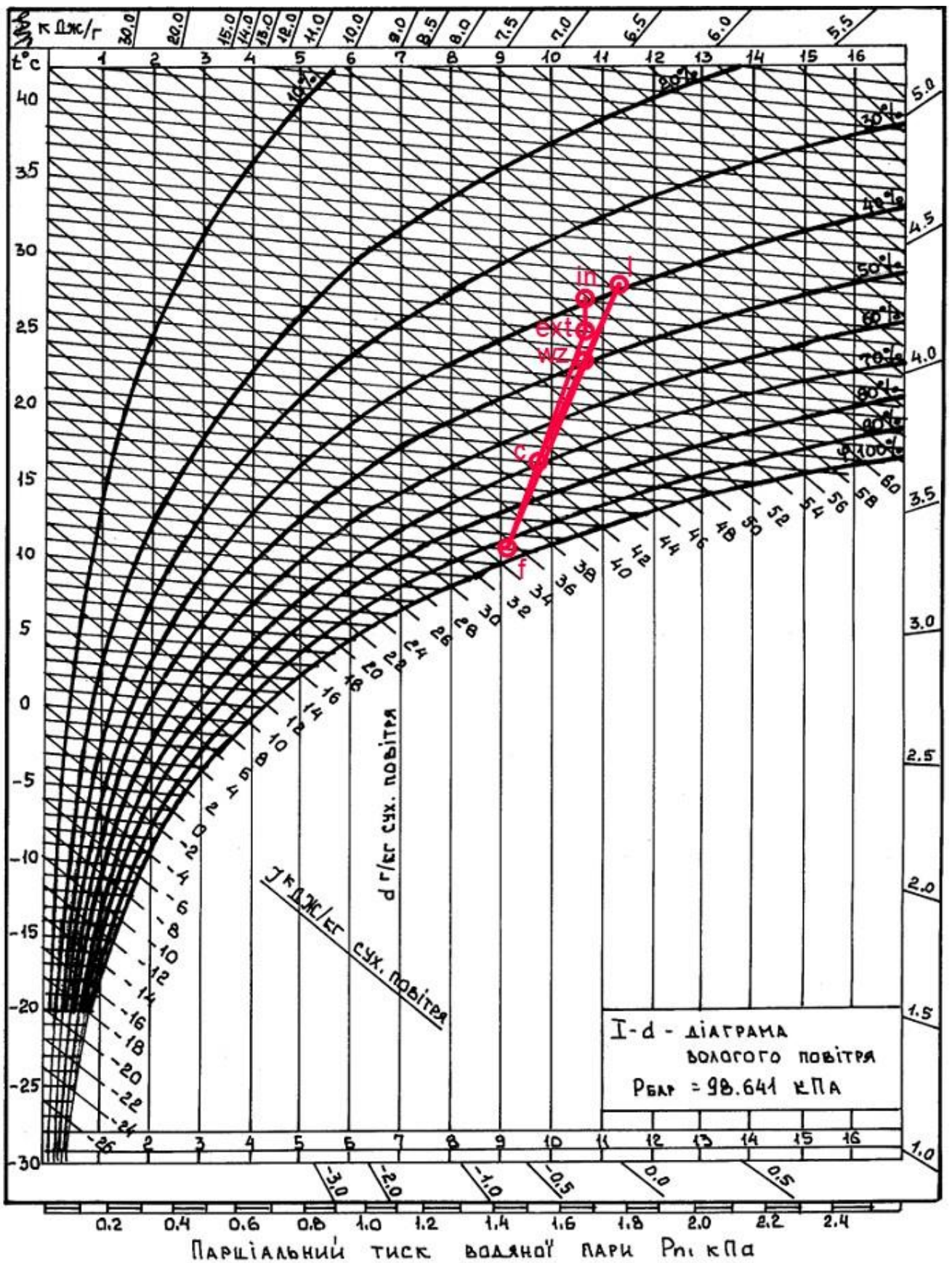
113	Сх	13,7	5	ЗС	Зх	3	5	15	0,241	1,10	0	1,10	3,98	295,772	40,5	13,77	606	-137	158,8	764,8
Д				Зх	1,3	2	2,6	0,96	1,10	0,4	1,10	2,75								
ПЛ				-						0,05			0,00							
114	Сх	20,99	5	ЗС	Сх	1,8	5	6,696	0,241	1,10	0,3	1,10	1,78	579,142	40,5	13,77	606	-210	369,2	975,2
В				По	1,44	1,6	2,304	1,076	1,10	0,4	1,10	2,73								
ЗС				По	3,54	5	13,38	0,241	1,10	0	1,10	3,55								
В				Сх	2,7	1,6	4,32	1,076	1,10	0,3	1,10	5,11								
ПЛ				-						0,05										
201	ЖК	17,23	22	ЗС	Зх	4,4	3	8,614	0,241	1,15	0	1,15	2,39	703,018	40,5	13,77	606	-172	530,7	1137
В				Зх	1,01	1,8	1,818	1,076	1,15	0,5	1,15	2,25								
В				Зх	1,73	1,6	2,768	1,076	1,15	0,4	1,15	3,43								
ЗС				По	4	3	12	0,241	1,10	0	1,10	3,18								
В				По	2,5	1,6	4	1,076	1,10	0,4	1,10	4,73								
202	К	17,53	20	ЗС	Зх	4,8	3	14,4	0,241	1,15	0	1,15	3,99	271,361	40,5	13,77	606	-175	96,06	702,1
ЗС				Пн	1,56	3	4,68	0,241	1,10	0	1,10	1,24								
В				Зх	2,11	1,6	3,376	0,241	1,15	0,4	1,15	0,94								
203	К	17,33	20	ЗС	Зх	4,6	3	13,8	0,241	1,15	0	1,15	3,82	404,584	40,5	13,77	606	-173	231,3	837,3
ЗС				По	1,5	3	4,5	0,241	1,10	0	1,10	1,19								
В				Зх	2,11	1,6	3,376	1,076	1,15	0,4	1,15	4,18								
204	ЖК	17,44	22	ЗС	Зх	4,7	3	8,794	0,241	1,15	0	1,15	2,44	778,64	40,5	13,77	606	-174	604,2	1210
В				Зх	1,01	1,6	1,616	1,076	1,15	0,5	1,15	2,00								
В				Зх	2,05	1,8	3,69	1,076	1,15	0,4	1,15	4,57								
ЗС				Пн	4,1	3	12,3	0,241	1,10	0	1,10	3,26								
В				Пн	2,55	1,8	4,59	1,076	1,10	0,3	1,10	5,43								
205	ЖК	14,02	22	ЗС	Сх	1,5	3	4,5	0,241	1,10	0	1,10	1,19	363,893	40,5	13,77	606	-140	223,7	829,7
ЗС				Пн	3,4	3	6,824	0,241	1,10	0	1,10	1,81								
В				Пн	2,11	1,6	3,376	1,076	1,10	0,4	1,10	4,00								
ЗС				Сх	1,6	3	4,8	0,241	1,10	0	1,10	1,27								
206	К	15,22	20	ЗС	Пн	3,8	3	8,52	0,241	1,10	0	1,10	2,26	249,366	40,5	13,77	606	-152	97,17	703,2
В				Пн	1,6	1,8	2,88	1,076	1,10	0,4	1,10	3,41								
207	ЖК	18,98	22	ЗС	Зх	1,6	3	2,816	0,241	1,15	0	1,15	0,78	444,408	40,5	13,77	606	-190	254,6	860,6
В				Зх	1,24	1,6	1,984	1,076	1,15	0,5	1,15	2,46								
ЗС				Пн	3,55	3	6,25	0,241	1,10	0	1,10	1,66								
В				Пн	2,75	1,6	4,4	1,076	1,10	0,3	1,10	5,21								
208	ЖК	18,98	22	ЗС	Пн	3,55	3	6,25	0,241	1,10	0	1,10	1,66	438,218	40,5	13,77	606	-190	248,4	854,4
В				Пн	2,75	1,6	4,4	1,076	1,10	0,3	1,10	5,21								
ЗС				Сх	1,6	3	2,816	0,241	1,10	0	1,10	0,75								
В				Сх	1,24	1,6	1,984	1,076	1,10	0,5	1,10	2,35								
209	К	15,68	20	ЗС	Пн	3,8	3	8,502	0,241	1,10	0	1,10	2,25	250,094	40,5	13,77	606	-157	93,29	699,3
В				Пн	1,61	1,8	2,898	1,076	1,10	0,4	1,10	3,43								
210	ЖК	14,9	22	ЗС	Зх	1,5	3	4,5	0,241	1,15	0	1,15	1,25	363,455	40,5	13,77	606	-149	214,5	820,5
ЗС				Пн	4,1	3	9,6	0,241	1,10	0	1,10	2,54								
В				Пн	1,5	1,8	2,7	1,076	1,10	0,4	1,10	3,20								
ЗС				Сх	1,6	3	4,8	0,241	1,10	0	1,10	1,27								
211	ЖК	17,9	22	ЗС	Пн	4,2	3	7,92	0,241	1,10	0	1,10	2,10	705,905	40,5	13,77	606	-179	526,9	1133
В				Пн	2,6	1,8	4,68	1,076	1,10	0,3	1,10	5,54								
ЗС				Сх	4,77	3	9,29	0,241	1,10	0	1,10	2,46								
В				Сх	1,98	1,8	3,564	1,076	1,10	0,4	1,10	4,22								
В				Сх	0,91	1,6	1,456	1,076	1,10	0,5	1,10	1,72								
212	К	15,21	20	ЗС	Сх	4	3	9,28	0,241	1,10	0	1,10	2,46	249,899	40,5	13,77	606	-152	97,8	703,8
В				Сх	1,7	1,6	2,72	1,076	1,10	0,4	1,10	3,22								
213	ЖК	17,12	22	ЗС	Сх	4,45	3	8,4	0,241	1,10	0	1,10	2,23	355,769	40,5	13,77	606	-171	184,6	790,6
В				Сх	2,75	1,8	4,95	1,076	1,10	0,3	1,10	5,86								
214	К	10,51	20	ЗС	Сх	2,88	3	7,184	0,241	1,10	0	1,10	1,90	159,623	40,5	13,77	606	-105	54,52	660,5
В				Сх	0,91	1,6	1,456	1,076	1,10	0,5	1,10	1,72								
215	ЖК	17,2	22	ЗС	Сх	4,55	3	8,594	0,241	1,10	0	1,10	2,28	700,361	40,5	13,77	606	-172	528,4	1134
В				Сх	0,91	1,6	1,456	1,076	1,10	0,5	1,10	1,72								
В				Сх	2	1,8	3,6	1,076	1,10	0,4	1,10	4,26								
ЗС				Пд	4,22	3	7,98	0,241	1,10	0	1,10	2,12								
В				Пд	2,6	1,8	4,68	1,076	1,10	0,3	1,10	5,54								
216	ЖК	14,15	22	ЗС	Сх	1,85	3	5,55	0,241	1,10	0	1,10	1,47	371,995	40,5	13,77	606	-142	230,5	836,5
ЗС				Пд	3,5	3	7,14	0,241	1,10	0	1,10	1,89								
В				Пд	2,1	1,6	3,36	1,076	1,10	0,4	1,10	3,98								
ЗС				Зх	1,4	3	4,2	0,241	1,10	0	1,10	1,11								
217	К	13,07	20	ЗС	Пд	3,7	3	8,22	0,241	1,10	0	1,10	2,18	245,867	40,5	13,77	606	-131	115,2	721,2
В				Пд	1,6	1,8	2,88	1,076	1,10	0,4	1,10	3,41								
218	ЖК	18,28	22	ЗС	Сх	1,85	3	5,55	0,241	1,10	0	1,10	0,84	458,796	40,5	13,77	606	-183	276	882
В				Сх	1,5	1,6	2,4	1,076	1,10	0,4	1,10	2,84								
ЗС				Пд	3,5	3	6,18	0,241	1,10	0	1,10	1,64								
В				Пд	2,7	1,6	4,32	1,076	1,10	0,3	1,10	5,11								
ЗС				Пд	3,5	3	6,18	0,241	1,10	0	1,10	1,64								
219	ЖК	19,4	22	ЗС	Пд	2,7	1,6	4,32	1,076	1,10	0,3	1,10	5,11	351,94	40,5	13,77	606	-194	157,9	763,9
ЗС				Зх	1,5	3	2,66	0,241	1,15	0	1,15	0,74								
В				Зх	1,15	1,6	1,84	0,241	1,15	0,5	1,15	0,51								
ЗС				Пд	3,8	3	8,52	0,241	1,10	0	1,10	2,26								
220	К	16,54	20	В	Пд	1,6	1,8	2,88	1,076	1,10	0,4	1,10	3,41	249,366	40,5	13,77	606	-165	83,97	690
ЗС				Зх	1,86	3	5,58	0,241	1,15	0	1,15	1,55								
221	ЖК	14,15	22	ЗС	Пд	3,5	3	7,14	0,241	1,10	0	1,10	1,89	377,053	40,5	13,77	606	-142	235,6	841,6
В				Пд	2,1	1,6	3,36	1,076	1,10	0,4	1,10	3,98								
ЗС				Сх	1,45	3	4,35	0,241	1,10	0	1,10	1,15								
ЗС				Сх	1,45	3	4,35	0,241	1,10	0	1,10	1,15								

Додаток Б

Гідралічний розрахунок трубопроводів двохтрубної поквартирної системи опалення

Номер розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходу теплово та гідраліческого потоків	Витрата води на ділянці	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянці	Сумма коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянці	Загальні втрати тиску
№ діл.	$Q_{дiл.}, Вт$	φ	$G, кг/год$	$l, м$	$d, мм$	$\lambda/d, м^{-1}$	$G/v, (кг/год)/(м/с)$	$A \cdot 10^{-4}, Па/(кг/год)^2$	$V, м/с$	$\Sigma \zeta$	$\zeta_{пр}$	$S, Па/(кг/год)^2$	$\Delta P_{дiл.}, Па$	$\Sigma \Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ІТІІ-1	18216	1,0000	783	19,9	40	0,5234932	3011,95	0,0000536	0,260	2	12,418	0,000665	408	408
ІТІІ"-1"	18216	1,0000	783	19,6	40	0,5234932	3011,95	0,0000536	0,260	2	12,26	0,000657	403	811
1-2	18216	1,0000	783	12,1	20	0,9789624	708,04	0,0009760	1,106	2	13,845	0,013513	8291	9102
1"-2"	18216	1,0000	783	11,8	20	0,9789624	708,04	0,0009760	1,106	2	13,503	0,013179	8086	17188
2-3	13662	0,7500	587	3,35	16	1,85386	398,27	0,0030846	1,475	0,5	6,7104	0,020699	7144	24331
2"-3"	13662	0,7500	587	3,45	16	1,85386	398,27	0,0030846	1,475	0,5	6,8958	0,021271	7341	31672
3-4	4554	0,2500	196	2,08	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	4,1	7,956	0,024541	941	32613
3"-4"	4554	0,2500	196	2,21	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	4,1	8,197	0,025285	970	33583
3-5	9108	0,5000	392	1,40	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,983	0,5	3,0954	0,009548	1465	35048
3"-5"	9108	0,5000	392	1,67	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,983	0,5	3,5959	0,011092	1701	36749
5-6	4554	0,2500	196	0,54	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	3,1	4,1011	0,012650	485	37234
5"-6"	4554	0,2500	196	0,54	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	3,1	4,1011	0,012650	485	37719
5-7	4554	0,2500	196	3,17	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	3,7	9,5767	0,029541	1133	38852
5"-7"	4554	0,2500	196	3,50	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	3,7	10,189	0,031428	1205	40057
2-8	4554	0,2500	196	7,90	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	4,1	18,745	0,057823	2217	42274
2"-8"	4554	0,2500	196	7,87	16	1,85386	398,27	0,0030846	0,492	4,1	18,69	0,057651	2211	44485





Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції П1 та В1

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{д\text{ил}}$, м ³ /год	Довжина ділянки $l_{д\text{ил}}$, м	Розрахункова швидкість в перерізі U_p , м/с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу f_p , м ²	Еквівалентний діаметр d_e , мм	Діюча площа поперечного перерізу повітропроводу f_a , м ²	Діюча швидкість в перерізі U_a , м/с	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_e/d_e) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості $\beta_{ш}$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_d	Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda/l_{д\text{ил}}) \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_d$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{д\text{ил}}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma \xi_{д\text{ил}} \cdot P_d \cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{д\text{ил}} = P_{\text{тер}} + P_z$, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Магістраль П1																			
1	2	219	0,82	4	0,02	150	0,0177	3,44	3423	0,041	1	1	7,09	1,60	0,35	1	2,48	4,08	4,08
2	3	438	0,82	5	0,02	180	0,0254	4,79	5725	0,036	1	1	13,77	2,28	0,442	1	6,08	8,37	8,37
3	4	657	0,82	6	0,03	200	0,0314	5,81	7719	0,034	1	1	20,27	2,81	0,387	1	7,83	10,64	10,64
4	5	876	0,82	6	0,04	250	0,0491	4,96	8227	0,033	1	1	14,74	1,61	0,48	1	7,07	8,68	8,68
5	6	1095	0,82	7	0,04	250	0,0491	6,19	10284	0,031	1	1	23,03	2,37	0,35	1	8,06	10,43	10,43
6	7	1314	4,50	7	0,05	280	0,0615	5,93	11034	0,031	1	1	21,13	10,49	1,189	1	25,13	35,62	35,62
7	8	1714	1,37	7	0,07	315	0,0779	6,11	12784	0,03	1	1	22,41	2,90	1,82	1	40,79	43,69	43,69
8	9	1840	1,48	7	0,07	315	0,0779	6,56	13723	0,029	1	1	25,83	3,55	0,545	1	14,08	17,63	17,63
9	10	2428	0,82	7	0,1	355	0,0989	6,82	16075	0,028	1	1	27,90	1,80	0,82	1	22,88	24,68	24,68
10	11	2561	1,36	7	0,1	400	0,1256	5,66	15044	0,029	1	1	19,25	1,87	0,35	1	6,74	8,61	8,61
11	12	2584	1,30	7	0,103	400	0,1256	5,71	15179	0,029	1	1	19,60	1,82	1,6	1	31,35	33,17	33,17
12	13	2686	2,80	7	0,11	400	0,1256	5,94	15778	0,028	1	1	21,17	4,18	2,05	1	43,40	47,59	47,59
Відгалудження																			
12	13	85	0,8	4	0,01	100	0,0079	2,99	1985	0,047	1	1	5,36	1,90	0,35	1	1,876	3,78	3,78
10	14	133	0,8	4	0,01	110	0,0095	3,9	2840	0,043	1	1	9,07	2,68	0,7	1	6,352	9,03	9,03
15	16	98	1	4	0,01	100	0,0079	3,45	2288	0,046	1	1	7,12	3,26	0,7	1	4,987	8,24	8,24
16	19	196	2,9	4	0,01	140	0,0154	3,54	3287	0,042	1	1	7,5	6,49	0,35	1	2,625	9,11	9,11
17	18	98	1	4	0,01	100	0,0079	3,45	2288	0,046	1	1	7,12	3,26	0,92	1	6,554	9,81	9,81
18	19	196	0,8	4	0,01	140	0,0154	3,54	3287	0,042	1	1	7,5	1,79	0,51	1	3,825	5,61	5,61
20	21	98	1	4	0,01	100	0,0079	3,45	2288	0,046	1	1	7,12	3,26	0,35	1	2,494	5,75	5,75
21	22	196	0,8	4	0,01	140	0,0154	3,54	3287	0,042	1	1	7,5	1,79	0,92	1	6,899	8,69	8,69
22	9	588	3,4	4	0,04	250	0,0491	3,33	5522	0,037	1	1	6,64	3,31	0,84	1	5,577	8,89	8,89
23	24	100	0,8	4	0,01	100	0,0079	3,52	2335	0,045	1	1	7,42	2,53	0,35	1	2,596	5,13	5,13
24	25	200	0,8	4	0,01	140	0,0154	3,61	3354	0,042	1	1	7,81	1,78	1,45	1	11,32	13,11	13,11
25	26	300	0,69	4	0,02	180	0,0254	3,28	3921	0,04	1	1	6,46	0,99	0,84	1	5,425	6,41	6,41
26	7	400	1,9	4	0,03	200	0,0314	3,54	4699	0,038	1	1	7,51	2,73	1,75	1	13,15	15,87	15,87
Магістраль В1																			
1	2	219	0,81	4	0,02	150	0,0177	3,44	3423	0,041	1	1	7,09	1,58	0,35	1	2,48	4,06	4,06
2	3	438	0,97	5	0,02	180	0,0254	4,79	5725	0,036	1	1	13,77	2,70	0,442	1	6,08	8,78	8,78
3	4	657,0	0,97	6	0,03	200	0,0314	5,81	7719	0,034	1	1	20,27	3,32	0,387	1	7,83	11,15	11,15
4	5	876,0	0,97	6	0,04	250	0,0491	4,96	8227	0,033	1	1	14,74	1,90	0,48	1	7,07	8,97	8,97
5	6	1095	0,97	7	0,04	250	0,0491	6,19	10284	0,031	1	1	23,03	2,81	0,35	1	8,06	10,87	10,87
6	7	1314	2,30	7	0,05	280	0,0615	5,93	11034	0,031	1	1	21,13	5,36	1,65	1	34,87	40,23	40,23
7	8	2432	3,70	7	0,1	355	0,0989	6,83	16102	0,028	1	1	28,00	8,20	1,3	1	36,39	44,59	44,59
8	9	2540	1,80	7	0,1	400	0,1256	5,62	14920	0,029	1	1	18,93	2,44	0,65	1	12,31	14,75	14,75

Продовження додатку Д

9	10	2686	3,80	7	0,11	400	0,1256	5,94	15778	0,028	1	1	21,17	5,68	0,84	1	17,79	23,46	
Відгалуження																			
8	11	85	2,5	4	0,01	100	0,0079	2,99	1985	0,047	1	1	5,36	6,35	1,55	1	8,307	14,65	14,65
12	13	98	1,1	4	0,01	100	0,0079	3,45	2288	0,046	1	1	7,12	3,71	0,35	1	2,494	6,21	6,21
13	16	196	2,6	4	0,01	140	0,0154	3,54	3287	0,042	1	1	7,5	5,82	0,92	1	6,899	12,72	12,72
14	15	98	1,1	4	0,01	100	0,0079	3,45	2288	0,046	1	1	7,12	3,71	0,35	1	2,494	6,21	6,21
15	16	196	0,5	4	0,01	140	0,0154	3,54	3287	0,042	1	1	7,5	1,19	0,92	1	6,899	8,08	8,08
17	18	98	1,1	4	0,01	100	0,0079	3,45	2288	0,046	1	1	7,12	3,71	0,35	1	2,494	6,21	6,21
18	19	196	0,5	4	0,01	140	0,0154	3,54	3287	0,042	1	1	7,5	1,19	0,83	1	6,224	7,41	7,41
7	19	588	1,7	4	0,04	250	0,0491	3,33	5522	0,037	1	1	6,64	1,66	0,91	1	6,042	7,70	7,70
20	25	133	0,8	4	0,01	110	0,0095	3,89	2840	0,043	1	1	9,07	2,97	1,2	1	10,89	13,85	13,85
21	22	100	0,8	4	0,01	100	0,0079	3,52	2335	0,045	1	1	7,42	2,53	1,23	1	9,124	11,66	11,66
22	23	200	0,8	4	0,01	140	0,0154	3,61	3354	0,042	1	1	7,81	1,74	0,96	1	7,496	9,23	9,23
23	24	300	0,8	4	0,02	180	0,0254	3,28	3921	0,04	1	1	6,46	1,08	0,35	1	2,26	3,34	3,34
24	25	400	4,4	4	0,03	200	0,0314	3,54	4699	0,038	1	1	7,51	6,31	1,65	1	12,4	18,71	18,71